

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПРОЕКТНОЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ
"БЕЛНИПИЭНЕРГОПРОМ"

**ОБОСНОВАНИЕ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВО АТОМНОЙ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

КНИГА 11

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

1588-ПЗ-ОИ4

ЧАСТЬ 8

ОТЧЕТ ОБ ОВОС

Часть 8.3. Оценка воздействия АЭС на окружающую среду

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

(Редакция 06.07.2010 г.)

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Директор

А.Н.Рыков

Заместитель директора

В.В.Бобров

Главный инженер проекта

А.И. Стрелков

2010

Продолжение

Обозначение	Наименование	С.
1588 -ПЗ-ОИ4 Часть 8.3	14.4.5 Предварительный прогноз вероятности биологических помех в системе водопотребления водоотведения АЭС	403
	14.4.6 Влияние функционирования АЭС в нормальном режиме на структурные и функциональные характеристики водных экосистем	406
	14.5 Радиационное воздействие	407
	14.5.1 Характеристика радиоактивных выбросов и сбросов при нормальной эксплуатации	407
	14.5.2 Радиационное воздействие на агроэко-системы в режиме нормальной эксплуатации	408
	14.5.2.1 Общие принципы прогнозных расчетов содержания радионуклидов в компонентах агроэкосистем	408
	14.5.2.2 Прогноз содержания радионуклидов при штатных радиоактивных выпадениях	410
	14.5.2.3 Действие ионизирующего излучения на сельскохозяйственные растения и животных	411
	14.5.3 Аварийные выбросы	411

Изм.	Коп.уч.	Лист	Нолж	Полл	Дата
Изн. № подл.	Подпись и дата				
Взам. инв. №					

Продолжение

Обозначение	Наименование	С.
1588 -ПЗ-ОИ4 Часть 8.3	14.5.3.1 Расчет плотности загрязнения при ЗА. Исходные данные	414
	14.5.3.2 Сценарий загрязнения малой площади	417
	14.5.3.3 Сценарий загрязнения большой площади	418
	14.5.3.4 Оценка возможного загрязнения водотоков	420
	14.5.3.5 Оценка возможного радионуклидного загрязнения водоемов	422
	14.5.3.6 Прогноз содержания радионуклидов в видах сельскохозяйственной продук- ции при максимальной проектной и запроектной авариях	424
	14.5.3.7 Действие ионизирующего излучения на сельскохозяйственные растения и животных при аварийных ситуациях	432
	14.5.3.8 Уровни загрязнения радионуклидом цезий-137 различных компонентов озерной экосистемы при максималь- ной проектной и запроектной аварии	434
	14.5.4 Ожидаемые дозы облучения при максимальной проектной аварии на энергоблоке	436
	14.5.4.1 Общие положения	436

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Нолж	Подп	Дата

Продолжение

Обозначение	Наименование	С.
1588 -ПЗ-ОИ4 Часть 8.3	14.5.4.2 Результаты расчетов доз облучения населения при максимальной проектной аварии	439
	14.5.4.3 Доза внутреннего облучения населения при пероральном поступлении радионуклидов при максимальной проектной аварии	442
	14.5.5 Ожидаемые дозы облучения при за-проектной аварии на энергоблоке	448
	14.5.5.1 Общие положения	448
	14.5.5.2 Результаты расчетов доз облучения населения при запроектной аварии на энергоблоке	449
	14.5.5.3 Доза внутреннего облучения населения при пероральном поступлении радионуклидов при запроектной аварии на энергоблоке	456
	14.5.5.4 Вклад различных составляющих в общую эффективную дозу облучения населения	461
	14.6 Резюме	462
	14.6.1 Геологические внешние природные факторы	462

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Нолк	Полл	Дата

Продолжение

Обозначение	Наименование	С.
1588 -ПЗ-ОИ4	14.6.2 Воздействие на поверхностные воды	463
	14.6.3 Прогноз возможного радиоактивного загрязнения подземных вод	465
	14.6.4 Воздействие АЭС на структурные и функциональные характеристики водных экосистем	468
	14.6.5 Воздействие АЭС на агроэкосистемы	469
	14.6.6 Воздействие АЭС на население	470
	15 Прогноз трансграничного воздействия белорусской АЭС	472
	15.1 Общие положения	472
	15.2 Характеристика региона в трансграничном контексте	475
	15.3 Модели для расчета, исходные данные	477
	15.4 Литовская Республика	479
	15.4.1 Поверхностные воды	479
	15.4.2 Подземные воды	480
	15.4.3 Радиоактивное загрязнение территории при ЗА	482
	15.4.4 Оценка радиационного воздействия белорусской АЭС на население	486
	15.5 Польша	490
	15.6 Австрия	493
	15.7 Республика Латвия	494
	15.8 Украина	496

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.уч.	Лист	Нолж	Полл	Дата
------	---------	------	------	------	------

14 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АЭС

14.1 Введение

Экологические концепции ядерной энергетики основаны на анализе обобщения информации об охране окружающей АЭС среды, поведения в окружающей среде загрязнителей с АЭС и откликах экосистем природного окружения АЭС на воздействия, сопровождающие работу АЭС. Эти концепции суть следующее:

- **АЭС – это комплекс**, представляющий собою собственно АЭС, ее вспомогательные и строительные организации и предприятия, город (поселок) энергетиков с учреждениями и предприятиями его коммунально-бытового обеспечения;

- **АЭС – это источник** четырех видов воздействий на качество условий жизни населения и природное окружение, а именно: радиационного, химического, теплового и связанного с урбанизацией региона и выполнением строительных работ;

- **при нормальной работе АЭС** население, а равно и ее природное окружение абсолютно защищены от радиационных воздействий АЭС, при нарушении нормального режима работы радиационные воздействия могут стать основным видом воздействий;

- **основным видом воздействий** нормально работающей АЭС на водные экосистемы является тепловое воздействие, т.е. сброс в водоем избытков выработанного на АЭС тепла;

- **основными видами воздействий** на наземные экосистемы являются воздействия, сопровождающие строительные работы, урбанизацию региона и возможно химическое воздействие;

- **в регионе АЭС** существуют критические по отношению к воздействиям АЭС группы населения, а равно критические биогеоценозы, критические ландшафты и ландшафтные сопряжения, критические виды растений и животных;

- **в регионе АЭС** отсутствуют как синергетические, так и протектористические эффекты воздействий, однако может проявляться эффект коммуляции загрязнителей, последствия которых вследствие их однонаправленности могут суммироваться.

Естественно, что для оценок допустимости дополнительных антропогенных воздействий (нагрузок) необходимо знать, какими они могут быть как во время строительства, так и при работе АЭС. Наиболее достоверной информацией об этом могут быть литературные данные о нагрузках, сопровождающих строительство и работу АЭС – аналогов. При оценке возможности воспользоваться этой информацией следует исходить из того, что будущая АЭС является безусловно источником малых воздействий как на природные объекты, так и индивидов из населения. Для этого предусмотрена процедура ОВОС. Цель этого мероприятия – получить поддержку общественности, местных органов, специалистов и ученых предложению построить АЭС в этом регионе. Это не простое мероприятие, оно должно проводиться на высоком профессиональном уровне, а высказанные участниками чтений замечания и предложения по обеспечению экологической безопасности АЭС должны быть учтены при разработке последующих обосновывающих материалов, экологических требований к проекту и эксплуатации АЭС.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

14.2 Оценка прогнозного воздействия геологической среды на объекты АЭС и АЭС на геологическую среду

Степень устойчивости геологической среды, ее свойства определяют возможность воздействия геологической среды на объекты АЭС, то есть обуславливают безопасность ее эксплуатации. В свою очередь АЭС может оказывать техногенное влияние на геологическую среду; при определенном сочетании техногенных нагрузок это влияние может быть либо негативным в случае недостаточной устойчивости (уязвимости) геологической среды, либо положительным, то есть повышающим устойчивость геологической среды.

Возможное воздействие геологической среды на объекты АЭС обусловлено наличием и сочетанием природных геологических и природно-техногенных факторов, оказывающих внешнее влияние на сооружения АЭС и рассматриваемых как внешние природные факторы (ВПФ). Степень влияния ВПФ на устойчивость зданий и сооружений зависит от свойств и устойчивости геологической среды. Под влиянием техногенного воздействия возможны изменения некоторых ВПФ, причем эти изменения могут повлечь за собой как ухудшение, так и улучшение свойств геологической среды в активной зоне оснований сооружений АЭС.

Свойства геологической среды в тридцатикилометровой зоне АЭС, присущие ей ВПФ влияния на объекты АЭС оказать не могут.

В таблице 121 приводится перечень и анализ ВПФ геологической среды, степень их изученности, а также возможность их изменений под влиянием техногенного воздействия, последствия этих изменений.

В целом геологическая среда площадки АЭС характеризуется достаточной устойчивостью, в связи с этим не оказывает негативного влияния на функционирование сооружений АЭС.

При строительстве и эксплуатации АЭС геологическая среда будет подвергаться различным воздействиям, среди которых необходимо отметить следующее:

- перераспределение нагрузок при вертикальной планировке промплощадки, статические нагрузки на толщу пород от веса зданий и сооружений и динамические - связанные с работой машин, механизмов и, главное, турбогенераторов;
- изменения гидрогеологических условий, изменение прочностных и деформационных свойств грунтов в результате замачивания.

Основные факторы, определяющие влияние АЭС на геологическую среду в безаварийном режиме эксплуатации, возможные негативные последствия и мероприятия, нивелирующие негативные последствия, приведены в таблице 121.

На площадке существуют условия для развития поверхностного подтопления при техногенных утечках или нарушении поверхностного стока. Подтопляемость обусловлена залеганием у поверхности земли относительно выдержанных моренных супесей с частыми прослойками и линзами песка. Пески имеют различный гранулометрический состав и фильтрационные свойства. Распространение и мощность линз весьма различны, закономерности не установлены. В этой связи подтопление может быть локальным, на участках отдельных сооружений или на всей площадке.

Подтопление за счет подъема уровня первого водоносного горизонта маловероятно при сохранении неизменным режима базиса разгрузки – рек Вилии, Гозовки, Ошмянки.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Таблица 121 - Внешние природные геологические и природно-техногенные факторы (ВПФ), их изменения под влиянием техногенного воздействия АЭС (в пределах площадки АЭС)

Перечень ВПФ	Изученность	изменения ВПФ под влиянием техногенного воздействия		ВПФ, влияющие на безопасность
		возможны	последствия	
1 Сейсмичность	+	-	-	+
2 Тектоника				
2.1 Наличие тектонически активных разломов	+	отсутствуют		
2.2 Наличие сильно дислоцированных пород, осложненных разрывными нарушениями сбросово-сдвигового характера	отсутствуют			
2.3 Грязевой вулканизм	отсутствует			
3 Геоморфологические условия				
3.1 Количество геоморфологических элементов	+	-	-	-
3.2 Расчлененность рельефа	+	+	улучшение условий	-
3.3 Уклоны поверхности	+	+	улучшение условий	-
3.4 Наличие крутых склонов	отсутствуют			
3.5 Наличие оврагов, озер	отсутствуют			
3.6 Наличие заболоченных участков	отсутствуют			
4 Неблагоприятные физико-геологические процессы				
4.1 карстовые (провалы, оседания поверхности)	отсутствуют			
4.2 суффозионно-карстовые (разуплотнение грунтов)	отсутствуют			
4.3 техногенный карст	отсутствует			
4.4 эрозия	отсутствует			
4.5 гравитационные склоновые (осыпи, обвалы, сели, оползни, выпоры, складчатые деформации)	отсутствуют			
4.6 оврагообразование	отсутствует			
4.7 заболачиваемость	отсутствует			
5 Геологическое строение				
5.1 Условия залегания грунтов	+	-	-	-
5.2 Литологический состав грунтов основания	+	-	-	-
6 Характеристика и свойства грунтов				
6.1 инженерно-геологических элементов (ИГЭ) четвертичных грунтов				
6.1.1 степень однородности по генезису	+	-	-	-
6.1.2 то же по возрасту	+	-	-	-

Изм. № подл.	Изм. № инв.
Подпись и дата	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

1588-ПЗ-ОИ4

Продолжение таблицы 121

Перечень ВПФ	Изученность	изменения ВПФ под влиянием техногенного воздействия		ВПФ, влияющие на безопасность
		возможны	последствия	
6.1.3 то же по литологическому составу	+	-	-	-
6.1.4 то же по напластованию в плане и по глубине	+	-	-	-
6.1.5 прочность	+	+	возможно изменение свойств грунтов в результате водонасыщения	+
6.1.6 деформационные свойства	+	+		+
6.1.7 динамические свойства	-	+	разжижение	+
6.1.8 фильтрационные свойства	+	-	-	-
6.2 Наличие специфических грунтов				
6.2.1 слабых, просадочных, набухающих, засоленных и пр.	отсутствуют			
6.2.2 карстующихся	отсутствуют			
7 Мероприятия по технической мелиорации грунтов	на данной стадии изученности нет необходимости			
8 Гидрогеологические условия				
8.1 количество водоносных горизонтов	+	+	возможно изменение гидрогеологических условий и формирование техногенного горизонта	-
8.2 уровень грунтовых вод (УГВ)	+	+		-
8.3 направление, скорость движения грунтовых вод	+	-	-	-
8.4 гидравлическая связь с поверхностными водами	+	-	-	-
8.5 область разгрузки подземных вод	+	-	-	-
8.6 область питания подземных вод	+	-	-	-
8.7 температура подземных вод	+	+	повышение температуры и изменение химсостава	-
8.8 химический состав и агрессивность	+	+		+
8.9 защищенность водоносных горизонтов	+	-	-	-
9 Подтопление площадки				
9.1 распространение подпора при паводке	+	-	-	-

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недлок	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Перечень ВПФ	Изученность	изменения ВПФ под влиянием техногенного воздействия		ВПФ, влияющие на безопасность
		возможны	последствия	
9.2 утечки из водонесущих коммуникаций	+	+	изменение гидрогеологических условий и подтопление	-
9.3 инфильтрация атмосферных осадков	+	+	существует	-
9.4 потенциальная возможность подтопления	+	+		
10 Техногенные факторы				
10.1 наличие подрабатываемых территорий	о т с у т с т в у ю т			
10.2 наличие нефтяных и газовых разработок	о т с у т с т в у ю т			
10.3 наличие напорных гидротехнических сооружений	о т с у т с т в у ю т			
10.4 создание водоема-охладителя	о т с у т с т в у ю т			
10.5 наличие водозабора подземных вод непосредственно под площадкой АЭС	о т с у т с т в у ю т			
Примечание – Таблица заполнена следующим образом: а) в графе 2: + ВПФ достаточно изучены, - ВПФ недостаточно изучены; б) графе 3: + изменения ВПФ возможны, - изменения ВПФ невозможны; в) графе 4: - последствия отсутствуют; г) в графе 5: + ВПФ влияют на безопасность, - ВПФ не влияют на безопасность; д) отсутствует - ВПФ на площадке АЭС проявления не имеют.				

14.3 Оценка воздействия в период строительства атомной электростанции

Строительство АЭС включает в себя различные этапы: земляные работы, строительство блока(ов), работы по установке и монтажу оборудования, пусконаладочные работы, ввод в эксплуатацию и т.д. В результате производства работ на данных этапах неизбежно будут образовываться нерадиоактивные отходы в виде строительного мусора, отходов упаковочного материала, санитарные отходы персонала, стоки, загрязненные нефтяными продуктами и так далее.

На первом этапе строительства белорусской АЭС будет выполнен большой объем земляных работ. Глубина строительной площадки белорусской АЭС будет от 8 до 16 метров. Удаленная почва будет перемещена на проектируемую свалку для почвы, расположенную рядом с площадкой. Количество выкопанной земли будет в пределах 850 000 м³ для одного блока АЭС, и 1 400 000 м³ для двух блоков. Некоторое количество удаленной почвы будет возвращено на строительную площадку белорусской АЭС, а остальная почва останется на временное хранение на свалке почвы.

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

В процессе планировки территории, перемещения земляных масс, на складах инертных материалов происходит запыление атмосферы. Однако это носит локальный и кратковременный характер, и с учетом применяемых мероприятий по пылеподавлению, в конечном счете, не приносит изменений в состояние окружающей среды.

Предприятия стройбазы по выпуску бетона, раствора, сборного железобетона также являются источниками выбросов пыли.

Пылеподавление осуществляется за счет установок циклонов-пылеотделителей, фильтров в системах пневмотранспорта и аспирации, установки аспирируемых местных укрытий в местах перегрузки заполнителей, увлажнения открытых складов заполнителей и дорог в летнее время.

Предприятия по изготовлению металлоконструкций, трубных узлов с проведением окрасочных, противокоррозионных, химзащитных работ являются источниками выбросов сварочных аэрозолей, окислов марганца, паров растворителей, кислот и щелочи. Для уменьшения концентрации вредных веществ на рабочих местах и выбросов в атмосферу предусматриваются местная вентиляция и, при необходимости, очистка выбросов до ПДК.

Асфальтобетонный завод является источником выброса сгоревших нефтепродуктов и пыли. Уменьшение выбросов этих веществ достигается установкой циклонов-пылеотделителей, высокотемпературных топок для полного сжигания технологического топлива и дымовой трубы, обеспечивающей необходимую высоту и разбавление выброса.

Предприятия автотранспорта, строительных машин и механизмов выделяют, в основном, окись углерода, окислы азота и серы, аэрозоли свинца, углеводороды и др.

Сокращение выбросов достигается за счет оптимальной схемы движения транспорта и машин, регулировкой двигателей для достижения нормативных показателей по выбросам.

Все вышеперечисленные объекты, загрязняющие атмосферу, находятся в пределах стройбазы и промплощадки и их влияние, в том числе и шум, не выходят за пределы территории строительства АЭС и не превышают допустимых значений.

Основными вредными веществами, выбрасываемыми в атмосферу, являются:

- двуокись азота;
- бензин;
- окись углерода;
- фенол;
- формальдегид;
- пыль, и др.

Максимальное содержание вредных примесей в точке выброса по аналогичным строениям составит ориентировочно:

- 0,45 ПДК для фенола + формальдегид;
- 0,5 ПДК для двуокиси азота + углерод + формальдегид.

Остальные – значительно ниже ПДК.

Безвозвратное потребление воды на нужды строительства минимально. Для очистки сточных вод предусматриваются резервуары и колодцы - отстойники, локальные очистные сооружения. После очистки стоки поступают в систему оборотного водоснабжения.

Максимальная интенсивность движения автомашин и механизмов не более 40 – 60 машин в час. Уровень шума за пределами промплощадки и на удалении от автодорог не превысит допустимого – 60 дБА.

Этап монтажа оборудования связан с образованием значительного количества твердых обычных отходов, обычно состоящих из строительных и бытовых отходов. Вид и прогнозное количество отходов на данном этапе приведен в таблице 122 [13].

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Таблица 122 – Вид и количество обычных отходов на этапе строительства

Вид отходов	1 реактор	2 реактор
Бумага	Общее количество:	Общее количество:
Стекло	14500 т из них	27000 т из них
Отходы упаковки		
Металлом	1000-2000 т не подлежит	2000-4000 т не подлежит
Отходы электроники	дальнейшему использованию	дальнейшему использованию
Отходы шин	(нижний предел)	(нижний предел)
Вышедший из употребления транспорт	Ориентировочное максимальное количество отходов 385	Ориентировочное максимальное количество отходов
Осадок сточных вод	т/месяц	740 т/месяц
Осадок бетона		
Свинцовые батареи		
Загрязненные почвы		

Точное количество, свойства и объемы отходов могут быть определены после выбора проекта АЭС, разработки архитектурного проекта белорусской АЭС, поставщиков оборудования АЭС и т.д.

Учитывая, что период строительства займет 6-8 лет, максимальное годовое производство твердых отходов будет достигнуто ближе к концу первого года и во время второго года строительства, затем оно будет медленно и постоянно уменьшаться [13].

В период строительства АЭС неизбежно негативное воздействие на окружающую среду. Однако на водные экосистемы воздействие строительных работ практически не скажется, поскольку все водоемы и водотоки удалены от строительной площадки на значительное расстояние. Ближайшая к стройплощадке река Вилия протекает на расстоянии 6 км. При условии, что проектом строительства будут предусмотрены очистные сооружения и системы оборотного водоснабжения, минимизирующие сброс сточных вод в гидрографическую сеть, пылеподавление при производстве строительных работ и другие природоохранные меры, процесс строительства АЭС не должен оказать заметного отрицательного воздействия на водные экосистемы.

Составной частью строительства атомной станции является также сооружение линий электропередачи. При выборе их трасс следует учитывать экологическую значимость природных комплексов региона. Спецификой рассматриваемого региона является наличие в его пределах природных комплексов, имеющих важное общенациональное значение для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. Они входят в состав формируемой на территории Беларуси национальной экологической сети.

В пределы 30-км зоны входят все элементы национальной экологической сети Беларуси – экологические ядра, экологические коридоры и буферные зоны. В качестве экологического ядра европейского уровня выступает национальный парк «Нарочанский» с примыкающим к нему заказником республиканского значения «Сорочанские озера». Прилегающие к этим объектам земли образуют буферную зону экологического ядра.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Функцию экологического коридора выполняют лесные массивы, располагающиеся вдоль р. Вилии и ее притока – р. Ошмянки. Они соединяют экологическое ядро, располагающееся на белорусской стороне, с природными комплексами Литовской Республики.

Принимая во внимание необходимость сохранения целостности расположенных в 30-км зоне элементов национальной экологической сети, выбор трасс линий электропередачи от АЭС следует проводить таким образом, чтобы не допустить фрагментации крупных естественных природных комплексов – составных частей экологической сети.

В целом этап строительства АЭС выступит как наиболее значимый с точки зрения воздействий на природную среду. При этом коренные изменения ландшафтов произойдут только на самой строительной площадке и вблизи нее. Они не вызовут существенных неблагоприятных экологических последствий, поскольку ландшафты, которые будут подвергнуты изменениям, не имеют высокой экологической ценности. Для естественных экосистем, которые расположены на удалении от площадки, опасность представляет не ведение строительных работ на ней, а прокладка трасс линий электропередачи. Их нужно проектировать в обход значимых для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия природных комплексов.

На территории, прилегающей к площадке и вдоль автодорог, возрастет химическое загрязнение атмосферного воздуха, почв и вод. Однако, при соблюдении соответствующих природоохранных мероприятий, оно не будет отличаться высокой интенсивностью и не окажет негативного влияния на природные экосистемы. Наибольшему риску загрязнения подвергнутся малые реки Гозовка и Полпе. Для них должны быть реализованы водоохраные меры.

На этапе строительства и эксплуатации АЭС произойдет увеличение количества населения в регионе. Это приведет к усилению рекреационных нагрузок на природные экосистемы. Возможно их замусоривание, дигрессия фитоценозов, повышение пожарной опасности в лесах. Для предотвращения неблагоприятных изменений экосистем может потребоваться организация вблизи мест проживания и трудовой деятельности людей дополнительных объектов отдыха на природе с их соответствующим оборудованием. Кроме этого необходимы будут меры по усилению контроля соблюдения установленных режимов природопользования.

14.4 Воздействие АЭС на окружающую среду

14.4.1 Прогноз подтопления площадки

Расчет возможного подтопления выполнен по схеме неограниченного водоносного пласта для случая поступления дополнительной инфильтрации из круговой системы источников с постоянной интенсивностью во времени, при следующих условиях (таблица 123):

- радиус круговой системы источника техногенного питания (r_0) равен значению радиуса круга, эквивалентному по площади площадке размещения одного реактора АЭС, площадью $0,56 \text{ км}^2$, и равен 422 м;
- расчетное время эксплуатации АЭС устанавливается равным 5, 25, 60 лет;
- средняя (эффективная) мощность безводных конечно-моренных отложений равна: 2,65 м (при $W_{min} = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ м/сут}$) и 20,0 м (при $W_{max} = 5,12 \cdot 10^{-3} \text{ м/сут}$);
- граница растекания купола техногенного горизонта (верховодки) $R(t)$ определяется подбором по зависимости:

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

$$\frac{R^2(t) - r_0^2}{2} - 2 \frac{R(t)r_0}{R^2(t) - r_0^2} \ln \frac{R(t)}{r_0} = 2,24r_0t\sqrt{WK_\phi} \quad (1)$$

- расчет максимального подъема купола техногенного горизонта (верховодки) (Δh) выполняется по формуле:

$$\Delta h^2 = \frac{W}{K_\phi} \cdot 2 \frac{r_0^2}{R^2(t) - r_0^2} \left[R^2(t) \ln \frac{R(t)}{r_0} - \frac{R^2(t) - r_0^2}{2} \right] + \frac{W}{2K_\phi} (r^2 - r_0^2), \quad (2)$$

где r – расстояние до центра круговой площадки на которой осуществляется техногенная инфильтрация от точки, в которой определяется подъем уровня воды, остальные параметры прежние.

- расчетами определяется максимально возможный подъем уровня техногенного водоносного горизонта (верховодки) в центре круговой площадки для $r = r_0$.

Таблица 123– Величина подъема уровня техногенного водоносного горизонта по результатам предварительных расчетов

Период эксплуатации АЭС, лет	Интенсивность техногенного инфильтрационного питания, $W_{min} = 6,8 \cdot 10^{-4}$ м/сут		Интенсивность техногенного инфильтрационного питания, $W_{max} = 5,12 \cdot 10^{-3}$ м/сут	
	$R(t)$, м	Δh , м	$R(t)$, м	Δh , м
5,0	585	2,99	790	11,3
25,0	975	4,9	1500	17,6
60,0	1440	6,9	2300	20,8

Максимальный подъем купола растекания техногенного водоносного горизонта за расчетный срок эксплуатации одного реактора белорусской АЭС (60 лет) составит от 6,9 до 20,8 м. Радиус купола растекания техногенного водоносного горизонта (верховодки) может составить от 1,44 до 2,3 км.

Результаты прогнозных аналитических расчетов являются предварительными и будут уточняться на последующих стадиях выполнения исследований, в том числе методом математического моделирования.

14.4.2 Водопотребление и водоотведение белорусской АЭС

При разработке предварительного ОВОС белорусской АЭС принималось, что весь объем воды, необходимый для производственного водоснабжения белорусской АЭС из расчета $1,27 \text{ м}^3/\text{с}$ на один ЭБ ($2,54 \text{ м}^3/\text{с}$ на 2 ЭБ) будет полностью использоваться - безвозвратное водопотребление соответствует забору воды.

После уточнения предпроектных решений с использованием данных ОАО «Санкт-Петербургский Атомэнергопроект» на основании баланса водопотребления и водоотведения белорусской АЭС с учетом безвозвратного водопотребления (таблица 124) получено, что необходимые потребности для производственного водоснабжения белорусской АЭС на 1 энергоблок (1 ЭБ) в зависимости от времени года составляют от $0,95 \text{ м}^3/\text{с}$ зимой до $1,39 \text{ м}^3/\text{с}$ летом ($1,8-2,78 \text{ м}^3/\text{с}$ на 2 ЭБ). При этом объемы водоотведения отработанных технических сточных вод составляют на 1 ЭБ от $0,48 \text{ м}^3/\text{с}$ зимой - до $0,69 \text{ м}^3/\text{с}$ летом ($0,96-1,38 \text{ м}^3/\text{с}$ на 2 ЭБ).

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Таблица 124 - Общая характеристика производственного (технического) водоснабжения и отведения технических сточных вод белорусской АЭС

Наименование	Месяцы												среднее	Максимальное
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Водопотребление (1 ЭБ), м³/ч														
Итого на 1 ЭБ	3431	3447	3719	4182	4643	4876	5013	4955	4642	4258	3889	3594	4221	5013
Итого на 2 ЭБ	6862	6894	7438	8364	9286	9752	10026	9910	9284	8516	7778	7188	8442	10026
Водоотведение (1 ЭБ), м³/ч														
Продувка оборотной системы РА с градирнями	1572	1587	1707	1917	2127	2247	2322	2277	2157	1962	1785	1647	1942	2322
Минерализованные воды от водоподготовительной установки	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
Щламовые воды от водоподготовительной установки	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Итого 1 ЭБ	1725	1740	1860	2070	2280	2400	2475	2430	2310	2115	1938	1800	2095	2475
Итого 2 ЭБ	3450	3480	3720	4140	4560	4800	4950	4860	4620	4230	3876	3600	4190	4950
Безвозвратное водопотребление (1 ЭБ), м³/ч														
Восполнение потерь речной воды в градирнях	1503	1504	1656	1904	2150	2260	2320	2308	2118	1934	1746	1591	1858	2320
Подпитка баков производственно-противопожарного запаса воды	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Подпитка после обессоливания брызгальных бассейнов	92	92	92	97	102	105	107	106	103	98	94	92	98	107
Подпитка после обессоливания контуров АЭС	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Итого на 1 ЭБ	1706	1707	1859	2112	2363	2476	2538	2525	2332	2143	1951	1794	2126	2538
Итого на 2 ЭБ	3412	3414	3718	4224	4726	4952	5076	5050	4664	4286	3902	3588	4251	5076

Основные технико-экономические показатели и состав объектов типовой производственной базы строительства АЭС с реакторами ВВЭР в части систем водоснабжения и водоотведения следующие:

- протяженность водовода для производственного водоснабжения - до 10000 м
- протяженность хозяйственно-питьевого водопровода – до 7000 м;
- протяженность водоводов хозяйственно-бытовой канализации, п.м – до 6500 м;
- расходы воды:
 - питьевой - 1050 м³/сут;
 - технической (при строительстве АЭС) - до 800 м³/сут;

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

1588-ПЗ-ОИ4

- технической (при эксплуатации АЭС): на один энергоблок - 0,95 -1,39 м³/с (82,08 - 120,1 тыс.м³/сут), для двух энергоблоков – 1,9 - 2,78 м³/с (164,16-240,2 тыс. м³/сут);
- повторно-используемой от очистных сооружений бытовых, производственно-ливневых и стоков, содержащих нефтепродукты: на один энергоблок – 41 м³/ч (984 м³/сут); на два энергоблока - 82 м³/ч (1968 м³/сут);
- технических сточных вод: на один энергоблок - 0,48 - 0,69 м³/с (41,47-59,62 тыс.м³/сут), на два энергоблока - 0,96-1,38 м³/с (82,94 - 119,24 тыс.м³/сут);
- коммунально-бытовых сточных вод – 1050 м³/сут;
- безвозвратное водопотребление: на один энергоблок - 0,47–0,70 м³/с (40,61-60,48 тыс.м³/сут), на два энергоблока - 0,94 -1,40 м³/с (81,22-120,96 тыс.м³/сут).

14.4.3 Краткая характеристика воздействия на поверхностные воды

Основным видом воздействия АЭС на поверхностные воды после ввода в эксплуатацию является изменение гидрологического режима водных объектов - источников производственного водоснабжения АЭС. За счет постоянного забора воды изменяется уровень и скоростной реки Вилия – основного источника производственного водоснабжения белорусской АЭС.

В связи со сбросами в р. Вилия технических сточных вод в объеме для двух энергоблоков до 87,67 млн м³/год с температурой до 37 °С может произойти тепловое загрязнение реки, а также и химическое загрязнение.

В связи со сбросами очищенных коммунально-бытовых сточных вод может произойти изменение качества воды в поверхностных водных объектах-приемниках очищенных сточных вод (общее количество коммунально-бытовых сточных вод для АЭС данного типа для двух энергоблоков может составить до 0,383 млн м³/год). При этом для минимизации негативного воздействия образующихся сточных вод с белорусской АЭС на поверхностные воды будут использованы системы очистки вод.

Источником образования жидких нерадиоактивных сбросов являются производственные процессы, связанные с использованием воды (производственные стоки); хозяйственно-бытовые и дождевые стоки; объемы воды при продувке замкнутой (оборотной) системы техводоснабжения. Хозяйственно-бытовые стоки от промплощадки АЭС, стройбазы, расположенной в зоне АЭС, жилпоселка АЭС и стройбазы за зоной АЭС по самотечным сетям поступают в соответствующие насосные станции перекачки и далее по напорным трубопроводам подаются на очистные сооружения. Очистные сооружения хозяйственных стоков запроектированы на полную биологическую очистку стоков. Очищенные стоки по трубопроводам отводятся в ближайший водный объект.

Дождевые воды с водосборной территории административного корпуса самотечными сетями собираются в существующую насосную станцию перекачки дождевых сточных вод производительностью 100 м³/час с резервуаром-усреднителем емкостью 60 м³ и затем перекачиваются в самотечные сети дождевой канализации района ОВК. При этом объемы повторно-используемой от очистных сооружений бытовых, производственно-ливневых и стоков, содержащих нефтепродукты для двух энергоблоков, составляют 0,72 млн м³/год.

Дождевые воды с водосборной территории района ОВК и энергоблоков от малоинтенсивных дождей и загрязненная часть стока от интенсивных дождей через разделительную камеру направляются в насосную станцию перекачки дождевых сточных вод производительностью 100 м³/час с резервуаром-усреднителем емкостью 60 м³ и далее – на осветление в шламонакопитель. Остальная часть дождевого стока после разделительной камеры по самотечному коллектору поступает в подводящий канал

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

основной системы охлаждения. Годовой объем дождевых стоков, направляемых в водный объект, составляет 66 тыс. м³/год.

Дождевые воды с водосборной территории энергоблоков № 1 и № 2, и очистных сооружений «грязной зоны» самотечными сетями собираются в коллектор и отводятся в подводящий канал основной системы охлаждения.

К виду воздействия белорусской АЭС на поверхностные воды относится возможное радионуклидное загрязнение водных объектов, связанное со сбросами радиоактивных веществ со станции в пределах допустимых сбросов (ДС). После радиационного контроля, осуществляемого датчиками АСРТК в контрольных баках и анализом проб в радиохимической лаборатории, дебалансные воды станции из ЗКД сбрасываются. При необходимости вода из контрольных баков поступает на повторную очистку в систему переработки жидких радиоактивных сред (трапных вод). Очистка трапных вод производится на выпарной установке. В результате переработки трапных вод получается чистый конденсат, повторно используемый в цикле АЭС, и концентрат солей (кубовый остаток), являющийся ЖРО.

Одним из наиболее существенных видов воздействия АЭС на поверхностные воды является их аварийное радионуклидное загрязнение.

В случае, если остатки воды в градирнях (около 3,785 млн.м³/год) будут поступать обратно в реку, данный фактор также явится дополнительным источником воздействия на поверхностные воды, так как в добавление к нерастворенным твердым частицам эта вода будет содержать химикалии, добавляемые для предотвращения коррозии и засорения в градирне. Обычно для этих целей используются серно-кислотные ингибиторы на основе хрома.

Источником воздействия на изменение микроклимата может быть испарение в градирнях. Расход воды через испарение в градирнях для обеспечения требований охлаждения приближается к 15,14 млн м³/год. Испарение воды в таких количествах может вызвать образование туманов или наледей в локальном масштабе - этот эффект присущ любым станциям, где используются градирни.

14.4.4 Прогноз воздействия белорусской АЭС на поверхностные воды

14.4.4.1 Характеристики стока

Прогноз воздействия белорусской АЭС на характеристики стока основан на **максимальном объеме безвозвратного водопотребления** станции, который для двух энергоблоков составляет **120,96 тыс.м³/сут (1,4 м³/с)** - при заборе для производственного водоснабжения до 240,2 тыс.м³/сут (2,78 м³/с) и сбросе технических сточных вод до 119,24 тыс.м³/сут (1,38 м³/с). Стоковые характеристики р. Вилия после отвода воды сравниваются с минимальными характеристиками, необходимыми для ее экологического функционирования. Основным экологическим ограничением является требование о сохранении в реке после отвода минимального допустимого расхода (МДР) не менее, чем 75 % от минимального среднемесячного расход воды 95 % обеспеченности в течение зимней либо летней межени (наименьшего из них), который при любых гидрологических условиях после отвода должен составлять не менее, чем 22,73 м³/с [147,148].

Прогноз воздействия отвода воды для нужд АЭС из р. Вилия показывает, что при размещении двух энергоблоков при расходах воды в реке, близких к среднемноголетним, безвозвратное водопотребление будет не более, чем 2,2 % от расхода воды в реке. При условиях маловодного года и расходах воды в реке, близких к минимальным среднемесячным летне-осенней и зимней межени 95 % ВП, при двух энергоблоках – не более, чем 4,6 %. При условиях очень маловодного года и расходах во-

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

ды в реке, близких к минимальным среднесуточным летне-осенней и зимней межени 97 % ВП при двух энергоблоках – не более, чем 6% от расхода воды в реке.

14.4.4.2 Уровенный и скоростной режим

Прогноз изменения уровенного и скоростного режима р. Вилия при размещении поверхностного водозабора и отводе воды для двух энергоблоков АЭС выполнен с использованием математической модели неравномерного движения воды [149] и исходной гидрологической и морфометрической информации по поперечным сечениям реки Вилия, полученным в ходе полевых экспериментальных исследований. Данный прогноз выполнен для различных гидрологических условий: при расходах воды в реке, близких к среднемноголетним, минимальным среднемесячным и среднесуточным 97 % вероятности превышения за период летне-осенней межени (таблицы 125,126). Пример прогноза изменения уровенного и скоростного режима для самого неблагоприятного случая (при минимальных среднесуточных расходах 97%ВП) приведен на рисунках 88,89.

Максимальное понижение уровней на участке реки Вилия ниже размещения водозабора и отвода технических сточных вод может составить при двух энергоблоках и среднемноголетних расходах воды до 3 см (до 1 см в трансграничном створе -ТС), при минимальных расходах – до 7 см (до 5 см в ТС). Максимальное понижение уровней на участке между водозабором и сбросом сточных вод (2,7 км) при среднемноголетних расходах воды составит до 4 см, при минимальных расходах – до 9 см. Указанное понижение уровней воды на участке между водозабором и сбросом не окажет существенного негативного воздействия на условия для проходных видов рыб, так как на этом участке нет притоков. Также на указанном участке нет заборов и сбросов воды, что обуславливает отсутствие негативного воздействия снижения уровней воды в реке на характеристики водопользования.

Прогноз скоростного режима реки Вилия при размещении белорусской АЭС показал незначительное уменьшение средних скоростей течения (максимальное – на 0,04 м/с) на участке реки ниже размещения водозабора и незначительное изменение в трансграничном створе. Размещение водозабора будет оказывать незначительное воздействие на скоростной режим выше размещения водозабора - максимальное увеличение средних скоростей течения составит 0,02 м/с для двух энергоблоков на участке до 1,5 км вверх по течению реки.

Таблица 125 – Обобщение прогноза изменения уровенного режима р. Вилия при размещении поверхностного водозабора производственного водоснабжения белорусской АЭС на участке «н.п. Малые Свирянки - н.п. Мужилы»

Гидрологические условия/ характеристики изменения	При среднемноголетних расходах воды	При минимальных среднемесячных расходах летне-осенней межени	При минимальных среднесуточных расходах летне-осенней межени
Глубины в реке в естественных условиях (максимальные в поперечных сечениях), м	2,4 – 3,4	1,7-2,6	1,6-2,3
максимальное понижение на участке, длиной 2,7 км ниже водозабора до сброса технических сточных вод АЭС, м/с	0,04	0,07	0,09

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Окончание таблицы 125

Гидрологические условия/ характеристики изменения	При среднемного-летних расходах воды	При минимальных среднемесячных расходах летне-осенней межени	При минимальных среднесуточных расходах летне-осенней межени
максимальное понижение на остальном участке до границы (ниже сброса технических сточных вод), м	0,03	0,05	0,07
в трансграничном створе, м	0,01	0,04	0,05

Таблица 126 - Обобщение прогноза изменения скоростного режима р. Вилия при размещении поверхностного водозабора производственного водоснабжения белорусской АЭС на участке «н.п. Малые Свирынки - н.п. Мужилы»

Гидрологические условия/ характеристики изменения	При среднемного-летних расходах воды	При минимальных среднемесячных расходах летне-осенней межени	При минимальных среднесуточных расходах летне-осенней межени
Средние скорости течения (естественные условия)	0,5-0,7	0,4-0,6	0,35-0,55
максимальное изменение на участке ниже водозабора, м/с	-0,03	-0,04	-0,04
максимальное изменение на участке выше водозабора, м/с	+0,01	+0,03	+0,03
в трансграничном створе, м/с	-0,005	-0,01	-0,015

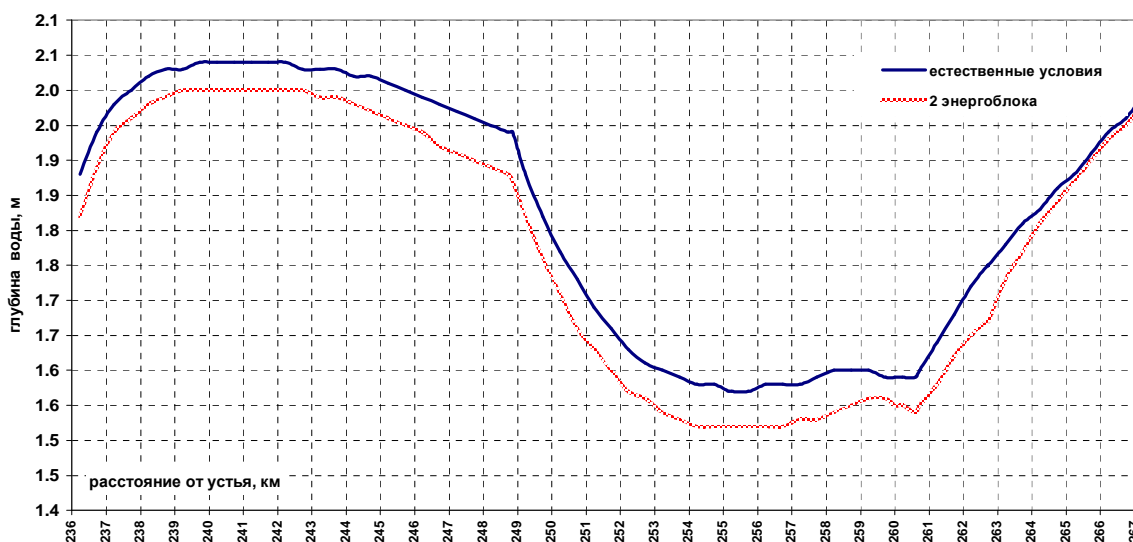


Рисунок 88 – Результаты прогноза изменения уровенного режима (глубин потока) р.Вилия при размещении водозабора при расходах воды, близких к минимальным среднесуточным летне-осенней межени 97% ВП

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

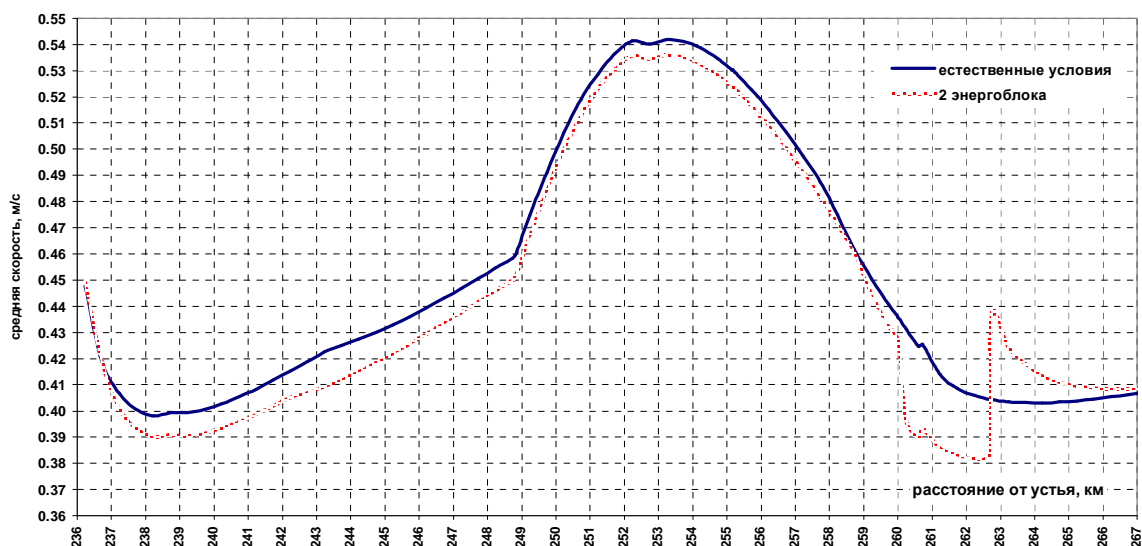


Рисунок 89 – Результаты прогноза изменения скоростного режима р.Виляя при размещении водозабора при расходах воды, близких к минимальным среднесуточным летне-осенней межени 97% ВП

14.4.4.3 Водобалансовые показатели

Водные ресурсы и потребности в воде с точки зрения развития и размещения производительных сил взаимосвязаны. Основным средством контроля за современным состоянием водных ресурсов и планирования использования вод на ближайший период и на различную перспективу являются водохозяйственные балансы. Водохозяйственные балансы представляют собой расчётные материалы, позволяющие сопоставить потребность в воде с имеющимися на данной территории водными ресурсами, и предназначены для оценки наличия и степени использования водных ресурсов, планирования и принятия решений по вопросам использования и охраны вод (статья 92 Водного кодекса Республики Беларусь). Порядок разработки и оформления водохозяйственных балансов устанавливается техническим кодексом установившейся практики ТКП 17.06-03-2008.

Для более полной (комплексной) оценки состояния водообеспеченности и установления влияния одного или нескольких крупных водопользователей на водные ресурсы используются разновидности расчётных балансов, заключающиеся в сопоставлении располагаемых водных ресурсов с фактическими заборами воды. Такой вид баланса использован для определения возможностей использования водных ресурсов р. Виляя для бесперебойного водообеспечения функционирования АЭС. Алгоритмы составления балансов всех видов базируются на алгоритмах составления балансов двух основных видов: расчётных и отчетных.

В приходную часть расчётных водохозяйственных балансов (ВХБ) включаются располагаемые водные ресурсы.

В расходную часть расчётных балансов включаются лимиты объемов забираемой воды, регламентированные выданными разрешениями на спецводопользование. В практике регулирования водопользования лимиты забора воды являются одинаковыми для условий среднего по водности года и года 75 % обеспеченности, а для условий речного стока 90 и 95 %-ой обеспеченности эти лимиты могут снижаться введением соответствующих поправочных коэффициентов.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Для расчетов водохозяйственных балансов в общем случае используется следующее основное уравнение (в единицах объема воды за расчетный интервал времени):

$$W_o = W_{вс} + W_e - MW_e + W_{изм} + W_{вх} + W_{рр} - MW_{вх} + W_{пд} - W_{заб} - W_{пу} + MW_{сбр} - W_{пер} - W_{тр} + W_{сбр} \quad (3)$$

где W_o - водохозяйственный баланс: избыток (+) или дефицит (-) ресурсов речных вод на участке или в бассейне;

$W_{вс}$ - поступление воды из вышерасположенного участка по речной сети;

W_e - речной сток, формирующийся на участке в естественных условиях;

MW_e - естественные потери стока по длине реки;

$W_{изм}$ - происшедшие изменения в формирующемся на участке (в бассейне) речном стоке под влиянием хозяйственной деятельности на водосборной площади (распашка и осушение земель, агролесомелиорация, борьба с эрозией, горные работы, урбанизация территорий);

$W_{вх}$ - сработка (+) или наполнение (-) водохранилищ и прудов на участке;

$W_{рр}$ - изменение запасов воды в речной сети за счет колебания притока и оттока на участке;

$MW_{вх}$ - потери воды, связанные с водохранилищами (дополнительное испарение, фильтрация в берега и ложе, для новых объектов - заполнение мертвого объема);

$W_{пд}$ - подача воды на участок из других бассейнов или участков (по каналам и трубопроводам);

$W_{вх}$ - сработка (+) или наполнение (-) водохранилищ и прудов на участке;

$W_{рр}$ - изменение запасов воды в речной сети за счет колебания притока и оттока на участке;

$MW_{вх}$ - потери воды, связанные с водохранилищами (дополнительное испарение, фильтрация в берега и ложе, для новых объектов - заполнение мертвого объема);

$W_{пд}$ - подача воды на участок из других бассейнов или участков (по каналам и трубопроводам);

$W_{заб}$ - отбор воды из реки;

$W_{пу}$ - вызванное отбором подземных вод уменьшение речного стока;

$W_{сбр}$ - поступление в речную сеть на участке по открытым каналам и закрытым коллекторам или трубопроводам сточных, возвратных, шахтных и других вод;

$MW_{сбр}$ - выклинивание коллекторно-дренажных вод в речную сеть подземным путем;

$W_{пер}$ - переброска в другие бассейны (участки);

$W_{тр}$ - необходимый транзитный сток (комплексный попуск) в замыкающем створе для удовлетворения требований водопользователя в русле реки и ниже по течению.

При отсутствии надежных исходных данных отдельные составляющие водохозяйственного баланса не учитываются. В настоящее время для условий Республики Беларусь это упрощение можно распространить на величины $W_{изм}$ и $W_{рр}$, а также $MW_{сбр}$.

Состояние (знак) водохозяйственного баланса определяется с учетом расчетной обеспеченности удовлетворения потребностей в воде (по числу бесперебойных лет, в процентах).

Критерием удовлетворения потребностей водопользователей является расчетная обеспеченность по числу бесперебойных лет ($P_{чбл}$), вычисляемая в процентах по формуле:

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

$$P_{\text{чбл}} = \frac{N - m}{N + 1} * 100\% , \quad (4)$$

где N - продолжительность многолетнего расчетного ряда, принимаемого за прототип будущего водного режима, в годах;
m - число перебойных лет (с дефицитом воды хотя бы в одном интервале в году).

Обеспеченность по числу бесперебойных лет показывает вероятность того, что потребности в воде со стороны водопользователей будут выдержаны в полном объеме в $P_{\text{чбл}}$ лет из 100.

Сравнением полученной обеспеченности с заданной устанавливается состояние водохозяйственного баланса.

Для водного транспорта целесообразно использовать показатель обеспеченности по сумме бесперебойных месяцев (декад) многолетнего расчетного периода, что позволяет оценить относительную продолжительность бесперебойных интервалов времени. Обеспеченность по продолжительности бесперебойных интервалов времени определяется формулой:

$$P_{\text{чбл}} = \frac{M}{N * n} * 100\% , \quad (5)$$

где M - суммарная продолжительность бесперебойных периодов времени в расчетном ряду;

n - суммарная продолжительность рассматриваемых периодов в году.

Для составления водохозяйственного баланса реки Вилия использована информация Департамента по гидрометеорологии об измеренном стоке в створе н.п. Михалишки.

Сток р. Вилии претерпел значительные изменения с 1976 года после строительства Вилейского водохранилища и начала функционирования Вилейско-Минской водной системы. С целью анализа однородности рядов стока весь период наблюдений за стоком по двум гидрологическим постам был разделен на 2 части (до создания водохранилища и после), для каждой из которых были определены основные гидрологические характеристики, сведенные в таблицу 127.

Полученные данные свидетельствуют о значительном расхождении расчетных гидрологических характеристик, определенных за период до строительства Вилейского водохранилища и после. При этом влияние водохранилища на сток в створе н.п. Михалишки оказывается намного меньше, вследствие значительной боковой приточности между створами Вилейка и Михалишки.

Таблица 127 – Сравнительная характеристика расчётных величин стока за различные временные периоды

Показатель	1949- 1975 гг. млн м ³	1977-2007 гг. млн м ³	Величина Расхожде- ния, млн м ³	% расхож- дения
р. Вилия - Вилейка				
Среднегодовой объём стока	883,0	655,9	227,1	26
Максимальный объём стока	1277,2	1088,0	189,2	15
Минимальный объём стока	567,7	444,6	123,0	22
р. Вилия – Михалишки				
	1945-1975 гг.	1976-2007 гг.		
Среднегодовой объём стока	2163	1895	268	12
Максимальный объём стока	3154	2655	499	16
Минимальный объём стока	1492	1321	171	11

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Расчётные гидрографы необходимой обеспеченности для анализа водохозяйственного баланса выбраны по эмпирической кривой обеспеченности за период после заполнения Вилейского водохранилища.

Величина сложившегося к настоящему времени влияния хозяйственной деятельности на водосборе на водный режим, как показали исследования, находится в пределах точности расчётов, и поэтому при составлении балансов игнорируется [150].

Во всех случаях составления баланса учитываются либо привлекаемые подземные воды, несвязанные гидравлически с речным стоком, либо используемые подземные воды, оказывающие влияние на речной сток. В количественном отношении они характеризуются данными статистической отчётности.

На участке Вилии ниже Вилейского водохранилища других водохранилищ нет. Основные параметры прудов, расположенных в водосборе [151], приведены в таблице 128.

Таблица 128 - Характеристика прудов в бассейне р. Вилия

Количество	Малые		Средние			Большие			Итого		
	площадь, га	объём, тыс. м ³	количество	площадь, га	объём, тыс. м ³	количество	площадь, га	объём, тыс. м ³	количество	площадь, га	объём, тыс. м ³
66	301,2	2325,7	30	489,6	7376,8	4	159,2	4734,8	100	950,0	14437,3

Зарегулированность речного стока на рассматриваемом участке незначительна, что позволяет осуществлять только частичное внутригодовое его перераспределение. В необходимых случаях режимы работы прудов могут приниматься в расчёты по правилам сезонного регулирования стока. При расчёте баланса за маловодный год 95 % обеспеченности они не учитывались. При расчёте баланса за маловодный год 97 % обеспеченности предусмотрено дополнительное поступление воды за счёт регулирования стока в размере 1,85 млн.м³ в месяц.

Определение потребностей в воде заключалось в выявлении по данным статистической отчётности использования вод по форме «1-Вода (Минприрода)» современных лимитов водопотребления и водоотведения водопользователями, расположенными в бассейне Вилии выше предполагаемого размещения поверхностного водозабора АЭС, определении санитарных и экологических попусков, дополнительных потерь на испарение с поверхности прудов и водохранилищ, а также в оценке перспективных потребностей в воде.

Базовым уровнем для оценки современного состояния водопотребления принят 2007 год. Проведенный анализ материалов и их сопоставление с ретроспективными показателями позволяет сделать вывод, что они с достаточной степенью точности характеризуют современное состояние водопотребления и водоотведения в рассматриваемом районе [152].

На основании этих данных в расчёты баланса на современном уровне заложена величина забора воды в размере 104,5 млн.м³ из поверхностных природных водных источников и 32,76 млн.м³ из подземных источников.

Потери на дополнительное испарение принимаются в размере 1,3 млн.м³ в год 97 % обеспеченности и 0,73 млн.м³ в год 95 % обеспеченности.

Минимально необходимый попуск принят из расчёта в объёме 75 % от минимального среднемесячного расхода воды 95 % обеспеченности (22,72 м³/с), что со-

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

ответствует экологическому минимуму для сохранения реки как самовосстанавливающегося элемента окружающей среды.

Расчёты балансов проведены по следующим вариантам:

– для лет расчётной обеспеченности по стоку в 50 %, 75 % и 95 %, а также для маловодных лет 95 % и 97 % обеспеченности в месячном разрезе;

– по календарным суточным рядам стока.

Анализ полученных результатов по всем расчётным годам свидетельствует о том, что изъятие стока из речного русла в настоящее время не превышает 124 млн.м³ в год, что составляет менее 10 % от годового стока 97 % обеспеченности выше н.п. Михалишки, следовательно, заметного влияния на изменения стокового режима реки оказать не может. Планируемый на перспективу рост безвозвратных изъятий не превысит 10 % стока 95 % обеспеченности, что тоже находится в пределах погрешности определения гидрологических величин. Поэтому водохозяйственные балансы по годам 50 % и 75 % расчётной обеспеченности по стоку здесь не приведены.

Проверка всего календарного гидрологического ряда свидетельствует о том, что в целом по годам транзитный попуск выдерживается во всех членах гидрологического ряда или практически бесперебойно (с обеспеченностью $p > 97\%$). Анализ календарного ряда в суточном разрезе (таблица 129) позволяет вычислить расчётную обеспеченность по числу бесперебойных лет ($P_{чбл}$):

а) в случае функционирования двух блоков АЭС, когда количество лет с перебоями, связанными с неудовлетворением транзитного стока, хотя бы в одни сутки составляет 20:

$$P_{чбл} = \frac{62 - 16}{63} * 100\% = 73,0 \ % ; \quad (6)$$

При этом обеспеченность по продолжительности бесперебойных интервалов времени определяется формулой:

а) в случае функционирования двух блоков АЭС, когда общая суммарная за год продолжительность перебойного периода составляет 64 суток:

$$P_{np} = \frac{22566}{62 * 365} * 100\% = 99,7 \ % ; \quad (7)$$

Следует отметить, что результаты расчетов водохозяйственного баланса и анализ маловодных периодов, в течение которых могут быть нарушены экологические ограничения в р. Виляя с учетом производственного водоснабжения АЭС по календарному ряду, состоящему из 62 лет (с 1946 по 2007 гг.), показали, что при заборе воды для двух энергоблоков продолжительность дефицитных периодов может составить в среднем трое суток со средним дефицитом воды в 296,4 тыс. м³. Исключения составляют особенно маловодные 1950 и 1992 годы, когда количество дефицитных суток составило соответственно для двух энергоблоков – до 19 суток с максимальным дефицитом воды в 1656,3 тыс. м³. При этом дополнительный забор воды из реки в течение указанного периода составил бы не более, чем на 1 м³/с при остающемся в реке расходе после забора 21,73 м³/с (71,7% от МДР вместо 75%).

В таблицах 130 и 131 приведены результаты водохозяйственного баланса, рассчитанные по репрезентативным характеристикам стока для года 95 % и 97 % обеспеченности в целом и в помесечном разрезе для следующих условий:

- уровень водопользования 2007 года (строка 3);
- необходимость удовлетворения потребностей в воде в случаях функционирования двух блоков проектируемой АЭС (строка 3.5).

Многoletняя надёжность водоподачи потребителям рассчитана по результатам составления водохозяйственных балансов по месячным интервалам. Результат во-

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

дохозяйственного баланса, полученный для года 95 % обеспеченности по стоку, свидетельствует о том, что со 100 % гарантией требования экономики и экологии, включая требования подачи воды для функционирования 2 блоков АЭС, будут удовлетворены полностью.

В год 97 % обеспеченности по стоку в случае необходимости забора воды для двух блоков АЭС водохозяйственный баланс в отдельные периоды особо маловодного года может оказаться напряжённым. В отдельные месяцы года будет затруднительно выдерживать в требуемом размере экологический попуск. Максимальное сокращение его в отдельные месяцы может составить 6-8%.

Анализ водохозяйственного баланса, выполненный для маловодных лет 95% и 97% обеспеченности в целом за год, свидетельствует о том, что водохозяйственный баланс реки положителен и обеспечивает как все утилитарные нужды в отборе речной воды, так и сохранение в реке достаточного объёма воды для экологических целей при размещении двух энергоблоков при обеспечении поддержания требуемого уровня Вилейского водохранилища и без нарушения функционирования Вилейско-Минской водной системы.

Учитывая трансграничный характер реки Вилии, проведен расчёт дополнительного бокового притока на участке реки от н.п. Михалишки до границы с Литвой. Данные свидетельствуют о том, что увеличение расхода за счёт стока, сформировавшегося на участке, составляет в средний по водности год 5,4 м³/с, в год 95 % обеспеченности по стоку 3,9 %, а в год 97 % обеспеченности 3,6 м³/с. При этом минимальный суточный сток увеличивается на 1,3 м³/с зимой и на 2 м³/с летом.

Таблица 129 – Анализ маловодных периодов, в течение которых могут быть нарушены экологические ограничения в р. Вилия с учетом производственного водоснабжения АЭС при заборе воды для двух энергоблоков

Количество суток подряд	год	Дефицит воды, м ³
1	1946	2592
1	1948	184032
19	1950	1656288
1	1961	54432
2	1961	143424
2	1965	506304
2	1972	177984
1	1976	45792
1	1976	28512
4	1976	286848
2	1980	65664
1	1983	11232
1	1985	11232
1	1988	80352
16	1992	1207872
4	1992	416448
1	1999	11232
2	2002	350784
1	2003	477792
1	2006	209952

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Обобщение результатов расчетов водохозяйственных балансов р. Вилия показало, что при размещении двух энергоблоков белорусской АЭС при общем положительном балансе (достаточности водных ресурсов) необходимость в использовании Вилейского водохранилища для возможного покрытия дефицитов воды для ее производственного водоснабжения может возникнуть лишь в очень маловодные годы (для двух энергоблоков обеспеченностью 97 % и более) с ориентировочным максимальным объемом до 1,66 млн м³ и снижением уровня в водохранилище при его сработке не более чем на 10 см от НПУ.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Лист

393

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Таблица 130 - Водохозяйственный баланс участка реки Виляя (год 95 % обеспеченности), млн.м³

Статьи баланса	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1 Располагаемые водные ресурсы													
1.1 Расчётное поступление воды на участок	34	33,9	70,8	49	46,9	36,3	36,7	44,8	29,3	33,8	35,2	36,4	487,1
1.2 Условно восстановленный сток, формирующийся на участке	74,8	79,6	114	105	82	52,6	47,2	54,7	56,7	55,5	63,7	61,9	847,7
1.3 Водоотведение (сброс в водные объекты)	1,5	1,5	1,5	1,7	1,9	1,95	2	1,9	1,77	1,5	1,5	1,5	20,22
1.4 Регулирование стока													
ИТОГО	110,3	115	186,3	155,7	130,8	90,85	85,9	101,4	87,77	90,8	100,4	99,8	1355,02
2 Расходная часть													
2.1 Забор воды из подземных источников, гидравлически связанных с рекой	1,5	1,5	1,52	1,66	1,77	1,78	1,8	1,8	1,7	1,67	1,5	1,5	19,7
2.2 Забор воды из поверхностных источников	8	8	8,2	8,6	8,7	8,8	10,1	10,1	8,9	8,6	8,5	8	104,5
2.3 Суммарное доп. испарение с поверхности водохранилищ и прудов	0	0	0	0	0	0,13	0,2	0,303	0,1	0	0	0	0,733
2.4 Экологический попуск	60,8	54,9	60,9	58,9	60,9	58,9	60,9	60,9	58,9	60,9	58,9	60,9	716,7
ИТОГО	70,3	64,4	70,62	69,16	71,37	69,61	73	73,103	69,6	71,17	68,9	70,4	841,63
3 Баланс)	40	50,6	115,68	86,54	59,43	21,24	12,9	28,297	18,17	19,63	31,5	29,4	513,39
3.5 Безвозвратное водопотребление для двух блоков АЭС	2,54	2,29	2,76	3,04	3,52	3,57	3,78	3,76	3,36	3,19	2,81	2,67	37,28
3.6 Баланс с учётом работы двух блоков АЭС	37,46	48,31	112,92	83,50	55,91	17,67	9,12	24,54	14,81	16,44	28,69	26,73	476,11
3.7 Поступление воды на нижележащий участок	98,26	103,21	173,82	142,40	116,81	76,57	70,02	85,44	73,71	77,34	87,59	87,63	1192,81

Изм. Кол.уч. Лист Недок. Подл. Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Неподл.	Подл.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Таблица 131 - Водохозяйственный баланс участка реки Виляя (год 97 % обеспеченности), млн.м³

Статьи баланса	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1 Располагаемые водные ресурсы													
1.1 Расчётное поступление воды на участок	30,6	30,51	63,72	44,1	42,21	32,67	33,03	40,32	26,37	30,42	31,65	32,7	438,3
1.2 Условно восстановленный сток, формирующийся на участке	37,26	38,72	99,4	204,78	68,43	61,64	55,87	47,94	43,2	63,88	53,25	51,83	826,2
1.3 Водоотведение (сброс в водные объекты)	1,5	1,5	1,5	1,7	1,9	1,95	2	1,9	1,77	1,5	1,5	1,5	20,22
1.4 Регулирование стока				-1,85					1,85				
ИТОГО	69,36	70,73	164,62	248,73	112,54	96,26	90,9	90,16	73,19	95,8	86,4	86,03	1284,72
2 Расходная часть													
2.1 Забор воды из подземных источников, гидравлически связанных с рекой	1,5	1,5	1,52	1,66	1,77	1,78	1,8	1,8	1,7	1,67	1,5	1,5	19,7
2.2 Забор воды из поверхностных источников	8	8	8,2	8,6	8,7	8,8	10,1	10,1	8,9	8,6	8,5	8	104,5
2.3 Суммарное доп. испарение с поверхности водохранилищ и прудов	0	0	0	-0,35	-0,29	0,13	0,6	0,53	0,42	0,26	0	0	1,3
2.4 Экологический попуск	60,8	54,9	60,9	58,9	60,9	58,9	60,9	60,9	58,9	60,9	58,9	60,9	716,7
ИТОГО	70,3	64,4	70,62	68,81	71,08	69,61	73,4	73,33	69,92	71,43	68,9	70,4	842,20
3 Баланс)	-0,94	6,33	94,00	179,92	41,46	26,65	17,50	16,83	3,27	24,37	17,50	15,63	442,52
3.5 Безвозвратное водопотребление для двух блоков АЭС	2,54	2,29	2,76	3,04	3,52	3,57	3,78	3,76	3,36	3,19	2,81	2,67	37,28
3.6 Баланс с учётом работы двух блоков АЭС	-3,48	4,04	91,24	176,88	37,94	23,08	13,72	13,07	-0,09	21,18	14,69	12,96	405,24
3.7 Поступление воды на нижележащий участок	57,32	58,94	152,14	235,78	98,84	81,98	74,62	73,97	58,81	82,08	73,59	73,86	1121,94

14.4.4.4 Прогноз теплового загрязнения р. Вилия

В связи со сбросом технических сточных вод белорусской АЭС в р. Вилия в объеме до 1,38 м³/с, которые согласно данным ОАО «Санкт-Петербургский Атомэнергопроект» будут иметь температуру на выпуске из водовода в р.Вилия 37 °С, а также содержать различные загрязняющие вещества - очень важным становится вопрос об оценке возможного теплового и химического загрязнения реки.

Согласно приложению 1 к постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 мая 2007 г. № 43/42 «О некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов» температура воды не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водного объекта более чем на 5 °С с общим повышением температуры не более чем до 20 °С летом и 5 °С зимой для водных объектов, где обитают (лососевые и сиговые) виды рыб, и не более чем до 28 °С летом и 8 °С зимой в остальных случаях.

Согласно указанным природоохранным требованиям выполнены расчеты возможного теплового загрязнения реки Вилия ниже сброса технических сточных вод с учетом выполнения критерия о не превышении температуры воды в реке: летом не более чем 28 °С; для лососевых видов рыб – не более чем 20 °С; зимой – не более чем 8 °С для 2 ЭБ для различных гидрологических условий (при среднемноголетних и минимальных среднесуточных 97 % ВП расходах воды). Расчеты выполнены при максимальном сбросе технических сточных вод с использованием метода Фролова – Родзиллера и рекомендаций Росгидромета [153]. При этом использовались результаты обобщения данных наблюдений за температурным режимом р. Вилия. При расчетах для летних условий принималась максимальная зафиксированная среднемесячная температура воды 1 % ВП - 23,8 °С; при расчетах для лососевых принималась средняя температура воды для периода нереста (апрель-май), которая составляет 13,5 °С; при расчетах для зимних условий – минимальная температура воды - 2,0 °С. В расчетах учитывались фактические морфометрические и гидрологические характеристики реки, включая извилистость реки, а также поперечную и продольную дисперсию. В результате расчетов определялось расстояние до контрольного створа практически полного перемешивания речных и сточных вод, а также распределение температуры воды в зоне смешения речных и сточных вод на указанном участке воды и оценка зон теплового загрязнения. В обобщенном виде результаты расчетов приведены в таблице 132. Детально результаты расчетов представлены на рисунках 90, 91.

Прогноз температурного загрязнения р. Вилия после сброса технических сточных вод белорусской АЭС с температурой 37 °С показал температурное загрязнение р. Вилия:

–на участке до 0,6 км в период весна-осень и до 1,1 км в зимний период при расходах воды в реке, близких к среднемноголетним;

–на участке до 7 км в период весна-осень и до 13 км в зимний период при минимальных среднесуточных расходах воды в реке 97 % ВП (условия сильного маловодья).

В связи с существенным температурным загрязнением р. Вилия в результате сброса технических сточных вод белорусской АЭС для выполнения природоохранных требований до сброса технических сточных вод в р.Вилия рекомендуются инженерные сооружения по их охлаждению: в летний период – до 25 °С, в зимний – до 10 °С. В этом случае прогнозная зона теплового загрязнения оценивается не более чем в 500 м (в среднем 100-150 м), что соответствует требованиям качества воды рыбохозяйственных водных объектов ниже выпуска сточных вод.

Изм. № подл.	Изм. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Согласно п.7 Инструкции о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты, утвержденной Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 29.04.2008 г., № 43 – «при сбросе загрязняющих веществ в составе отводимых вод в рыбохозяйственные водотоки нормативы качества водотоков должны обеспечиваться на протяжении всего водного объекта или его участка, начиная от контрольного створа, расположенного на расстоянии не далее 500 метров ниже выпуска сточных вод».

Таблица 132 – Обобщение результатов расчетов возможного теплового загрязнения р. Виляя после сброса технических сточных вод белорусской АЭС при размещении 2-х энергоблоков

Гидрологические условия в р.Виляя ниже водозабора белорусской АЭС	Расход воды, м ³ /с	Ширина реки, м	Средняя глубина реки, м	Максимальная глубина реки, м	Средняя скорость течения, м/с	Расстояние до контрольного створа (КС), км	Температура воды в контрольном створе (после полного перемешивания) и длина участка температурного загрязнения реки при выполнении критериев:					
							<28 °С летом		<20 °С для лососевых		<8 °С зимой	
							t-КС, °С	L, км	t-КС, °С	L, км	t-КС, °С	L, км
При среднемноголетнем расходе воды	65,78	65,17	1,75	2,57	0,58	29,5	24,07	0,45	14,0	0,60	2,8	1,10
При минимальном среднесуточном расходе воды 97 % ВП в течение летне-осенней межени	21,25	57,38	0,91	1,55	0,41	33,2	24,07	5,00	14,0	7,00	-	-
При минимальном среднесуточном расходе воды 97% ВП в течение зимней межени	16,55	56,81	0,79	1,43	0,36	31,0	-	-	-	-	4,3	13,0

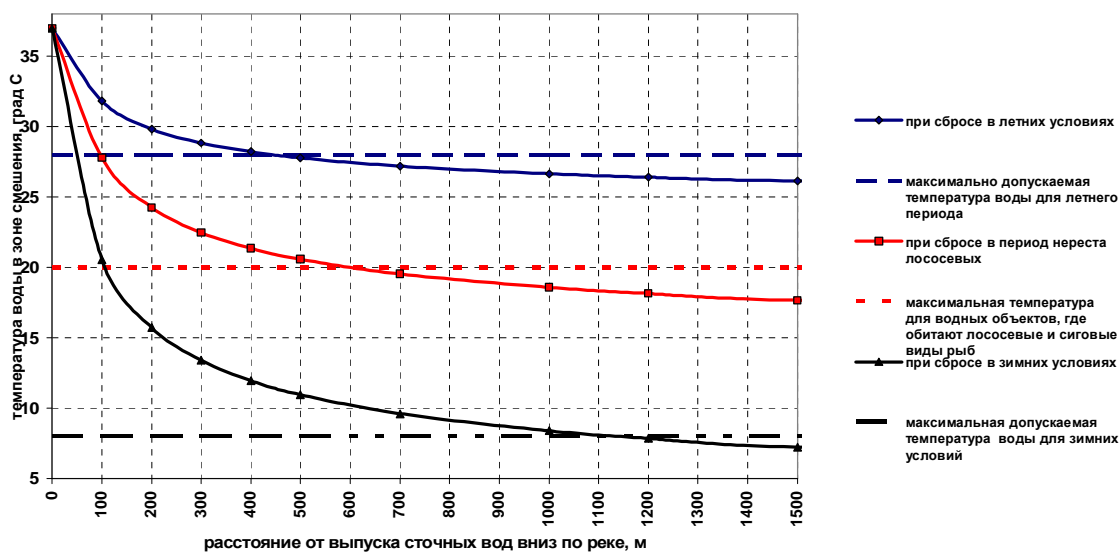


Рисунок 90 - Температурный режим р. Виляя в зоне смешения речных и технических сточных вод белорусской АЭС при среднемноголетних расходах воды в реке и температуре технических сточных вод в 37 °С при размещении 2 ЭБ

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

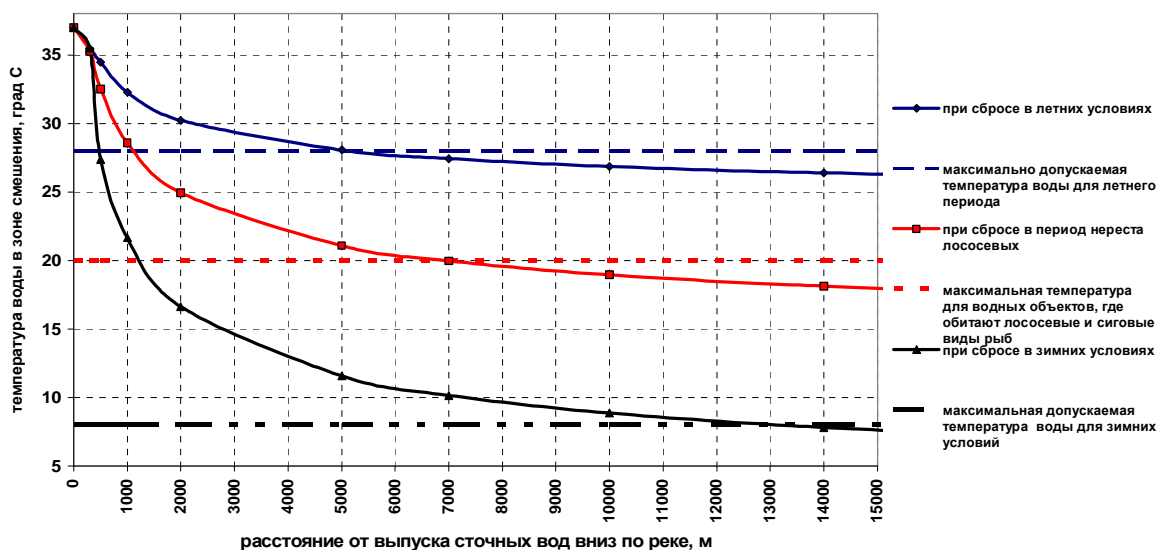


Рисунок 91 - Температурный режим р. Вилия в зоне смешения речных и технических сточных вод белорусской АЭС при минимальных среднесуточных расходах воды в реке 97 %ВП (сильное маловодье) и температуре технических сточных вод в 37 °С при размещении 2 ЭБ

14.4.4.5 Прогноз изменения качества вод

Технические сточные воды

В объемах, сбрасываемых в р. Вилия технических сточных вод будут содержаться загрязняющие вещества. Согласно данным ОАО «Санкт-Петербургский Атомэнергопроект» технические сточные воды по таким показателям, как цинк, фосфаты, будут превышать ПДК рыбохозяйственного назначения до 4 раз.

Основными параметрами, влияющими на разбавление и распространение сточных вод, являются: водный режим реки, объем сброса сточных вод, морфометрия русла и поймы реки. Также можно учитывать тот факт, что водотоки, принимающие сточные воды, могут находиться в различных гидрологических условиях в течение года. Для расчета расстояния смешения сточных вод с водой реки применяется формула Фролова-Родзиллера, коэффициент турбулентной диффузии D рассчитывался по методу А.В. Караушева с учетом неравномерности распределения глубин реки на рассматриваемом участке [153]. Расстояние до створа полного перемешивания (100 %) теоретически равно бесконечности, поэтому для практических расчетов используется понятие створа гарантированного перемешивания. В качестве такого створа при расчете расстояния смешения принимался $\gamma=0,8$.

Расчетная зона практически полного перемешивания речных и сточных вод (80 %) составляет: при расходах воды, близких к среднегодовым – 18,4 км, при минимальных среднесуточных расходах 97 %ВП в условиях сильного маловодья – 29,6 км. Прогноз разбавления речных и технических сточных вод белорусской АЭС при размещении двух энергоблоков при среднегодовом и минимальных среднесуточных расходах 97 % ВП представлены на рисунке 92.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

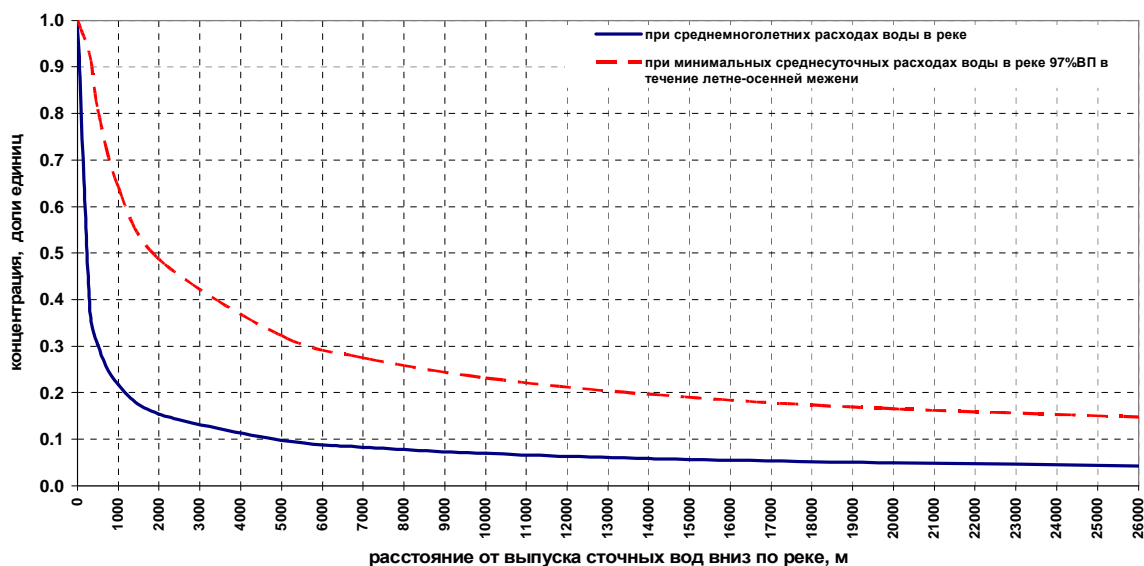


Рисунок 92 - Изменение максимальной концентрации загрязняющих веществ в зоне смешения речных и технических сточных вод Белорусской АЭС (степень разбавления) на участке от выпуска до контрольного створа

В качестве фоновых концентраций в р. Вилии приняты данные экспедиционных обследований для соответствующих гидрологических режимов. Прогноз изменения качества р. Вилия выполнялся при условии сброса в нее технических сточных вод с концентрациями загрязняющих веществ по данным ОАО «Санкт-Петербургский Атомэнергопроект». Согласно указанным данным технические сточные воды по таким показателям, как цинк и фосфаты будут превышать ПДК рыбохозяйственного назначения до 4-х раз. По взвешенным веществам качество технических сточных вод также более чем в три раза превышает ПДК. Прогноз изменения концентраций загрязняющих веществ в зоне смешения речных и технических сточных вод представлен в таблицах 133, 134 (жирным курсивом выделены превышения ПДК). По остальным показателям качества характеристики сточных вод находятся в пределах ПДК.

Поэтому целесообразна доочистка технических сточных вод не менее чем до ПДК рыбохозяйственного назначения по условиям минимизации их негативного воздействия на качество р. Вилия. В случае выполнения рекомендаций по доочистке технических сточных вод белорусской АЭС не произойдет химического загрязнения реки Вилия и не будет оказано негативное (в т.ч., трансграничного) воздействие.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Таблица 133 – Прогноз изменения концентраций загрязняющих веществ в р. Виляя после сброса в нее сточных вод белорусской АЭС при расходах воды в реке, близких к среднемноголетним

Наименование показателя	ПДК рыбохозяйственное	Концентрация загрязняющих веществ в реке	Концентрация загрязняющих веществ на выпуске сточных вод	Изменение концентрации загрязняющих веществ в р. Виляя в зоне смешения речных и технических сточных вод на расстоянии от их сброса, м				
				500	1000	2000	3000	Контрольный створ 18400
Взвешенные вещества, мг/л	на 0,25	3.960	11.700	5.914	5.356	4.952	4.772	4.289
Минерализация, мг/л	1000	262.3	697	372.060	340.701	318.023	307.877	280.757
Кальций. Ca ²⁺ (мг/дм ³)	180	61.23	119.1	75.842	71.667	68.648	67.297	63.687
Магний. Mg ²⁺ (мг/дм ³)	40	15.75	32.58	20.000	18.785	17.907	17.515	16.465
Натрий. Na ²⁺ (мг/дм ³)	120	6.65	11.28	7.819	7.485	7.244	7.135	6.847
Калий. K ⁺ (мг/дм ³)	50	2.65	4.74	3.178	3.027	2.918	2.869	2.739
Железо общее (мг/дм ³)	0.1	0.15	0.064	0.128	0.134	0.139	0.141	0.146
Марганец. Mn ²⁺ (мг/дм ³)	0.01	0.049	0.028	0.044	0.045	0.046	0.047	0.048
Алюминий. Al ³⁺ (мг/дм ³)	0.04	0.028	0.049	0.033	0.032	0.031	0.030	0.029
Цинк. Zn ²⁺ (мг/дм ³)	0.01	0.011	0.0264	0.015	0.014	0.013	0.013	0.012
Фосфаты. PO ₄ ³⁻ (мг/дм ³)	0.066	0.097	0.238	0.133	0.122	0.115	0.112	0.103
Хлориды Cl ⁻ (мг/дм ³)	300	13.78	25.9	16.840	15.966	15.334	15.051	14.295
Сульфаты. SO ₄ ²⁻ (мг/дм ³)	100	25.88	45.7	30.884	29.455	28.421	27.958	26.722
Гидрокарбонаты (мг-экв/дм ³)		224.74	432	277.072	262.121	251.308	246.470	233.540
Кремний. SiO ₃ ²⁻ (мг/дм ³)		6.44	15.3	8.677	8.038	7.576	7.369	6.816
Аммоний. NH ₄ ⁻ (мг/дм ³)	0.39	0.153	0.161	0.155	0.154	0.154	0.154	0.153
Нитраты. NO ₃ ⁻ (мг/дм ³)	40	4.29	1.88	3.681	3.855	3.981	4.037	4.188
Нитриты. NO ₂ ⁻ (мг/дм ³)	0.08	0.041	0.0177	0.035	0.037	0.038	0.039	0.040
Нефтепродукты	0.05	0.0094	0.016	0.011	0.011	0.010	0.010	0.010
СПАВ	0.5	0.025	0.0037	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024

Таблица 134 – Прогноз изменения концентраций загрязняющих веществ в р. Виляя после сброса в нее сточных вод белорусской АЭС при расходах воды в реке, близких к минимальным среднесуточным 97 % ВП

Наименование показателя	ПДК рыбохозяйственное	Концентрация загрязняющих веществ в реке	Концентрация загрязняющих веществ на выпуске сточных вод	Изменение концентрации загрязняющих веществ в р. Виляя в зоне смешения речных и технических сточных вод на расстоянии от их сброса, м				
				500	1000	5000	10000	Контрольный створ 29600
Взвешенные вещества, мг/л	на 0,25	0.800	11.700	9.617	7.795	4.313	3.326	2.285
Минерализация, мг/л	1000	257	697	612.920	539.364	398.804	358.948	316.929
Кальций. Ca ²⁺ (мг/дм ³)	180	59.25	119.1	107.663	97.658	78.539	73.117	67.402

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм. Коп. вч. Лист Недек. Подп. Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Лист
400

Окончание таблицы 134

Наименование показателя	ПДК рыбохозяйственное	Концентрация загрязняющих веществ в реке	Концентрация загрязняющих веществ на выпуске сточных вод	Изменение концентрации загрязняющих веществ в р. Вилия в зоне смешения речных и технических сточных вод на расстоянии от их сброса, м				
				500	1000	5000	10000	Контрольный створ 29600
Магний. Mg ²⁺ (мг/дм ³)	40	16.04	32.58	29.419	26.654	21.371	19.872	18.293
Натрий. Na ²⁺ (мг/дм ³)	120	6.78	11.28	10.420	9.668	8.230	7.823	7.393
Калий. K ⁺ (мг/дм ³)	50	2.25	4.74	4.264	3.848	3.052	2.827	2.589
Железо общее (мг/дм ³)	0.1	0.312	0.064	0.111	0.153	0.232	0.255	0.278
Марганец. Mn ²⁺ (мг/дм ³)	0.01	0.138	0.028	0.049	0.067	0.103	0.113	0.123
Алюминий. Al ³⁺ (мг/дм ³)	0.04	0.03	0.049	0.045	0.042	0.036	0.034	0.033
Цинк. Zn ²⁺ (мг/дм ³)	0.01	0.011	0.0264	0.023	0.021	0.016	0.015	0.013
Фосфаты. PO ₄ ³⁻ (мг/дм ³)	0.066	0.097	0.238	0.211	0.187	0.142	0.130	0.116
Хлориды Cl ⁻ (мг/дм ³)	300	12.54	25.9	23.347	21.114	16.846	15.636	14.360
Сульфаты. SO ₄ ²⁻ (мг/дм ³)	100	22.33	45.7	41.234	37.327	29.862	27.745	25.513
Гидрокарбонаты (мг-экв/дм ³)		223	432	392.062	357.123	290.357	271.425	251.466
Кремний. SiO ₃ ²⁻ (мг/дм ³)		9.72	15.3	14.234	13.301	11.518	11.013	10.480
Аммоний. NH ₄ ⁺ (мг/дм ³)	0.39	0.04	0.161	0.138	0.118	0.079	0.068	0.056
Нитраты. NO ₃ ⁻ (мг/дм ³)	40	1.3	1.88	1.769	1.672	1.487	1.434	1.379
Нитриты. NO ₂ ⁻ (мг/дм ³)	0.08	0.026	0.0177	0.019	0.021	0.023	0.024	0.025
Нефтепродукты	0.05	0.0085	0.016	0.015	0.013	0.011	0.010	0.010
СПАВ	0.5	0.021	0.0037	0.007	0.010	0.015	0.017	0.019

Коммунально-бытовые сточные воды и дождевые воды

В ходе строительства АЭС будут образовываться коммунально-бытовые сточные воды в объеме до 1050 м³/сут [154].

В ходе эксплуатации АЭС среднесуточный расход хозяйственно-бытовых стоков, поступающих на очистные сооружения АЭС с ВВЭР-1200 (два энергоблока), составляет 910,9 м³/сут [155]. Очищенные сточные воды будут отводиться в ближайший водный объект - реку Полпе.

Объемы сброса с расходами воды до 0,01-0,021 м³/с при размещении двух энергоблоков в виде дополнительного притока в реку Полпе окажут несущественное воздействие на гидрологическую характеристику реки и не приведут к дополнительным затоплениям.

В качестве фоновых концентраций в р. Полпе можно принять данные экспедиционных обследований. Превышение нормативов для рыбохозяйственных водных объектов в р. Полпе наблюдается только по железу общему, марганцу и меди (что объясняется их природным происхождением) и по БПК₅.

Прогноз изменения качества р. Полпе при сбросе в них коммунально-бытовых сточных вод белорусской АЭС при условии их очистки до 1 ПДК (самый неблагоприятный вариант) по соответствующим химическим веществам приведен в таблице 135.

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Таблица 135 – Прогноз изменения загрязняющих веществ в р. Полпе после сброса в нее сточных вод АЭС

Параметр	Увеличение при строительстве АЭС в долях ПДКр/х	Увеличение при эксплуатации АЭС в долях ПДКр/х
Сульфаты, мг/дм ³	0,78	0,85
Хлориды, мг/дм ³	0,85	0,92
Кальций, мг/дм ³	0,52	0,56
Магний, мг/дм ³	0,46	0,50
Натрий, мг/дм ³	0,85	0,92
Калий, мг/дм ³	0,83	0,90
Аммоний, мг/дм ³	0,39	0,42
Нитриты, мг/дм ³	0,30	0,32
Нитраты, мг/дм ³	0,80	0,86
Фосфаты, мг/дм ³	0,23	0,25
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,80	0,87
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	-0,14*	-0,15*

* - « - » означает улучшение качества воды при обеспечении требуемой очистки

Очевидно, что такое увеличение концентраций в воде водотоков, впадающих в р. Вилия, не окажет существенного ухудшения качества воды р. Вилия.

Дождевые воды с водосборной территории административного корпуса самотечными сетями собираются в существующую насосную станцию перекачки дождевых сточных вод производительностью 100 м³/час с резервуаром -усреднителем емкостью 60 м³ и затем перекачиваются в самотечные сети дождевой канализации района объединенного вспомогательного корпуса (ОВК).

Интенсивность осадков составляет 105 дм³/с 1 га, среднемноголетнее количество осадков составляет 641 мм, в том числе за теплый период – 449 мм, за холодный период – 192 мм.

Дождевые воды с водосборной территории района ОВК и энергоблоков от малоинтенсивных дождей и загрязненная часть стока от интенсивных дождей через разделительную камеру направляются в насосную станцию перекачки дождевых сточных вод производительностью 100 м³/час с резервуаром-усреднителем емкостью 60 м³ и далее - на осветление в шламонакопитель. Остальная часть дождевого стока после разделительной камеры по самотечному коллектору поступает в подводящий канал основной системы охлаждения.

Дождевые воды с водосборной территории энергоблоков № 1 и № 2, и очистных сооружений «грязной зоны» самотечными сетями собираются в коллектор и отводятся в подводящий канал основной системы охлаждения.

Дождевые стоки промплощадки будут направляться в шламонакопитель и в водный объект.

Годовой объем дождевых стоков, направляемых в шламонакопитель, составляет 80 тыс. м³/год.

Годовой объем дождевых стоков, направляемых в водный объект, составляет 66 тыс. м³/год. Поскольку на территории площадки исключаются возможности загрязнения указанных дождевых стоков, их качество будет не хуже, чем с естественной природной поверхности земли, что также с учетом их малого объема не окажет негативного воздействия на водный объект.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

14.4.5 Предварительный прогноз вероятности биологических помех в системе водопотребления и водоотведения АЭС

Любые технологические решения, связанные с обеспечением промышленных объектов технической водой, непременно сталкиваются с проблемой биологических помех и повреждений. Биологические помехи и повреждения возникают вследствие естественного процесса обрастания живыми организмами (гидробионтами) твердых субстратов, погруженных в воду. Обрастанию подвержены любые поверхности, имеющие постоянный контакт с водой:

- стенки водозаборных каналов;
- насосное оборудование;
- запорная арматура;
- оборудование градирни и др.

В результате биообрастания ускоряется процесс коррозии металлов и разрушения защитных покрытий, уменьшается пропускная способность и гидравлические свойства водоводов, уменьшаются теплообменные свойства охладительного и нагревательного оборудования. В случае отрыва обрастания от субстрата, происходит засорение насосного оборудования, запорной арматуры, сопла дождевальными машинами, что может привести к выходу систем из строя.

Главными источниками живых организмов, участвующих в обрастании, являются естественные обитатели водоемов, из которых производится забор воды на технические нужды. Поэтому видовой состав обрастания и его характер будет определяться видовым составом гидробионтов водоема – источника водоснабжения. Помимо того, на процесс обрастания существенное влияние оказывают особенности эксплуатации тех или иных элементов оборудования, степень очистки воды, подпитываемой системы, скорость потока, температура, сезоны года и др.

Биологическое обрастание в зависимости от качественного состава подразделяют на микро- и макрообрастание.

В формировании микрообрастания (био пленки) участвуют бактерии, водоросли, грибы и простейшие. Образованное ими сообщество имеет вид слизи различной окраски (от светлой, прозрачной до черной) толщиной до 30-40 мм. Скорость микрообрастания сильно зависит от температуры воды, скорости течения, содержания органических веществ и кислорода. В среднем, на формирование тонкого слоя (несколько миллиметров) био пленки уходит 1-4 недели.

Именно с развитием микрообрастания связаны ускоренная коррозия металлов и разрушение защитных покрытий водоводов и охладительного оборудования, особенно если источником водоснабжения являются поверхностные водоемы.

Макрообрастание формируется за счет оседания на поверхность субстрата расселительных форм макроорганизмов, их роста и размножения. В пресной воде в формировании макрообрастания участвуют главным образом нитчатые водоросли и многоклеточные беспозвоночные. Беспозвоночные являются главным источником помех в системах технического водоснабжения. Именно за счет развития многоклеточных беспозвоночных происходит основная масса поломок и остановок работы оборудования систем водоснабжения электростанций. Таксономический состав беспозвоночных довольно разнообразен. В обрастании встречаются губки, гидроидные, коловратки, малощетинковые черви, насекомые, двусторчатые и брюхоногие моллюски, мшанки, ракообразные.

Среди всех перечисленных групп организмов наибольшие помехи вызывают обрастания губок, мшанок и двусторчатых моллюсков.

Губки (Porifera). Губки – неподвижные колониальные многоклеточные организмы, являющиеся довольно сильными фильтраторами. Их тело имеет минеральный

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

(известковый или кремнеземный) скелет или органический скелет (из спонгина). Для закрепления колониям необходим твердый субстрат, потому их относят к специфическим перифитонным формам. В пресной воде обитает около 50 видов губок. В Европе обычны *Spongilla lacustris*, *S. frangillis*, *Ephydidatia mulleri*. Различные виды губок по морфологии и экологии близки. Для эффективного фильтрационного питания губки предпочитают местообитания с достаточным водообменом. В отдельных случаях могут образовывать довольно мощное обрастание. Например, в водоводах Учинского водохранилища отмечена биомасса губок более 600 г/м², в обрастании на камнях р. Ю. Буг отмечены колонии биомассой 1,5 кг/м². Губки размножаются бесполом путем, высвобождая небольшие фрагменты тела или скопления необходимых для развития клеток – геммул. Геммулы, производимые пресноводными губками, покрыты прочной твердой оболочкой из спонгина и спикул, позволяют им зимовать. При половом размножении образуется личинка – паренхимула, покрытая жгутиками. Короткий период времени перед оседанием на субстрат она ведет планктонный образ жизни. У губок высоко развита способность к регенерации. Тело способно восстанавливаться даже из одной клетки.

Губка обнаружена в р. Вилии. В 30-км зоне белорусской АЭС наибольшее количественное развитие губок было зафиксировано на водозаборных сооружениях картонной фабрики (р. Страча). Бетонные стенки сооружений в августе 2009 г. были покрыты слоем губок толщиной 2-3 см.

Двустворчатые моллюски (Bivalvia). Одни из самых крупных организмов пресноводного обрастания. Именно развитие двустворчатых моллюсков является главной причиной, приводящей к полной остановке работы оборудования систем водоснабжения и охлаждения электростанций.

Наиболее распространенными видами в обрастании являются представители родов *Pisidium*, *Sphaerium*, *Dreissena*, сем. Unionidae.

Из всех видов двустворчатых моллюсков самая высокая степень развития отмечена для дрейссены (*Dreissena polymorpha*). Так, биомасса дрейссены на бетонной облицовке водозаборного канала Чернобыльской АЭС достигала 30 кг/м². Дрейссена – довольно крупный моллюск, длина раковины обычно составляет 30-50 мм; продолжительность жизни – 6-19 лет. Благодаря способности дрейссены прочно прикрепляться к субстрату, ее поселения можно обнаружить в системах с большой скоростью потока воды, где другие организмы удерживаться не способны. Такое прочное прикрепление достигается за счет нитей биссуса, выделяемых биссусной железой моллюска. Их прочность превышает прочность стали соответствующего диаметра. Размножается дрейссена при температуре воды свыше 11 °С путем вымета в толщу воды яиц-трохофор. Самка дрейссены при оптимальных условиях способна продуцировать свыше 70 000 яиц, которые она выметывает порциями в течение теплого периода года. Трохофоры превращаются в велигеры (личинки) размером 60-70 мкм. Велигеры свободно плавают в воде и ее потоком могут разноситься по всей системе водоснабжения и водоотведения. Когда велигер достигает 225-250 мкм, он начинает оседать на твердую поверхность и вести прикрепленный образ жизни. В летний период года количество велигеров в водоемах, например, водохранилищах, достигает 0,1-2,0 млн экз./м³ воды. С наступлением холодного периода дрейссена в любой из стадий развития, не успевшей закончить свое превращение, как бы «консервируется», все процессы приостанавливаются, а весной с повышением температуры до 11 °С возобновляют свое развитие. Пищу дрейссена получает путем фильтрации воды. 90 % пищи составляет детрит. Массовому развитию и расселению дрейссены способствуют не только особенности ее биологии, но и условия внешней среды. Оптимальными для оседания и развития являются следующие условия:

- постоянное содержание кислорода в воде не ниже 8 мг/л;

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недлок	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

– рН 7-9; перманганатная окисляемость 5-15 мг O₂/л; скорость течения воды 0,5-0,8 м/с;

– температура 18-25 °С.

Интенсивность обрастания различных поверхностей зависит от положения омываемой плоскости в пространстве. Наиболее сильно обрастают дрейссеной нижние горизонтальные плоскости.

Дрейссена отрицательно относится к высоким температурам, температура выживания – 0-36 °С. При 45 °С погибает в течение нескольких минут. При температуре свыше 30 °С дрейссена находится в угнетенном состоянии. В этом случае возможна замена популяций двустворчатых моллюсков, особенно в зонах максимального подогрева другими видами, устойчивыми к температурным воздействиям. Одним из таких видов является *Sinanodonta woodian*. Так, в сбросном канале Патновской ТЭС, где температура превышает 30 °С биомасса *Sinanodonta woodiana* составляла 43 кг/м², достигая в отдельных местах 50-70 кг/м² [156].

Раковины двустворчатых моллюсков, как и брюхоногих, представляют собой хороший субстрат для обрастания другими организмами. Благодаря плотным колониям двустворчатых значительно увеличивается гетерогенность субстрата и площадь его поверхности, что создает хорошие условия для дальнейшего роста макрообрастания.

В августе 2009 г. в р. Вилии (створ Тартак) дрейссена обнаружена в составе перифитона макрофитов в количестве 27 экз./м² дна. Несмотря на столь невысокое количественное развитие дрейссены в водоеме источнике технического водоснабжения, при попадании её расселительных форм в систему охлаждения, может формироваться мощный слой обрастания дрейссены практически на всех видах твердых поверхностей. Например, при обследовании бетонных стенок насосной станции Южно-Украинской АЭС было выявлено, что они полностью покрыты мощным слоем дрейссены, биомасса которых достигает 5 кг/м² и более. Все металлические поверхности камер циркуляционных насосов на Криворожской ГРЭС заселены дрейссеной с биомассой 9 кг/м² [157].

Мшанки (Bryozoa). Модульные, колониальные животные; каждая колония состоит из отдельных особей (зооидов), число которых может достигать до миллиона. Колонии формируются за счет бесполого размножения (почкования) особи-основательницы. Ткани каждого зооида контактируют с тканями его непосредственных соседей. В пресной воде распространены в основном представители класса Phylactolaemata: роды *Fredericella*, *Pumatella*, *Hyalinella*, *Pectinatella*, *Australiella*, *Cristatella* и др. Почти все прикрепленные формы. Форма колонии мшанок очень разнообразна и имеет сложную пространственную ориентацию. Причем на размер и форму колонии большое влияние оказывают факторы среды и местообитания. Размеры варьируют в широких пределах: от размеров зооида в доли миллиметров до колоний в несколько метров. В наибольших количествах мшанки развиваются в системах с повышенной температурой воды. Массовое развитие отмечено при температуре 36-38 °С. В камерах маслоохладителей на Криворожской ГРЭС обнаружены мшанки с биомассой около 18 кг/м². Вместе с двустворчатыми моллюсками, мшанки являются основными организмами-обрастателями в пресных водах. В р. Вилии мшанки постоянно встречаются в качественных пробах.

Помимо биологического обрастания большую опасность для водозаборных систем может представлять метафитон, формируемый в водоеме-источнике водоснабжения. С током воды фрагменты метафитона могут заноситься в систему водоснабжения и являться еще одним источником технических помех.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

14.4.6 Влияние функционирования АЭС в нормальном режиме на структурные и функциональные характеристики водных экосистем

При строительстве. В период строительства АЭС неизбежно негативное воздействие на окружающую среду. Однако на водные экосистемы воздействие строительных работ практически не скажется, поскольку все водоемы и водотоки удалены от строительной площадки на значительное расстояние. Исключение составляет лишь река Гозовка, протекающая в непосредственной близости от границ стройплощадки. В отношении этого водотока должны быть предприняты специальные меры по защите от влияния строительных работ. В целом, при условии, что проектом строительства будут предусмотрены очистные сооружения и системы оборотного водоснабжения, минимизирующие сброс сточных вод в гидрографическую сеть, пылеподавление при производстве строительных работ и другие природоохранные меры, процесс строительства АЭС не должен оказать заметного отрицательного воздействия на водные экосистемы.

В нормальном режиме функционирования. На первом этапе работ по оценке воздействий АЭС на биологические компоненты водных экосистем и процессы формирования качества вод предполагалось, что система водоснабжения и водоотведения будет работать в замкнутом цикле без массивированного сброса отработанных вод в реку Вилия. Расчеты показывали, что при среднегодовом расходе воды в реку Вилия $50 \text{ м}^3/\text{с}$ объем сточных вод составит всего 0,2 % от годового объема речного стока. Отсюда следовало, что, отрицательное воздействие АЭС на экосистему реки Вилия будет минимальным, локальным и слабо выраженным.

Однако из уточненных водобалансовых расчетов, выполненных ОАО «Санкт-Петербургский Атомэнергопроект», следует, что сброс отработанных технических сточных вод составит на 1 энергоблок от $0,48 \text{ м}^3/\text{с}$ зимой до $0,69 \text{ м}^3/\text{с}$ летом ($0,96\text{-}1,38 \text{ м}^3/\text{с}$ на 2 ЭБ). При этом сточные воды, несмотря на предварительную очистку, будут содержать заметные количества биогенных элементов, солей металлов, нефтепродуктов, СПАВ, и других ингредиентов, оказывающих активное воздействие на биологические компоненты водных экосистем. Согласно данным ОАО «Санкт-Петербургский Атомэнергопроект», технические сточные воды по таким показателям как цинк, фосфаты, будут превышать ПДК рыбохозяйственного назначения до 4 раз, а температура сбрасываемых в реку Вилия сточных вод будет изменяться от $27,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ зимой до $38 \text{ }^{\circ}\text{C}$ летом.

Совершенно очевидно, что при таких параметрах планируемого сброса сточных вод функционирование АЭС представляет серьезную угрозу для биологических сообществ и экосистемы реки Вилия в целом.

Расчетами, выполненными ЦНИИКИВР, убедительно показано, что на значительных участках реки будет прослеживаться заметное температурное загрязнение, при котором существование и нормальное воспроизводство ряда редких и исчезающих видов рыб, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, становится невозможным. Однако угроза для экосистемы реки Вилия заключается не только в этом.

В настоящее время р. Вилия представляет собой высокоэвтрофированный водоток с уровнем валовой первичной продукции свыше 7 г С/м^3 в сутки, и концентрацией хлорофилла в воде до 90 мг/м^3 , резко выделяющийся по уровню трофии на фоне других водоемов и водотоков 30-ти километровой зоны АЭС. Поступление со сточными водами значительных количеств основных эвтрофирующих элементов (соединений фосфора и азота) на фоне термального загрязнения, несомненно, приведет к дальнейшему повышению уровня трофии. Отрицательные последствия этого процесса хорошо известны. Можно однозначно прогнозировать резкое возрастание биомас-

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

сы фитопланктона, благодаря массовому размножению синезеленых водорослей, вызывающих “цветение” воды, ухудшающих ее качество и условия жизни гидробионтов, выделяющих опасные не только для гидробионтов, но и для человека токсины. Эвтрофирование сопровождается нарушением структуры трофических связей гидробионтов, снижением биоразнообразия в планктонных и бентосных сообществах, что приводит к утрате генофонда, уменьшению способности экосистемы реки к гомеостазу и саморегуляции. Поступающие со сточными водами соли токсичных тяжелых металлов, например, хрома, могут нарушать продукционно-деструкционный баланс органического вещества, что может привести к избыточному накоплению биомассы, дальнейшее разложение которой скажется на качестве воды и санитарном состоянии реки Вилия.

Таким образом, планируемый режим сброса сточных вод в реку Вилия недопустим. Необходимо в системе водоотведения предусмотреть дополнительные инженерные сооружения, обеспечивающие снижение температуры и доочистку сточных вод. Уровень охлаждения и доочистки должен обеспечивать в реке Вилия в зоне сброса сточных вод, поступление эвтрофирующих и загрязняющих веществ на уровне ПДК для водных объектов первой категории рыбохозяйственного значения.

Озерные экосистемы расположены на достаточном удалении от промплощадки АЭС и не будут подвержены прямому воздействию жидких сбросов. В 30-км зоне белорусской АЭС доля загрязнения почвы радионуклидами от выбросов при нормальной эксплуатации двух энергоблоков к естественному загрязнению пренебрежимо мала и изменяется от $2,0 \cdot 10^{-3} \%$ (после первого года эксплуатации) до $2,3 \cdot 10^{-2} \%$ (после шестидесятилетней эксплуатации). Доля радионуклидов, которая в составе стока с водосбора перейдет в водные экосистемы, будет еще ниже. Отсюда следует, что при функционировании АЭС в стационарном режиме угроза радиоактивного загрязнения водных экосистем, значимо превышающего фоновые уровни, ничтожно мала.

Реальную угрозу для речных и озерных экосистем будет представлять возросшая антропогенная (рекреационная) нагрузка. В связи с вводом в строй АЭС численность населения в Островце увеличится примерно на 30000 человек, что неизбежно приведет к возрастанию антропогенного пресса не только на водные экосистемы, но и на все природные комплексы в целом. Однако это воздействие может быть компенсировано природоохранными мероприятиями.

14.5 Радиационное воздействие

14.5.1 Характеристика радиоактивных выбросов и сбросов при нормальной эксплуатации

Для обеспечения радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды проектом АЭС-2006 предусмотрен комплекс технических и организационных решений, реализация которых направлена на соблюдение следующих принципов:

- облучение персонала для всех режимов эксплуатации АЭС не должно превышать соответствующих основных пределов доз, установленных НРБ-2000 (Беларусь), НРБ-99 (Россия);
- облучение населения не должно превышать соответствующих основных пределов доз, установленных законом Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения», НРБ-2000, НРБ-99;
- проектом реализована концепция глубоко эшелонированной защиты, основанной на применении системы физических барьеров на пути распространения ионизи-

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

рующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду и системы технических и организационных мер по защите барьеров и сохранению их эффективности;

- поддержание облучения персонала и числа облучаемых лиц на возможно низком и достижимом уровне с учётом экономических и социальных факторов (принцип ALARA).

Источником радиационного воздействия АЭС являются радиоактивные сбросы и выбросы. Допустимые выбросы (ДВ) и сбросы (ДС) при нормальной эксплуатации АЭС устанавливаются СП АЭС-03 [45] исходя из квоты на облучение населения равной 10 мкЗв в год по каждому из путей воздействия.

С учетом технически достигнутого уровня безопасности АЭС в режиме нормальной эксплуатации (когда фактические выбросы и сбросы АЭС создают по каждому из путей воздействия дозу облучения лиц из населения менее 10 мкЗв/год) радиационный риск для населения при эксплуатации АЭС является безусловно приемлемым ($<10^{-6}$ год⁻¹). В этой связи Правилами регламентируется выброс следующих радионуклидов: инертных радиоактивных газов (ИРГ), йода 131, кобальта – 60, цезия – 134 и 137 (таблица 31). Воздействие радиоактивных выбросов и сбросов в режиме нормальной эксплуатации АЭС на окружающую среду минимально. Так в 2008 году газозольные выбросы и жидкие сбросы всех АЭС были значительно меньше установленных допустимых значений (ДВ и ДС) и создали дополнительно к фоновому облучению населения от природных источников излучения (2,2 мЗв) дозу не более:

- 0,1 мкЗв на АЭС с реакторами ВВЭР – 1000;
- 0,5 мкЗв на АЭС с реакторами ВВЭР – 440;
- 2,0 мкЗв на АЭС с реакторами РБМК – 1000.

Таким образом, уровень радиационного воздействия АЭС на население и окружающую среду в 2008 году не превысил 0,1 % от дозы, создаваемой природными источниками излучений, и не изменяет природный уровень естественной радиации в районе расположения АЭС. Выбросы даже на уровне 100 % от допустимых являются безусловно приемлемыми и не создают обнаруживаемого приборами радиационного контроля изменения радиационной обстановки в районах расположения АЭС. Фактические выбросы АЭС являются оптимизированными, и их дальнейшее снижение экономически не оправдано. Задача АЭС на предстоящий период в деле обеспечения радиационной безопасности и населения – сохранение достигнутого уровня выбросов и сбросов в окружающую среду. Приведенные выше данные позволяют уверенно говорить об экологической чистоте атомных станций.

14.5.2 Радиационное воздействие на агроэкосистемы в режиме нормальной эксплуатации

14.5.2.1 Общие принципы прогнозных расчетов содержания радионуклидов в компонентах агроэкосистем

Прогнозирование содержания ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в компонентах агроэкосистем проводилось на основе общепринятых в радиационной экологии компартментных математических моделей, в которых исследуемая система представлена в виде отдельных звеньев (например, 0-30 см слой почвы, >30 см слой почвы, надземная часть урожая, подземная часть урожая), между которыми происходит перенос радионуклидов с общепринятыми допущениями и ограничениями [158 - 162]. При этом динамика переноса радионуклидов описывается системой дифференциальных уравнений первого порядка. Параметры переноса приняты в соответствии с современными научными данными в области сельскохозяйственной радиоэкологии [158,161,162].

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Прогнозные расчеты выполнены для штатных и аварийных выпадений для наиболее распространенных видов сельскохозяйственной продукции: зерна хлебных злаков (рожь, пшеница, ячмень и овес), корне- и клубнеплодов (свекла и картофель), листовой зелени (салаты), трав естественных кормовых угодий на торфяных почвах, а также молока и говядины, полученных при выращивании на кормах, заготовленных на торфяных почвах.

При штатных выпадениях предполагалось поступление ^{137}Cs с интенсивностью $0,001 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$ ($1,16\cdot 10^{-8} \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$) и ^{131}I – с интенсивностью $0,01 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$ ($1,16\cdot 10^{-7} \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$). Ввиду низкой величины штатного выброса ^{90}Sr – менее ($1\cdot 10^{-13} \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$) его загрязнением пренебрегали. Считали, что корневое поступление в растения происходит с постоянной и относительно высокой скоростью [158, 162].

Для аварийных выпадений были выполнены прогнозные расчеты содержания ^{137}Cs , ^{131}I и ^{90}Sr в первый вегетационный период, характеризующийся поверхностным загрязнением растений в момент максимального развития надземной фитомассы и последующие вегетационные периоды, когда корневой путь поступления радионуклидов в сельскохозяйственные растения является наиболее значимым [162].

При прогнозе радиоактивного загрязнения в первый вегетационный период использован наиболее консервативный подход, предусматривающий максимальную степень задерживания аэральных выпадений надземной фитомассой растений (до 70 % зеленой массой и до 5 % - зерном) с периодом полураспада до 15 суток [159].

При прогнозной оценке радиоактивного загрязнения в последующие вегетационные сезоны был использован консервативный подход при котором имелась 95 % вероятность непревышения расчетных значений при реальном радиоактивном загрязнении. Для этого использованы константы переноса, соответствующие почвам с минимальным содержанием обменного калия и $\text{pH}_{\text{КС}}$. При расчетах загрязнения ^{137}Cs кормовых угодий и продукции животноводства (молока и говядины), был использован наиболее консервативный подход, предполагающий использование трав естественных пастбищ и сенокосов на торфяных почвах с максимальным коэффициентом перехода радионуклида в системе "почва-растение" по сравнению с почвами минеральных рядов. При оценке загрязнения ^{90}Sr предполагалось, что травы заготовлены на дерново-подзолистых песчаных почвах с высокой кислотностью солевой вытяжки.

Особое значение придавалось оценке соответствия рассчитанных уровней содержания радионуклидов в продукции сельского хозяйства реально наблюдаемым согласно данным, опубликованным в научной литературе [163 - 167]. Прогнозируемые коэффициенты перехода радионуклида для исследуемых видов сельскохозяйственной продукции соответствуют фактически наблюдаемым, полученным на основании мероприятий радиоэкологического мониторинга в Восточной Европе, а на основании разработанных моделей можно осуществлять прогнозные расчеты с достаточной степенью надежности и неопределенностью менее 50 %.

Расчеты были проведены с применением нормированных условий (на $1 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-2}$) и с применением конкретных сценариев развития запроектной и максимальной проектной аварий.

Оценку загрязнения сельскохозяйственной продукции на территории Литвы проводили исходя из расстояния от АЭС до государственной границы в западном, северо-западном и северном направлениях (около 20 км).

Критериями для принятия решений об ограничении потребления видов сельскохозяйственной продукции в первый год после аварии, в соответствии с НРБ-2000 [168], является содержание радионуклидов. При непревышении уровня А, соответствующего удельной активности ^{137}Cs и ^{131}I $1000 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, а ^{90}Sr – $100 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, нет необходимости в применении защитных мер. Если содержание радионуклидов в видах сельскохо-

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недлок	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

зьяйственной продукции превосходит уровень Б (>1000 Бк·кг⁻¹ для ⁹⁰Sr и свыше 10000 Бк·кг⁻¹ для ¹³⁷Cs и ¹³¹I) необходимо ограничить потребление видов сельскохозяйственной продукции с превышением указанного норматива. При удельной активности радионуклидов в видах сельскохозяйственной продукции с превышением уровня А, но более низком по сравнению с уровнем Б, решение об ее использовании принимается отдельно в каждом конкретном случае в зависимости от прогнозируемой дозы внутреннего облучения.

В последующие годы после аварийных выбросов и при штатных выпадениях содержание радионуклидов в видах сельскохозяйственной продукции регламентируется согласно действующим в Республике Беларусь допустимым уровням содержания ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и кормах: для зерна на продовольственные цели – 90 Бк·кг⁻¹ по ¹³⁷Cs и 11 Бк·кг⁻¹ по ⁹⁰Sr, для молока – 100 Бк·л⁻¹ по ¹³⁷Cs и 3,7 Бк·л⁻¹ по ⁹⁰Sr, для корне- и клубнеплодов – 80 Бк·кг⁻¹ по ¹³⁷Cs и 3,7 Бк·кг⁻¹ по ⁹⁰Sr, для трав естественных кормовых угодий для производства цельного молока – 165 Бк·кг⁻¹ по ¹³⁷Cs и 37 Бк·кг⁻¹ по ⁹⁰Sr, для говядины – 500 Бк·кг⁻¹ по ¹³⁷Cs и 37 Бк·кг⁻¹ по ⁹⁰Sr.

14.5.2.2 Прогноз содержания радионуклидов при штатных радиоактивных выпадениях

Прогнозные расчеты свидетельствуют о крайне низком поступлении радионуклидов в окружающую среду вследствие штатных радиоактивных выпадений при эксплуатации белорусской АЭС (рисунок 93). Даже при условии постоянного осаднения ¹³⁷Cs на одну и ту же территорию в течение всего срока эксплуатации максимальная поверхностная активность 0-30 см слоя не превысит 12 Бк·м⁻², что составит менее 1 % по сравнению с существующим уровнем.

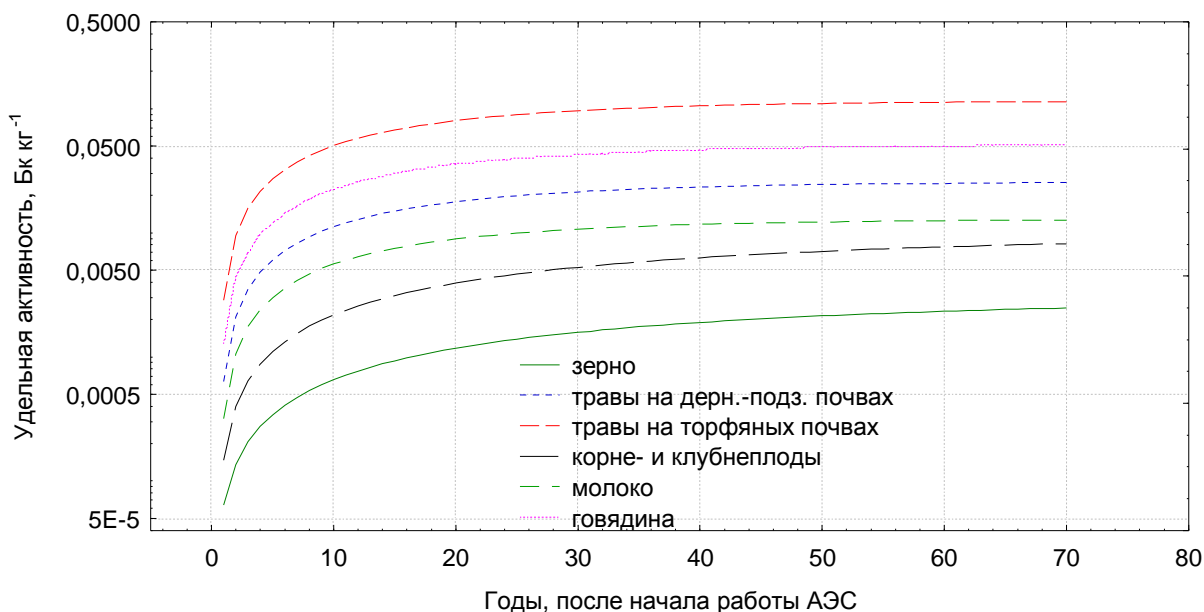


Рисунок 93 – Прогноз удельной активности ¹³⁷Cs в продукции сельского хозяйства при штатных выпадениях АЭС с интенсивностью 0,001 Бк·м⁻²·сут⁻¹

Активность ⁹⁰Sr в штатных выпадениях крайне низка (несколько Бк в сутки), поэтому его вклад в загрязнение почвы пренебрежимо мал.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Данные расчеты проведены исходя из консервативного предположения о постоянном осадении на одну и ту же территорию, очевидно, что реальные значения при учете розы ветров будут примерно на порядок меньше.

Дополнительное содержание радионуклидов в исследованных видах сельскохозяйственной продукции прогнозируется на очень низком уровне и составит порядка 10^{-4} - 10^{-2} Бк·кг⁻¹. Из исследованной продукции несколько более высокие значения (10^{-2} Бк·кг⁻¹) будут наблюдаться в говядине и молоке (прежде всего, при использовании кормов, заготовленных на торфяных почвах), травах естественных пастбищ. В травах, заготовленных на торфяных почвах, удельная активность может достигать 0,1 Бк·кг⁻¹, однако это почти в 100 раз меньше по сравнению с существующим уровнем содержания радионуклида. Минимальные значения (10^{-4} Бк·кг⁻¹) прогнозируются для зерновых, корне- и клубнеплодов. Сопоставимые значения удельной активности прогнозируются и для ¹³¹I, а содержание ⁹⁰Sr ожидается на крайне низком уровне – $\sim 10^{-6}$ Бк·кг⁻¹.

Таким образом, длительная эксплуатация АЭС приведет к крайне низкому повышению содержания ¹³⁷Cs в продукции сельского хозяйства.

14.5.2.3 Действие ионизирующего излучения на сельскохозяйственные растения и животных

Прогнозирование дозовых нагрузок на представителей биоты агроэкосистем проводилось исходя из модельных расчетов осадения радиоактивных веществ на поверхность почвы вследствие штатных и аварийных выпадений с помощью Гауссовых моделей распространения примесей в атмосфере. При этом применялись консервативные параметры моделей, позволяющие рассчитать максимально неблагоприятные варианты радиоактивного загрязнения и определяющие формирование наибольших уровней загрязнения и доз ионизирующего излучения. Такой подход широко применим при моделировании последствий радиационных аварий. Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии радиационно-индуцируемых эффектов при штатных выбросах белорусской АЭС. При суточном выбросе прогнозируется формирование очень низких доз: менее 0,05 мкЗв по γ - и β - излучениям от облака радиоактивных выпадений и менее 10^{-4} нЗв·ч⁻¹ по γ -излучению от радионуклидов, осевших на почву, что существенно ниже естественного радиационного фона.

14.5.3 Аварийные выбросы

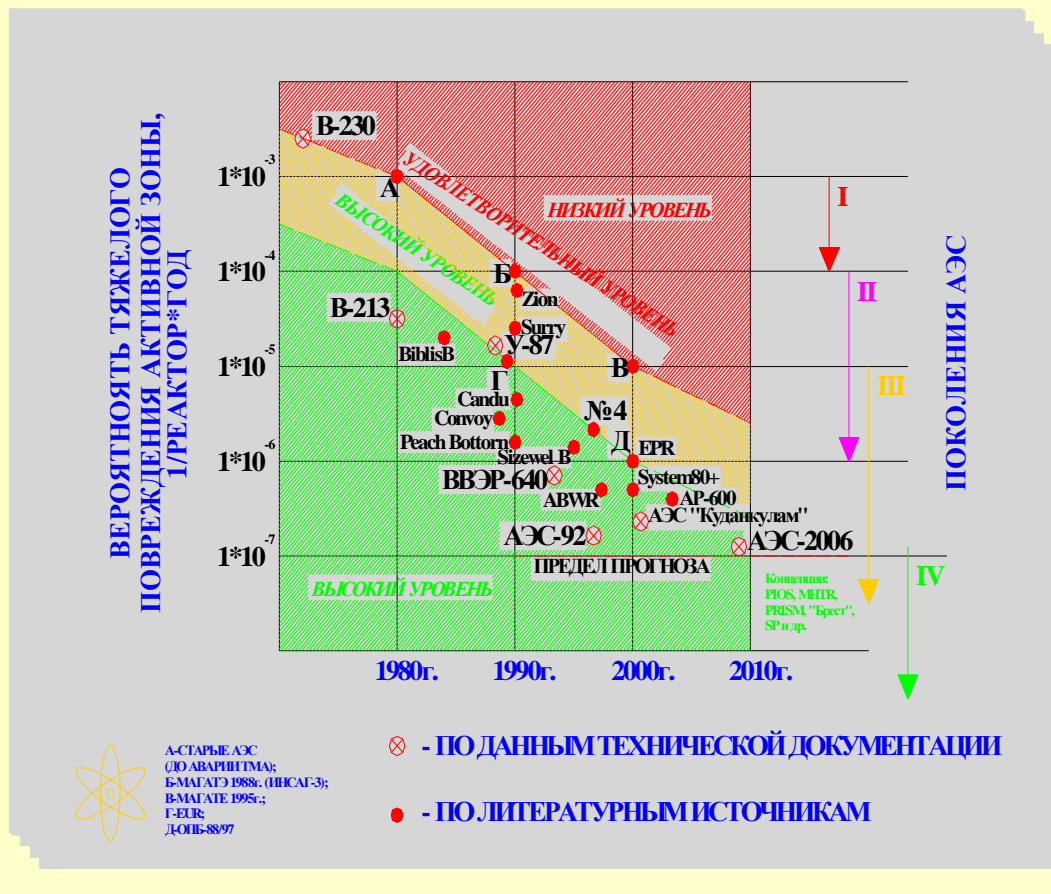
Инциденты и аварии на атомных станциях могут подразделяться на категории, с использованием международной шкалы INES [169]. Категории 0-7 демонстрируют природу и тяжесть событий на АЭС. Категории 1-3 обозначают инциденты, которые снижают безопасность, но не приводят к выбросу радиоактивности, сопровождаемому значимым повышением уровня доз для населения (не более порядка одной десятой доли предельной годовой дозы). Категории 4-7 относятся к различным типам аварий. Категория 4 («авария без значительного риска за пределами площадки») отвечает постулируемым проектным авариям. Категории 5-7 - авариям с серьезным повреждением топлива. В процессе эволюционного развития АЭС повышалась экологическая безопасность АЭС (рисунок 94).

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------



Динамика уровня безопасности различных поколений АЭС



20

Рисунок 94 – Эволюционное развитие АЭС [170]

В соответствии с действующими требованиями в России ОПБ-88/97 [56] и соответствующими международными требованиями EUR [43] в проекте АЭС-2006 рассматриваются так называемые проектные и запроектные аварии, включая тяжелые аварии с плавлением топлива.

В качестве основных количественных критериев, характеризующих уровень безопасности, выступают значения вероятностей серьезного повреждения активной зоны и предельно допустимого аварийного выброса основных дозообразующих радионуклидов в окружающую среду при тяжелых запроектных авариях (ПАВ).

Целевые вероятностные показатели, установленные эксплуатирующей организацией для энергоблока АЭС-2006 [171]:

- снижение вероятностей аварий на энергоблоке с серьезным повреждением активной зоны реактора до уровня 10^{-6} 1/год.реактор и больших выбросов за пределы площадки, для которых необходимы быстрые контрмеры вне площадки, уровнем 10^{-7} 1/год.реактор;

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недлок	Подп.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Лист
412

- ограничение ПАВ основных дозообразующих нуклидов в окружающую среду при тяжелых запроектных авариях с вероятностью 10^{-7} 1/год.реактор уровнем 100 ТБк цезия-137.

- снижение ПАВ основных дозообразующих нуклидов в окружающую среду при тяжелых запроектных авариях с вероятностью 10^{-7} 1/год.реактор, до уровня, при котором:

- исключена необходимость введения незамедлительных мер, включающих как обязательную эвакуацию, так и длительное отселение населения за пределами площадки; расчетный радиус зоны планирования обязательной эвакуации населения не превышает 800 м от реакторного отделения;

- обязательное введение защитных мероприятий для населения (укрытие, йодная профилактика) ограничено зоной не более 3 км от блока.

Установленные для энергоблока АЭС-2006 дозовые пределы и целевые вероятностные показатели полностью отвечают требованиям действующих российских НД, рекомендациям и нормам безопасности IAEA, Международной консультативной группы по ядерной безопасности (INSAG1 - INSAG12) и требованиям Европейских эксплуатирующих организаций к проектам атомных станций нового поколения с реакторами типа PWR [43] В таблице 136 представлены для сравнения целевые показатели радиационной и ядерной безопасности энергоблоков повышенной безопасности для различных проектов АЭС и требования к ним.

Таблица 136 – Показатели радиационной и ядерной безопасности АЭС

Критерий	EUR [43] INSAG-3 [173]	НД РФ [56,34]	Проект АЭС-2006 [171]	Проект USA-APWR [172]
Квоты облучения населения от выбросов (сбросов) при НЭ АЭС, мкЗв/год	Не регламент.	50(50) [34]	10(10)	-
Квоты облучения населения от выбросов и сбросов при НЭ с учетом ННЭ АЭС, мкЗв/год	100	Не регламент.	100	100
Эффективная доза на население при проектных авариях, мЗв/событие		Не регламент.		
- с частотой более 10^{-4} 1/год	1		1	1
- с частотой менее 10^{-4} 1/год	5		5	5
Эффективная доза на население при проектных авариях, мЗв/год	-	5 [34]	-	-
Вероятность серьезного повреждения активной зоны, 1/год.реактор	1E-5	1E-5 [56]	1E-6	1E-6
Вероятность больших выбросов, для которых необходимы быстрые контрмеры вне площадки, 1/год.реактор	1E-6	1E-7 [56]	1E-7	1E-7

Ужесточение требований безопасности для новых блоков (USA-APWR, EPR, АЭС-2006 и др.) потребовало разработки таких дополнительных технических решений, которые надежно ограничили сферу проведения мероприятий чрезвычайного характера самыми ближайшими от атомной электростанции окрестностями. Так в проекте АЭС-2006 для дальнейшего смягчения последствий тяжелых аварий введены две новые пассивные системы безопасности: СПОТ ГО, надежно обеспечивающая сохранение функции защитной оболочки при тяжелых авариях, и СПОТ ПГ, обеспечивающая охлаждение активной зоны реактора при полном обесточивании блока.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

В составе проекта АЭС-2006 ПАВ установлен исходя из достигнутого уровня безопасности для класса тяжелых аварий на блоке [174]:

- для ранней фазы аварии, связанной с утечками ПД через неплотности двойной ЗО и байпасом контейнента, при отсутствии энергоснабжения на блоке: ксенон - 133 – 10^4 ТБк; иод-131 – 50 ТБк; цезий-137 – 5 ТБк.

- для промежуточной фазы аварии после восстановления энергоснабжения на блоке, связанной с выбросами через вентиляционную трубу: ксенон -133 – 10^5 ТБк; иод-131 –50 ТБк; цезий-137 – 5 ТБк.

Для разработки ПАВ выполнен анализ радиационных последствий реперного сценария тяжелых аварий, связанных с медленным ростом давления в контейненте (суммарная вероятность порядка 10^{-7} 1/год.реактор) согласно рекомендациям IAEA для АЭС с PWR [175]. В составе ОВОС Балтийской АЭС ПАВ использован для предварительной оценки объема защитных мероприятий для населения при тяжелых авариях на энергоблоке.

В таблице 137 приведены для сравнения расчетные значения ПАВ и требования к ним, установленные в различных странах и проектах. Реализация в проектах намеченной стратегии снизило расчетные уровни ПАВ, обоснованные согласно указанным выше требованиям.

Таблица 137 – Предельно допустимые аварийные выбросы и требования к ним, ТБк

Дозообразующий нуклид	Требования к размещению АС, СССР 1987г. ¹⁾	Требование Решения Госсовета Финляндии 395/91	Тяньваньская АЭС [176]	Проект АЭС-2006 [174]	USA-APWR [172]
Ксенон-133	Не реглам.	Не реглам.	10^6	10^5	3×10^5
Иод-131	Не более 1000	Не реглам.	600	100	349
Цезий-137	Не более 100	Не более 100	50	10	5,6
Стронций-90	Не реглам	Не реглам.	1	0,12	0,15

¹⁾ Требование исключено при перевыпуске документа. Документом ПНАЭГ-03-33-93, НП-032-01 гармонизированы требования российских НД с рекомендациями IAEA (INSAG-3): меры по управлению и ослаблению последствий тяжелых аварий должны снизить вероятность больших выбросов за пределы площадки, для которых необходимы быстрые контрмеры вне площадки, уровнем 10^{-7} 1/год.реактор .

14.5.3.1 Расчет плотности загрязнения при ЗА. Исходные данные

В ОВОС для новых АЭС, имеющих в свободном доступе в интернете, используются и иные методологические подходы для оценки воздействия тяжелых аварий на окружающую среду на больших расстояниях. Обычно во время процесса разработки ОВОС технический проект АЭС еще не разработан, поэтому для ОВОС ставится задача смоделировать общую для различных проектов АЭС потенциально значимую ситуацию, которая оказывает ограниченное воздействие на окружающую среду, и оценить риск предполагаемой экономической деятельности, не основываясь при этом на фактических проектных решениях. Сценарий развития референтной тяжелой ЗА приведен в таблице 43.

Примером могут служить ОВОС новых АЭС, разработанные финскими специалистами [177 - 179]. В указанных документах рассмотрено воздействие за пределами

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

государственных границ тяжелой гипотетической аварии Категории 6 («тяжелая авария») при ПАВ на уровне 100 ТБк ^{137}Cs в соответствии с предельным значением, установленным Решением Правительства Финляндии (395/1991). Для того чтобы оценить воздействие, вызванное аварией, моделировались выбросы и др. нуклидов, которые формируют более чем на 90% прогнозируемую дозу облучения, по соотношению их содержания в активной зоне реактора (например, выброс ^{131}I составил 1500 ТБк).

Для расчета радиоактивного загрязнения при различных метеоусловиях в ОВОС белорусской АЭС рассмотрены 2 сценария для тяжелой запроектной аварии (таблица 138).

Таблица 138 – Сценарии для моделирования последствий тяжелой ЗА

Наименование	Сценарий 1	Сценарий 2
Период моделирования	24 часа	24 часа
Продолжительность выброса	1 час	1 час
Динамика верхней и нижней границы выброса	21 – 25 м	21 – 25 м
Эффективный диаметр источника	3 м	3 м
Скорость выхода	1,8 м/с	1,8 м/с
Перегрев	30 ⁰ С	30 ⁰ С
Активность йода - 131	1×10 ¹⁴	3,1×10 ¹⁵
Активность цезия - 137	1×10 ¹³	3,5×10 ¹⁴

Для моделирования распространения радиоактивного загрязнения в атмосфере при ЗА/МПА в зависимости от метеорологических условий использовалась автоматизированная система анализа и прогноза радиационной обстановки RECASS NT (ФИАЦ Росгидромета (ГУ НПО «Тайфун»). Автоматизированная система RECASS NT получена РЦРКМ в рамках реализации Программы Союзного государства «Совершенствование и развитие единой технологии получения, сбора, анализа и прогноза, хранения и распространения гидрометеорологической информации и данных о загрязнении природной среды (второй этап) на 2003-2006 гг.». RECASS NT внедрена и много лет успешно используется в ФИАЦ Росгидромета, на российских АЭС - Ленинградской, Волгодонской, Нововоронежской, Кольской, Белоярской, Билибинской, Смоленской, Балаковской, Калининской, Курской, а также в РЦРКМ Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь.

Расчет распространения радиоактивного загрязнения при ЗА/МПА производился с использованием моделей различного пространственного разрешения. Это модели:

- мезо - масштабная – до 100 км (использовалась для МПА);
- трансграничная – ~ 10³ км для (использовалась для ЗА).

Модели рассчитывают поля плотности загрязнения подстилающей поверхности в результате сухого/влажного осаждения, проинтегрированной по времени приземной концентрации и поле приземной концентрации радионуклидов в конкретные моменты времени. Расчеты завершаются, когда облако удаляется от источника выброса на максимальное для модели расстояние или когда запас радиоактивного вещества уменьшился до 1 Е-14 от первоначального запаса.

Для функционирования моделей переноса загрязняющих веществ в атмосфере использовались данные объективного анализа и численного прогноза метеорологических параметров на стандартных геопотенциальных поверхностях из прогностических центров Всемирной метеорологической организации (ВМО), получаемые в РЦРКМ. Это расчетные поля метеорологических параметров на уровне земли (10 метров на уровне земли для компонент ветра и 2 метра над уровнем земли для температуры) и на стандартных геопотенциальных поверхностях - 1000 гПа; 925 гПа;

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

850 гПа; 700 гПа; 500 гПа. Результаты моделирования переноса радиоактивных веществ в атмосфере – данные интегрального выпадения радиоактивного вещества на подстилающую поверхность через 24 часа от начала аварии в виде пространственных полей со значениями в узлах сетки с регулярным шагом с заданными точностью и дискретностью. Полученные данные интегрировались в среду ГИС MapInfo в виде тематического слоя на цифровой карте территории Республики Беларусь масштаба 1:100000. Для моделирования переноса радионуклидов в атмосфере использовались данные прогностических полей метеорологических параметров в разные периоды года.

На рисунке 95 представлена схема с обозначением направлений ветра в румбах и градусах.

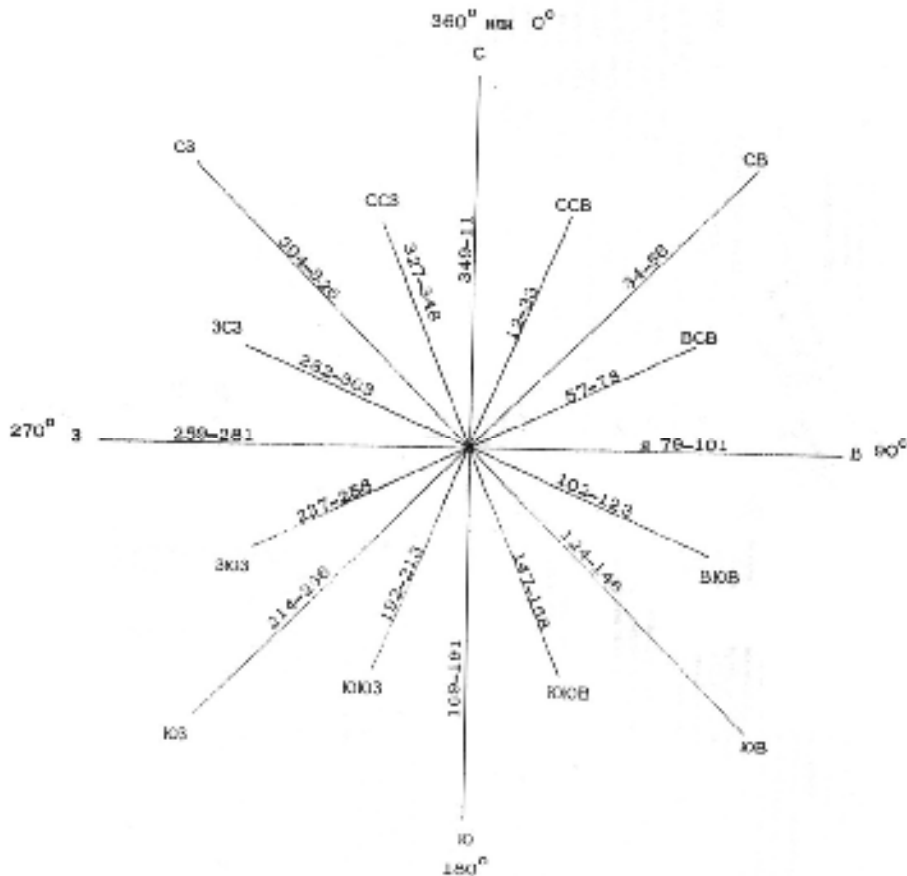


Рисунок 95 - Схема с обозначением направлений ветра в румбах и градусах.

Распространение радиоактивных веществ в атмосфере происходит в результате турбулентной диффузии и ветрового переноса. При математическом моделировании переноса радиоактивных веществ форма следа, прежде всего, зависит от взаимодействия различных факторов атмосферной диффузии и ветрового переноса. При продолжительном выбросе радиоактивное облако имеет форму струи. В результате взаимодействия с мелкомасштабными атмосферными вихрями, поперечные размеры радиоактивного облака могут увеличиваться в разной степени. Взаимодействие с крупномасштабными атмосферными вихрями приводит к искривлению траектории.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Размер атмосферных вихрей определяется, прежде всего, вертикальным профилем температуры в атмосфере и скоростью ветра.

Расчет радиоактивного загрязнения территории производился с использованием трансграничной модели. В случае трансграничного загрязнения производился расчет площади зон загрязнения (для различных уровней), попавших на территорию сопредельных государств.

Проведено моделирование переноса радиоактивных веществ в атмосфере и оценена плотность загрязнения территории радионуклидами в зависимости от метеорологических условий.

Анализ подготовленных результатов моделирования позволил выбрать 2 наиболее консервативных сценария.

14.5.3.2 Сценарий загрязнения малой площади

Данный сценарий характеризуется относительно низкой скоростью ветра и умеренно устойчивым состоянием атмосферы, что определяет осаждение большого количества радиоактивных веществ на относительно малом по площади пространстве – зона максимального загрязнения будет иметь протяженность до 15 км от АЭС и ширину до 1 км. В пределах зоны максимального осаждения площадью ~2000 га плотность загрязнения почвы ^{137}Cs и ^{131}I прогнозируется в диапазоне от 2500 до 20000 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, а ^{90}Sr – более 37 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs и ^{131}I свыше 37 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ будет наблюдаться на территории площадью ~17500 и 22000 га, соответственно.

Метеорологическая ситуация: погода определялась прохождением малоактивного атмосферного фронта. Повсеместно сохранялась теплая, преимущественно сухая погода, лишь ночью по западу Брестской области отмечались небольшие дожди. На метеостанции Нарочь на начало аварии зафиксированы:

- температура воздуха 14,4 °С;
 - направление ветра – 250 °;
 - западный, 2 м/с;
 - давление 1013,0 гПа;
 - точка росы 2,7 °С;
 - общая облачность 90 %;
 - облака нижнего яруса – 40 %;
 - категория устойчивости –D.
- На метеостанции Вилейка зафиксированы:
- температура воздуха 15,9 °С;
 - направление ветра – 350 °;
 - северный, 3 м/с, давление 993,3 гПа;
 - точка росы 1,7 °С;
 - общая облачность 90 %;
 - облачность нижнего яруса – 20 %;
 - категория устойчивости –D.

Моделирование производилось с использованием данных прогностических полей метеорологических параметров из Московского прогностического центра при следующих условиях:

- ветер на высоте 10 метров западный, 25 км/ч;
- температура на высоте два метра над землей – 11 °С.

Осадки отсутствовали. Высота слоя перемешивания достигала 0,11 км. Параметр устойчивости Смита –5,6.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Плотность загрязнения территории радионуклидами на оси следа и поля плотности загрязнения территории ¹³¹I приведены в таблице 139 и на рисунке 96.

Таблица 139 - Плотность загрязнения территории радионуклидами на оси следа В, Бк/м²

Р/н Бк/м ² 050512	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
Сценарий 1										
I-131	5,3E+05	7,1E+05	1,0E+06	1,1E+06	4,6E+05	1,4E+05	1,4E+05	8,7E+04	7,5E+04	5,0E+04
Cs-137	5,6E+04	8,1E+04	1,2E+05	1,2E+05	6,8E+04	1,5E+04	1,5E+04	1,1E+04	7,2E+03	5,4E+03
Сценарий 2										
I-131	1,6E+07	2,2E+07	3,5E+07	3,7E+07	1,9E+07	3,9E+09	3,9E+06	3,1E+06	2,1E+06	1,6E+06
Cs-137	2,1E+06	2,8E+06	4,1E+06	4,4E+06	2,2E+06	5,4E+05	5,6E+05	3,5E+05	2,5E+05	2,1E+05



Рисунок 96 - Поля плотности загрязнения территории ¹³¹I на (след В)

Моделирование производилось с использованием данных прогностических полей метеорологических параметров из Московского прогностического центра при следующих условиях: ветер на высоте 10 метров западный, 25 км/ч, температура на высоте 2 метра над землей – 11 °С. Осадки отсутствовали. Высота слоя перемешивания достигала 0,11 км. Параметр устойчивости Смита –5,6.

14.5.3.3 Сценарий загрязнения большой площади

Данный сценарий характеризуется высокими скоростями перемещения воздушной массы с умеренной флуктуацией, что определяет формирование протяженных – до 70 км от АЭС и относительно широких – до 15 км полей радиоактивного загрязнения с относительно невысокой плотностью загрязнения: для ¹³⁷Cs диапазон значений от 100 до 900 кБк·м⁻² ожидается в пределах следа на площади ~45000 га, а ¹³¹I в том же диапазоне загрязнения – около 100000 га. Значение плотности загрязнения почвы 37 кБк·м⁻² будет превышено для ¹³⁷Cs на площади около 100000 га, а для ¹³¹I – на 130000 га.

Метеорологическая ситуация: погода определялась западной периферией обширного малоподвижного антициклона с центром над Воронежской областью. Преимущественно без осадков, лишь по западу Брестской области под влиянием малоак-

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

тивного атмосферного фронта прошли кратковременные дожди. Ветер юго-восточный умеренный. На метеостанции Лынтупы на начало аварии зафиксированы:

- температура воздуха 4,2 °С;
- направление ветра - 120°;
- юго-восточный, 1 м/с;
- давление 995,7 гПа;
- точка росы 1,7 °С;
- общая облачность 0 %;
- категория устойчивости – F.

На метеостанции Вильнюс зафиксированы:

- температура воздуха 5,5 °С;
- направление ветра - 130°;
- юго-восточный, 1 м/с;
- давление 1001,1 гПа;
- точка росы 4,3 °С;
- общая облачность 0 %;
- категория устойчивости – F.

Осадков не наблюдалось.

Моделирование производилось с использованием данных прогностических полей метеорологических параметров из Московского прогностического центра при следующих условиях:

- ветер на высоте 10 метров южный – 20-28 км/ч;
- температура на высоте два метра над землей – 6,0 – 7,2 °С.

Высота слоя перемешивания достигала 0,4 км. Параметр устойчивости Смита – 4.

Плотность загрязнения территории ¹³¹I и ¹³⁷Cs на оси следа приведена в таблице 140 и рисунке 97

Таблица 140 - Плотность загрязнения территории радионуклидами на оси следа СЗ, Бк/м² (11.04.2009)

Р/н Бк/м ²	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
Сценарий 1										
I-131	4,0E+04	5,3E+04	8,0E+04	1,2E+05	8,9E+04	1,7E+05	1,0E+05	6,9E+04	6,0E+04	5,4E+04
Cs-137	4,3E+03	5,7E+03	8,6E+03	1,3E+04	9,7E+03	1,8E+04	1,1E+04	7,5E+03	6,5E+03	5,8E+03
Сценарий 2										
I-131	9,7E+05	1,3E+06	2,1E+06	2,7E+06	2,3E+06	5,0E+06	2,9E+06	2,1E+06	1,7E+06	1,7E+06
Cs-137	1,2E+05	1,6E+05	2,6E+05	3,5E+05	2,9E+05	6,0E+05	3,7E+05	2,6E+05	2,2E+05	1,9E+05

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата



Рисунок 97 – Сценарий 1. Поля плотности загрязнения территории ¹³¹I и Cs-137 (след СЗ)

14.5.3.4 Оценка возможного радионуклидного загрязнения водотоков

Изменения в состоянии поверхностных вод при создании АЭС и возникновении аварийной ситуации могут быть связаны с радионуклидным загрязнением в результате попадания радионуклидов в приток р. Вилии в составе сточных вод или же в результате выброса в атмосферу радионуклидов и дальнейшего осаждения на водную поверхность р. Вилии и ее притоков а также на водосборную площадь с последующим смывом части осевших радионуклидов поверхностным стоком в реку.

Объемы жидких сбросов в окружающую среду и поступление радионуклидов в поверхностные воды в 2005 году по отношению к допустимому сбросу (ДС) для АЭС, расположенных в Российской Федерации, с жидкими сбросами АЭС России были меньше допустимых (не превышали ДС).

Аварийное радионуклидное загрязнение поверхностных вод в районе размещения белорусской АЭС возможно в случае попадания радионуклидов в сточные воды и далее в составе сточных вод в р. Полпе. Для локализации данного варианта развития аварийной ситуации достаточно запланировать при строительстве очистных сооружений простейшее перегораживающее сооружение ниже выпуска сточных вод для перехвата возможных аварийных загрязнений.

Математическое моделирование по оценке возможного радионуклидного загрязнения водотоков и трансграничного переноса радиоактивных загрязнений выполнено для самой неблагоприятной ситуации - максимальной плотности выпадения радионуклидов на водную поверхность с учетом максимального дождевого стока с водосборной территории, загрязненной радионуклидами в результате аварии.

В обобщенном виде результаты оценки возможного радионуклидного загрязнения р. Вилия и трансграничного переноса радиоактивных загрязнений для самых неблагоприятных метеорологических условий при максимальном выпадении радионуклидов на водную поверхность представлены на рисунках 98 - 100 и в таблице 141.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

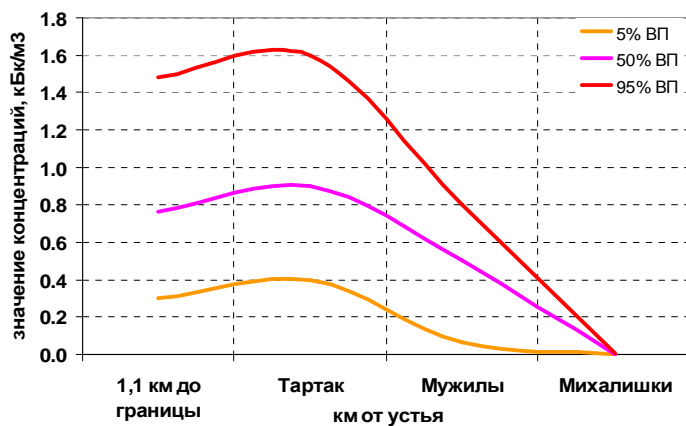


Рисунок 98 - Динамика изменения концентраций ^{90}Sr по руслу р. Виляя для различных вариантов водности

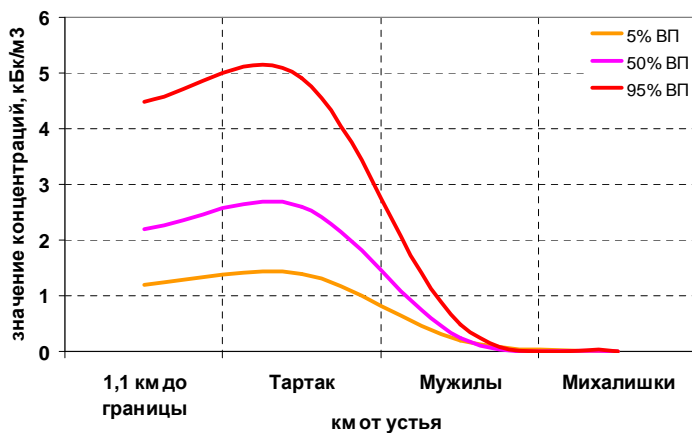


Рисунок 99 - Динамика изменения концентраций ^{137}Cs по руслу р. Виляя для различных вариантов водности

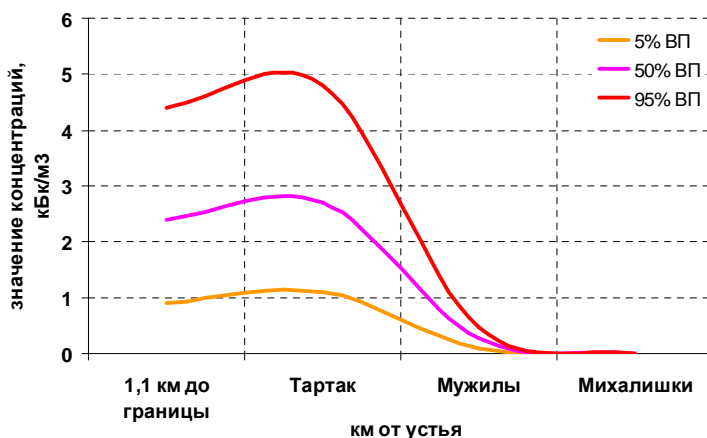


Рисунок 100 - Динамика изменения концентраций ^{131}I по руслу р. Виляя для различных вариантов водности

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Таблица 141 – Результат расчета времени добегания и максимальных концентраций радионуклидов

Варианта водности	Время добега- ния фронта ра- дионуклидов до створа 1,1 км от границы, час	Максимальная концентрация в трансграничном створе 1,1 км от границы, кБк/м ³		
		⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	¹³¹ I
5 % обеспеченность	4,56	0,3	1,2	0,9
50 % обеспеченность	10,2	0,76	2,2	2,4
95 % обеспеченность	13,2	1,48	4,5	4,4

Из рисунков 98 - 100 видно, что максимальная удельная активность реперных радионуклидов в воде р. Вилия наблюдается на участке 1.1 от границы до д. Тартак. Снижение удельной активности в воде р. Вилии происходит за счет размытия пятна конвективными течениями и диффузией в транспортной водной среде. В расчетах принималось, что реперные радионуклиды находятся в воде в растворенной или адсорбированной формах. При движении пятна радиоактивного загрязнения происходит его придонное размытие за счет взаимодействия радионуклидов в системе «вода – взвесь – донные отложения». Полное прохождение основной массы радиоактивного вещества в растворенной форме по расчетной области происходит за 100-120 часов от начала выпадений. Максимальные прогнозные концентрации радионуклидов (¹³¹I, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr) в трансграничном створе в случае ЗА не превышают уровней вмешательства (УВ), предусмотренных Нормами радиационной безопасности (НРБ-2000), согласно которым УВ для ⁹⁰Sr составляет 5 кБк/м³, ¹³⁷Cs – 10 кБк/м³, ¹³¹I – 6,3 кБк/м³.

14.5.3.5 Оценка возможного радионуклидного загрязнения водоемов

При осаждении на водную поверхность водоема радионуклиды в значительной мере постепенно присоединяются к взвешенным частицам различного диаметра и со временем переходят в донные отложения. Соответственно, максимальные концентрации радионуклидов в водоемах будут наблюдаться в момент осаждения радионуклидов, а далее концентрации будут снижаться за счет перехода радионуклидов в донные отложения. Для расчета времени осаждения основной массы радионуклидов и соответственно снижения концентраций радионуклидов использован следующий подход:

Расчетные скорости осаждения попадающих на свободную поверхность водоема и находящихся в нем во взвешенном состоянии частиц определяются по формуле Г.И. Шамова [180] с учетом предельной скорости, при которой прекращается осаждение частиц наносов. Гидравлическая крупность принимается по рекомендациям [180].

Расчетные скорости осаждения частиц v' составляют:

- для крупных частиц диаметра 0,1- 0,05 мм - 0,0067 м/с;
- для средних частиц диаметра 0,05 - 0,01 мм - 0,0007 м/с;
- для мелких частиц диаметра 0,01- 0,005 мм - 0,000066 м/с.

Расчет времени осаждения частиц приведен в таблице 142.

Изн. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Таблица 142 – Максимальное время осаждения частиц в водоемах в радиусе 30 км

Название водоема	Время осаждения, час		
	крупных частиц (диаметра 0,1- 0,05 мм)	средних частиц (диаметра 0,05 – 0,01 мм)	мелких частиц (диаметра 0,01- 0,005 мм)
радиус 15 км			
Ольховское вдхр.	0,22	2,06	21,89
оз. Слободское	0,21	1,98	21,04
радиус 20 км			
оз. Гомель	0,21	1,98	21,04
оз. Белое	0,17	1,59	16,84
оз. Клевье	0,09	0,83	8,84
оз. Баранское	0,34	3,25	34,51
оз. Туровейское	0,19	1,87	19,78
оз. Золовское	0,52	5,00	53,03
оз. Кайминское	0,81	7,74	82,07
оз. Голубина	0,87	8,33	88,38
оз. Тумское	0,38	3,65	38,72
оз. Подкостелок	0,25	2,42	25,67
оз. Еди	0,82	7,82	82,91
оз. Губеза	0,53	5,12	54,29
оз. Воробьи	0,13	1,23	13,05
Яновское вдхр.	0,31	2,98	31,57
радиус 25 км			
Рачунское вдхр.	0,19	1,87	19,78
оз. Рыжее	0,11	1,03	10,94
оз. Мертвое	0,07	0,63	6,73
оз. Туца	0,08	0,79	8,42
оз. Свирь	0,36	3,45	36,62
оз. Глухое	0,21	1,98	21,04
оз. Свирьнице	0,11	1,07	11,36
оз. Бык	0,21	1,98	21,04
оз. Бильджю	0,21	1,98	21,04
оз. Кароцки	0,21	1,98	21,04
оз. Шкейма	0,21	1,98	21,04
оз. Дятловина	0,21	1,98	21,04
радиус 30 км			
пруды рыбхоза «Солы»	0,21	1,98	21,04
Вишневское	0,26	2,50	26,52
пруды рыбхоза «Маргейский»	0,21	1,98	21,04
Унгуринис	0,21	1,98	21,04
Раковина	0,21	1,98	21,04
Вакштель	0,21	1,98	21,04
Пярунас	0,21	1,98	21,04

Изн. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Окончание таблицы 142

Название водоема	Время осаждения, час		
	крупных частиц (диаметра 0,1- 0,05 мм)	средних частиц (диаметра 0,05 – 0,01 мм)	мелких частиц (диаметра 0,01- 0,005 мм)
Атимец	0,21	1,98	21,04
Глядне	0,21	1,98	21,04

Примечание – курсивом приведено время осаждения для озер, по которым отсутствуют справочные данные об их глубине, поэтому расчет производился как для среднеглубоких водоемов, т.е. для глубины 5 м.

Анализ таблицы 142 показывает, что в случае запроектной аварии большинство водоемов 30-км зоны размещения белорусской АЭС могут иметь значительные концентрации радионуклидов в первые сутки. Только озера Баранское, Золовское, Кайминское, Голубина, Тумское, Подкостелок, Еди, Губеза, Свирь, Вишневское могут иметь значительные концентрации радионуклидов в первые трое суток. В этот период необходимо будет в случае возникновения ЗА предусмотреть отказ от использования данных водоемов, особенно для водопоя скота и купания населения. Кроме того, необходимо будет провести отбор и анализ проб воды в водоемах, указанных в таблице 142 для подтверждения снижения уровня радионуклидного загрязнения водоемов до безопасного.

14.5.3.6 Прогноз содержания радионуклидов в видах сельскохозяйственной продукции при максимальной проектной и запроектной авариях

При всех аварийных ситуациях формируется след радиоактивного загрязнения, конфигурация которого определяется продолжительностью выброса и метеорологическими факторами на момент максимальных концентраций радионуклидов в атмосфере.

При максимальной проектной аварии зона наибольшего загрязнения радионуклидами будет иметь протяженность 0,75-10 км от АЭС и ширину < 0,8 км. На этой территории площадью ~450 га плотность загрязнения почвы ^{137}Cs прогнозируется в диапазоне 0,57-1,5 кБк·м⁻². Для ^{131}I территория с плотностью загрязнения свыше 37 кБк·м⁻² будет иметь площадь ~700 га. Уровень загрязнения почвы ^{137}Cs >0,03 кБк·м⁻² ожидается на площади 7000 га, а ^{131}I > 0,86 кБк·м⁻² – на 16000 га.

При запроектных авариях будет иметь место наибольший выход радионуклидов за пределы активной зоны реактора. Рассмотрены различные погодные условия на момент максимальных концентраций радионуклидов в атмосфере, что приведет к диаметрально различному характеру осаждения на земную поверхность:

- сценарий загрязнения малой площади характеризуется относительно низкой скоростью ветра и умеренно устойчивым состоянием атмосферы, что определит осаждение большого количества радиоактивных веществ на относительно малом по площади пространстве – зона максимального загрязнения будет иметь протяженность до 15 км от АЭС и ширину до 1 км. В пределах зоны максимального осаждения площадью ~2000 га плотность загрязнения почвы ^{137}Cs и ^{131}I прогнозируется в диапазоне от 2500 до 20000 кБк·м⁻², а ^{90}Sr – более 37 кБк·м⁻². Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs и ^{131}I свыше 37 кБк·м⁻² будет наблюдаться на территории площадью ~17500 и 22000 га, соответственно;

- сценарий загрязнения большой площади характеризуется высокими скоростями перемещения воздушной массы с умеренной флуктуацией, что определяет формирова-

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

ние протяженных – до 70 км от АЭС и относительно широких – до 15 км полей радиоактивного загрязнения с относительно невысокой плотностью загрязнения: для ^{137}Cs диапазон значений от 100 до 900 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ожидается в пределах следа на площади ~45000 га, а ^{131}I в том же диапазоне загрязнения – около 100000 га. Значение плотности загрязнения почвы 37 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ будет превышено для ^{137}Cs на площади около 100000 га, а для ^{131}I – на 130000 га.

Наибольшие уровни радиоактивного загрязнения прогнозируются на оси следа радиоактивных выпадений, соответственно, эти значения приняты как максимально возможные при прогнозной оценке загрязнения продукции сельского хозяйства.

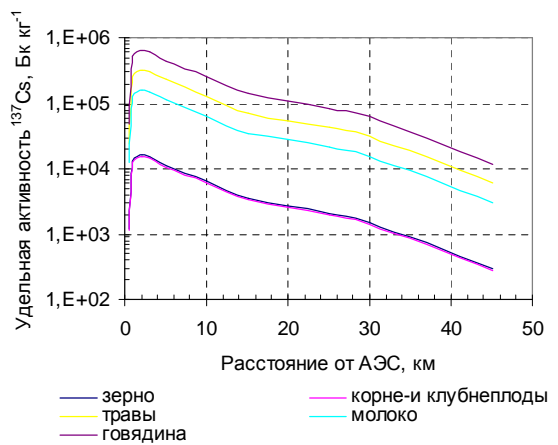
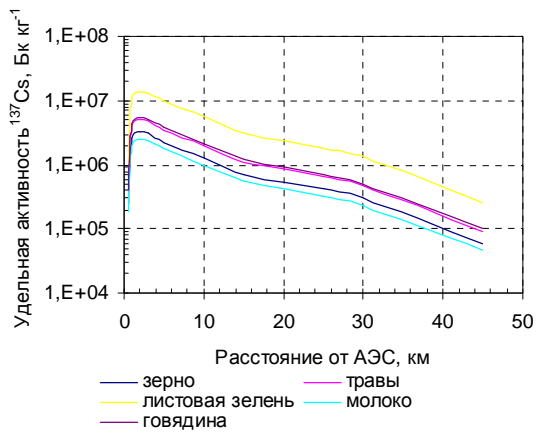
Расчеты с применением нормированных условий свидетельствуют, что в первые сутки после аварийных выпадений (независимо от сценария развития аварийной обстановки) уровень А по содержанию ^{137}Cs и ^{131}I в листовой зелени, поверхность которых в наибольшей степени загрязнена аэральными выпадениями, может быть превзойден при 1,5 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, а ^{90}Sr – при 0,15 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, уровень Б – при 15 и 1,5 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, соответственно. Через 20 суток превышение уровня А по содержанию ^{137}Cs в этом виде продукции возможно при плотности загрязнения 29 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, а уровня Б – при 2,9 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, ^{131}I – на территории, где плотность загрязнения на момент выпадений составляла 14,5 и 145 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, соответственно.

В последующие годы после аварии, при корневом поступлении радионуклидов в сельскохозяйственные растения, также вероятны превышения допустимых уровней содержания радионуклидов в сельскохозяйственном сырье и кормах. В первые 1-2 года после аварии возможно превышение допустимого уровня по содержанию ^{137}Cs в молоке при его производстве с использованием кормов, заготовленных на дерново-подзолистых песчаных почвах с плотностью загрязнения более 74 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ и на торфяных почвах – свыше 20 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, а для ^{90}Sr при загрязнении кормового угодья этим радионуклидом свыше 15 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$. В зерне, корне- и клубнеплодах возможно превышение допустимого норматива по ^{137}Cs при плотности загрязнения почвы >150 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, а ^{90}Sr – >37 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ для зерна и >6 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ для корне- и клубнеплодов. По истечении 10 лет с момента аварии в зерне, корне- и клубнеплодах превышение допустимого уровня содержания ^{137}Cs вероятно при плотности загрязнения почвы > 400 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, а в молоке при использовании кормов, выращенных на торфяных почвах – свыше 45 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$. Для ^{90}Sr критическими видами по содержанию радионуклида являются молоко и картофель, а превышение допустимого норматива (3,7 $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$) вероятно при плотности загрязнения почвы >10 $\text{кБк}\cdot\text{м}^{-2}$.

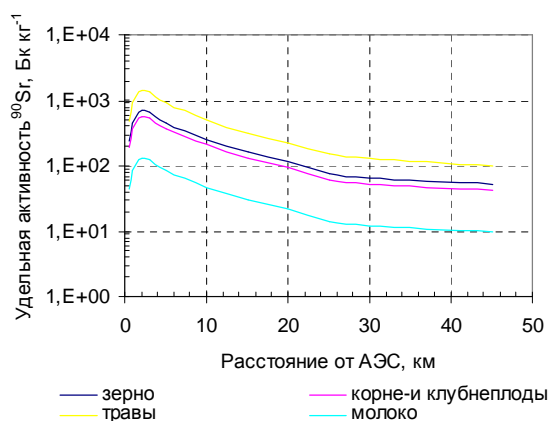
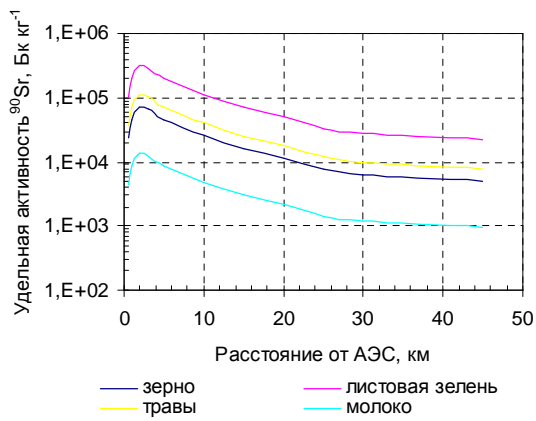
Сценарий загрязнения малой площади при запроектной аварии. Прогноз содержания ^{137}Cs в видах сельскохозяйственной продукции приведен на рисунке 101, ^{90}Sr – на рисунке 102, ^{131}I – на рисунке 103.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------



а) б)
Рисунок 101 – Удельная активность ^{137}Cs в видах сельскохозяйственной продукции в первый (а) и последующий вегетационные сезоны (б) после аварийных выпадений



а) б)
Рисунок 102 – Удельная активность ^{90}Sr в видах сельскохозяйственной продукции в первый (а) и последующий вегетационные сезоны (б) после аварийных выпадений

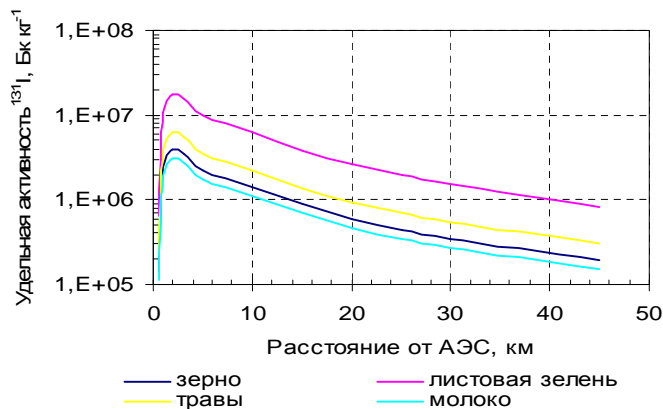


Рисунок 103 – Удельная активность ^{131}I в видах сельскохозяйственной продукции в первый вегетационный сезон после аварийных выпадений

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Как следует из прогнозных расчетов, самые большие удельные активности радионуклидов будут наблюдаться в первые сутки после выпадений у листовой зелени, непосредственно экспонированной к аэральным выпадениям и поверхностно загрязненной частицами выпадений.

При данном сценарии развития радиационной обстановки превышение уровня А в листовой зелени будет наблюдаться на территории площадью более 25000 га, а уровня Б – 15000 га.

Наибольшие удельные активности прогнозируются в листовой зелени и травах кормовых угодий на оси следа $\sim 10^7$ Бк·кг⁻¹ по ¹³⁷Cs и ¹³¹I, до $\sim 10^5$ Бк·кг⁻¹ по ⁹⁰Sr. В меньшей степени будет загрязнено зерно – $\sim 10^6$ Бк·кг⁻¹ по ¹³⁷Cs и ¹³¹I, до $< 10^5$ Бк·кг⁻¹ по ⁹⁰Sr. По мере удаления от оси следа удельная активность будет снижаться и на расстояниях более 500 м не превысит фоновых значений.

Минимальными уровнями загрязнения в первый вегетационный сезон будет характеризоваться корне- и клубнеплоды непосредственно закрытые от аэральным выпадений ($< 10^3$ Бк·кг⁻¹), а также продукты животноводства ($< 10^6$ Бк·л⁻¹).

Содержание радионуклидов в исследуемых видах сельскохозяйственной продукции на удалении более 20 км от АЭС прогнозируется примерно в 10 раз ниже по сравнению с максимальными предполагаемыми значениям из-за меньшей величины осаднения радионуклидов на этом расстоянии (менее 230 кБк·м⁻² по ¹³⁷Cs, 370 кБк·м⁻² ¹³¹I, 18 кБк·м⁻² по ⁹⁰Sr). Соответственно будут ниже и уровни содержания этих радионуклидов во всех видах сельскохозяйственной продукции.

В дальнейшем, в первый вегетационный период после выпадений, прогнозируется снижение удельной активности радионуклидов в исследуемых видах в 2 раза каждые ~ 15 суток по ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr и 5-7 суток по ¹³¹I при "сухом" удалении радиоактивных веществ. Соответственно, через 20 суток после аварии превышение уровня Б по содержанию ¹³⁷Cs в наиболее критичной к аэральному поверхностному загрязнению листовой зелени будет фиксироваться на площади менее 17000 га, через 40 суток – 13000 га, а уровня А – на площади 20000 и 15000 га соответственно. При атмосферных осадках скорость очищения поверхности растений ожидается пропорционально интенсивности осадков и их количеству, соответственно и территория с превышением уровней А и Б будет тем меньше, чем больше осадков выпадет на территорию следа.

В последующие вегетационные сезоны содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции будет определяться корневым поступлением. При этом наибольшие удельные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr прогнозируются в первый год после выпадений в травах кормовых угодий на торфяных почвы, в которых удельная активность ¹³⁷Cs может достигать десятков тысяч Бк·кг⁻¹ при максимальных плотностях загрязнения на оси следа. Удельная активность ¹³⁷Cs в зерне и картофеле ожидается значительно меньше и только при максимальной плотности загрязнения может достигнуть $\sim 10^4$ Бк·кг⁻¹ по ¹³⁷Cs и нескольких сотен Бк·кг⁻¹ по ⁹⁰Sr. На оси следа превышение нормативов РДУ возможно на удалении до 60 км от АЭС. По мере удаления от оси следа в поперечном направлении прогнозируется снижение удельной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, а на расстояниях более 500 м они не превысят фоновых значений.

На удалении свыше 20 км от АЭС по оси следа, что соответствует расстоянию до границы сопредельного государства, удельные активности прогнозируются примерно в 10 раз меньше по сравнению с максимальными значениями.

В последующие годы прогнозируется снижение удельной активности радионуклидов в исследуемых видах сельскохозяйственной продукции, причем наиболее интенсивным оно прогнозируется для ¹³⁷Cs: за первые 10 лет после аварии снижение составит в 4-5 раз, а за 20 лет – в 10 раз. Для ⁹⁰Sr уменьшение не столь интенсивно – в 2 раза каждые 20-25 лет. Вместе с тем, ограничения на потребление видов сельско-

Изм. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недлок	Подп.	Дата

хозяйственной продукции необходимы и на отдаленном этапе после аварии. По истечении 10 лет с момента аварии в зерне, корне- и клубнеплодах превышение допустимого уровня содержания ^{137}Cs вероятно при плотности загрязнения почвы $> 400 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ на территории площадью 10000 га. Загрязнение ^{137}Cs молока более 100 Бк л^{-1} при использовании для его производства кормов, выращенных на торфяных почвах, возможно при плотности загрязнения почвы $45 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ на площади около 16000 га. Для ^{90}Sr критическими к получению молока и картофеля являются территории с плотности загрязнения почвы $>10 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ площадью ~ 10000 га.

Сценарий загрязнения большой площади при запроектной аварии. Наибольшие удельные активности ^{137}Cs (рисунок 104), ^{90}Sr (рисунок 105), ^{131}I (рисунок 106) в первые сутки после выпадений прогнозируются у листовой зелени и травы кормовых угодий – $2\text{-}5\cdot 10^5 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{137}Cs и ^{131}I , до $10^4 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{90}Sr .

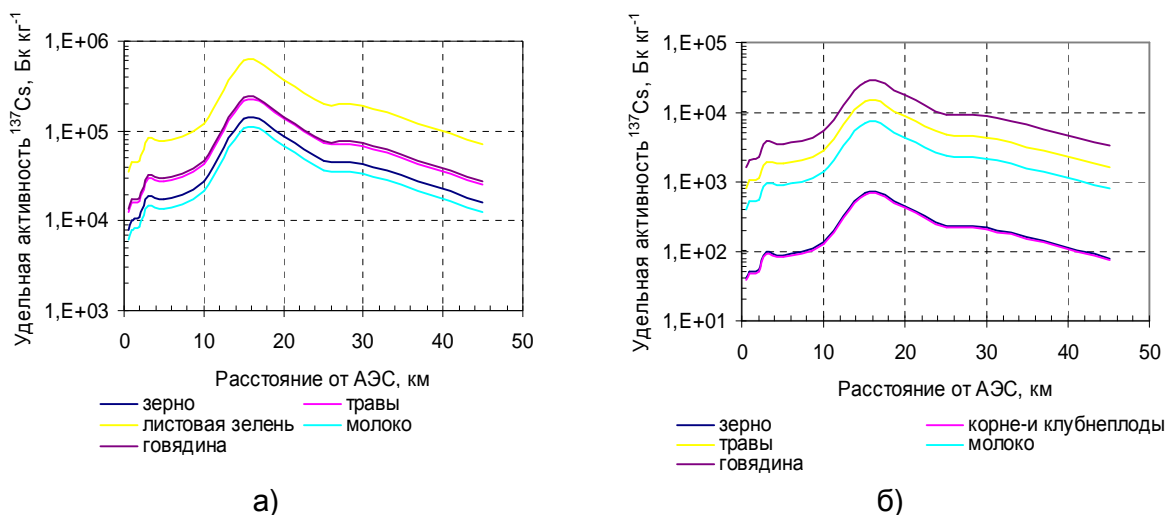


Рисунок 104 – Удельная активность ^{137}Cs в видах сельскохозяйственной продукции в первый (а) и последующий вегетационные сезоны (б) после аварийных выпадений

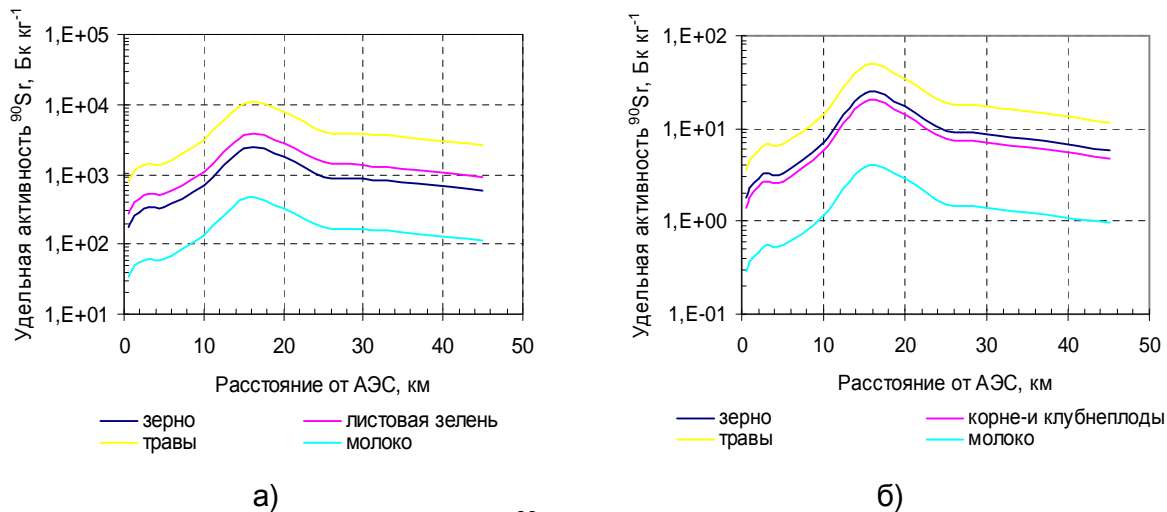


Рисунок 105 – Удельная активность ^{90}Sr в видах сельскохозяйственной продукции в первый (а) и последующий вегетационные сезоны (б) после аварийных выпадений

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

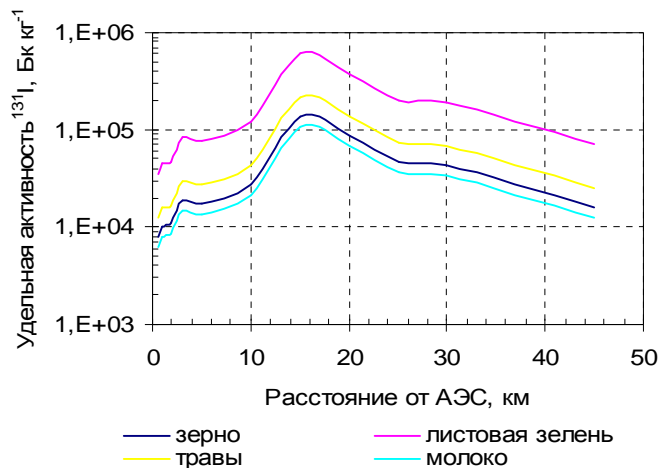


Рисунок 106 – Удельная активность ¹³¹I в видах сельскохозяйственной продукции в первый вегетационный сезон после аварийных выпадений

В меньшей степени вероятно загрязнение зерна – не более 10^5 Бк·кг⁻¹ по ¹³⁷Cs и ¹³¹I. Минимальные уровни загрязнения в первый вегетационный сезон следует ожидать для корне- и клубнеплодов ($<10^2$ Бк·кг⁻¹), непосредственно закрытых от аэральных выпадений, а также продуктов животноводства ($<10^5$ Бк·л⁻¹). Такие уровни загрязнения могут быть зафиксированы на удалении 12-25 км от АЭС и до 5-6 км в поперечном направлении от оси следа при плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs и ¹³¹I свыше 200 кБк·м⁻².

При данном сценарии запроектной аварии превышение уровня А в видах сельскохозяйственной продукции может наблюдаться на территории площадью до 750000 га, а уровня Б – до 150000 га.

Содержание радионуклидов в исследуемых видах сельскохозяйственной продукции на территории Литвы на удалении более 20 км от АЭС прогнозируется не менее чем в 5 раз ниже по сравнению с максимальными предполагаемыми значениями из-за меньшей величины осаднения радионуклидов на этом расстоянии (менее 54 кБк·м⁻² по ¹³⁷Cs и ¹³¹I, <10 кБк·м⁻² по ⁹⁰Sr).

В последующем, в первый вегетационный период после выпадений прогнозируется снижение удельной активности радионуклидов в 2 раза каждые ~15 суток по ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, 5-7 суток по ¹³¹I при "сухом" удалении радиоактивных веществ. Таким образом, исключительно при "сухом" удалении радионуклидов с поверхности растений через 20 суток после аварии превышение уровня Б по содержанию ¹³⁷Cs в наиболее критичной к аэральному поверхностному загрязнению листовой зелени будет фиксироваться на площади менее 102000 га, а через 40 суток – < 65000 га, уровня А – на площади 600000 и 450000 га, соответственно. При этом скорость очищения поверхности растений будет находиться в прямой зависимости от интенсивности и количеств выпавших осадков.

В последующие годы, содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции будет определяться корневым поступлением, а наибольшие удельные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr ожидаются в первые годы после радиоактивных выпадений. Среди исследованных видов сельскохозяйственной продукции максимальная удельная активность радионуклидов прогнозируется в травах кормовых угодий. В травах на торфяно-болотных почвах содержание обоих радионуклидов может достигать $2-4 \cdot 10^3$ Бк·кг⁻¹ при максимальных плотностях загрязнения на оси следа. На дерново-подзолистых песчаных почвах

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

содержание ^{137}Cs в травах не превысит $10^3 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, а ^{90}Sr – $\sim 50 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$. Удельная активность ^{137}Cs в зерне и картофеле при максимальной плотности загрязнения может достигнуть $\sim n \cdot 10^2 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{137}Cs и до $n \cdot 10^1 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{90}Sr .

Содержание ^{137}Cs в молоке в последующие вегетационные сезоны не превысит $100 \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$, а ^{90}Sr составит единицы $\text{Бк}\cdot\text{л}^{-1}$. На удалении свыше 20 км от АЭС, что соответствует расстоянию до границы сопредельного государства, удельные активности прогнозируются в 5 раз меньше по сравнению с максимальными значениями.

В последующие годы будет происходить снижение удельной активности радионуклидов в исследуемых видах сельскохозяйственной продукции, причем наиболее интенсивным оно прогнозируется для ^{137}Cs : за первые 10 лет после аварии снижение составит в 4-5 раз, а за 20 лет – в 10 раз. Для ^{90}Sr оно менее интенсивно – в 2 раза каждые 20-25 лет. Вместе с тем, ограничения на потребление видов сельскохозяйственной продукции необходимы будут на ограниченной площади и на отдаленном этапе после аварии. По истечении 10 лет с момента аварии в зерне, корне- и клубнеплодах превышение допустимого уровня содержания ^{137}Cs вероятно при плотности загрязнения почвы $> 400 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ на территории площадью 5000 га. Объемная активность ^{137}Cs в молоке более $100 \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$ возможна при использовании для производства этого продукта кормов, выращенных на торфяных почвах, при плотности загрязнения почвы $45 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ на территории площадью около 100000 га. Для ^{90}Sr критическими к получению молока и картофеля являются плотности загрязнения почвы $>10 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ площадью несколько сотен га.

Максимальная проектная авария является наиболее вероятным вариантом формирования радиационной обстановки, связанной с нарушением работы АЭС и последующими выбросами. Однако уровни загрязнения окружающей среды при этом будут невелики. Превышение плотности загрязнения почвы ^{137}Cs более $0,37 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ прогнозируются на площади ~ 1000 га. По ^{131}I площадь с плотностью загрязнения свыше $37 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ составит около 700 га, а от 3,7 до $37 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ – 12000 га.

Наибольшие удельные активности прогнозируются в листовой зелени и травах кормовых угодий на оси следа до $7 \cdot 10^4 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{131}I , до $10^3 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{137}Cs и до $\sim 10^2 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{90}Sr . Таким образом, в листовой зелени будет превышено только содержание ^{131}I по уровню Б на площади около 2000 га и по уровню А – на 10000 га (рисунки 107 – 109).

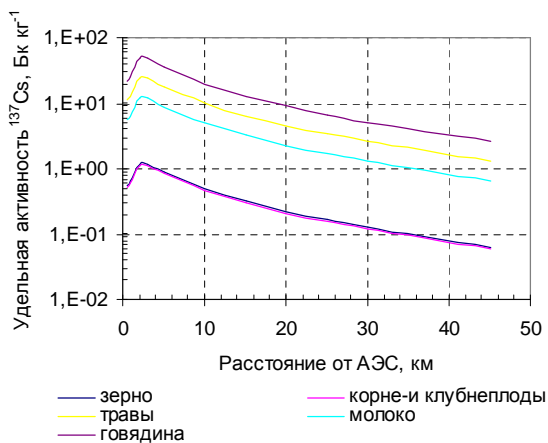
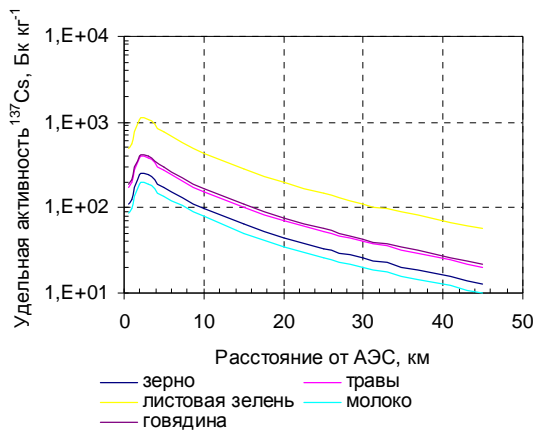
В меньшей степени будет загрязнено зерно – менее $10^2 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{137}Cs , $<10^4 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{131}I и до $<20 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ по ^{90}Sr . По мере удаления от оси следа удельная активность будет снижаться и на расстояниях более 800 м не превысит фоновых значений.

Содержание радионуклидов в исследуемых видах сельскохозяйственной продукции на удалении более 20 км от АЭС прогнозируется примерно в 10 раз ниже по сравнению с максимальными предполагаемыми значениям из-за меньшей величины осадения радионуклидов на этом расстоянии (менее $0,28 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ по ^{137}Cs , $2,3 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ ^{131}I , $0,075 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ по ^{90}Sr). Соответственно будут ниже и уровни содержания этих радионуклидов во всех исследованных видах сельскохозяйственной продукции.

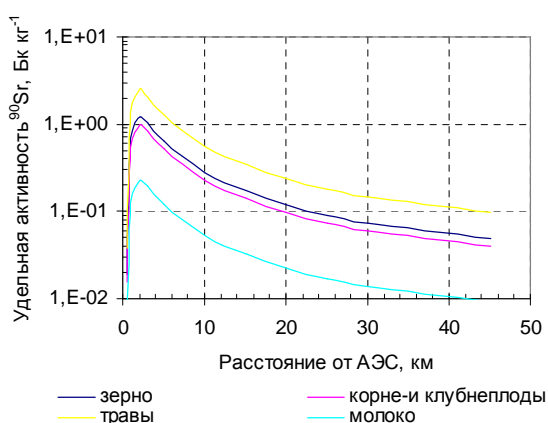
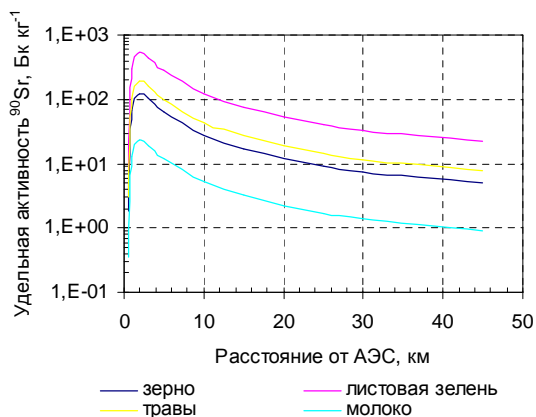
В дальнейшем, в первый вегетационный период после выпадений, прогнозируется снижение удельной активности радионуклидов в исследуемых видах в 2 раза каждые ~ 15 суток по ^{137}Cs и ^{90}Sr , 5-7 суток по ^{131}I при "сухом" удалении радиоактивных веществ. Однако из-за относительно невысокого уровня радиоактивного загрязнения при максимальной проектной аварии через 20 суток после аварии уровень Б по содержанию ^{131}I в листовой зелени будет фиксироваться на площади менее 2000 га, а уровень А – на площади 6000 га.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------



а) б)
Рисунок 107 – Удельная активность ^{137}Cs в видах сельскохозяйственной продукции в первый (а) и последующий вегетационные сезоны (б) после аварийных выпадений



а) б)
Рисунок 108 – Удельная активность ^{90}Sr в видах сельскохозяйственной продукции в первый (а) и последующий вегетационные сезоны (б) после аварийных выпадений

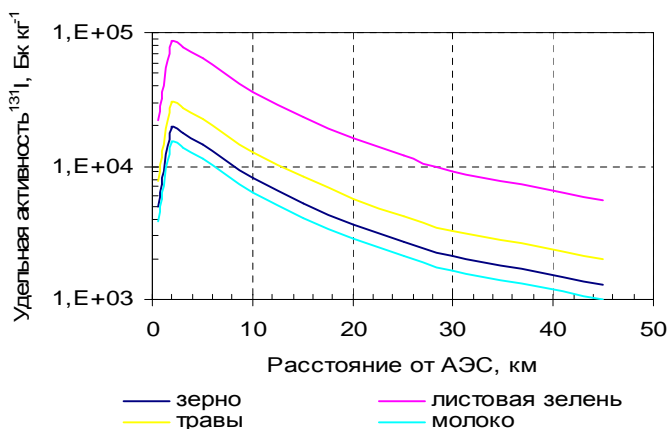


Рисунок 109 – Удельная активность ^{131}I в видах сельскохозяйственной продукции в первый вегетационный сезон после аварийных выпадений

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

В последующие вегетационные сезоны, содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции будет определяться корневым поступлением, однако удельные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr будут крайне низки и не превысят допустимых нормативов на содержание радионуклидов в сельскохозяйственном сырье и кормах даже на оси следа. В частности, удельная активность ^{137}Cs в травах, выращенных на торфяных почвах, не превысит $60 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$, в молоке – $20 \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$, а в зерне, корне- и клубнеплодах – $1 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$. Удельная активность ^{90}Sr будут сопоставима с таковой для глобальных выпадений: менее $2 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ в травах и десятые доли $\text{Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$ в остальных видах сельскохозяйственной продукции.

14.5.3.7 Действие ионизирующего излучения на сельскохозяйственные растения и животных при аварийных ситуациях

Облучение при радиационных выбросах *максимальной проектной аварии* также не окажет никакого радиационно-индуцируемого воздействия из-за незначительных доз ионизирующего излучения. Доза γ -излучения от струи радиоактивных газов и аэрозолей, истекающих из поврежденного контеймента, не превысит 4 мЗв на поверхности почвы на расстояниях до 500 м от АЭС (на большем удалении она рассеивается и формируется облако), суммарная доза от β - и γ -излучения в радиоактивном облаке выпадений не превысит $0,4 \text{ мЗв}$. Доза от γ -излучения радионуклидов, осевших на почву, не превысит $0,28 \text{ мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1}$ или $0,03 \text{ мЗв}$ за 1-й вегетационный сезон. Указанные дозовые характеристики по порядку величин сопоставимы с естественным радиоактивным фоном и по этим причинам также не вызовут никаких радиационно-индуцируемых воздействия на биоту.

Запроектная авария сопровождается поступлением в окружающую среду широкого спектра радионуклидов с большой активностью, что приведет к формированию значительных доз ионизирующего излучения.

Максимальные дозы будут формироваться от струи радиоактивных газов и аэрозолей на расстояниях до 500 м от АЭС. Непосредственно на уровне поверхности почвы накопленная эквивалентная доза от внешнего γ -излучения может достигать $3,6 \text{ Зв}$ за время выброса.

В зоне максимального осадения радиоактивных веществ на расстоянии $500\text{-}7500 \text{ м}$ от АЭС суммарная доза по γ - и β -излучению в облаке радиоактивных выпадений не превысит 1 Зв . Доза внешнего γ -излучения от радионуклидов, осевших на почву, не превысит $200 \text{ мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1}$ в первые часы после выпадений, в целом же, за первый вегетационный сезон доза по внешнему γ -излучению не превысит 130 мЗв (рисунок 110).

По мере удаления от АЭС дозы будут снижаться и на расстоянии 20 км от оси следа будут в 10 раз меньше по сравнению с вышеприведенными, через 70 км – еще в 10 раз.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

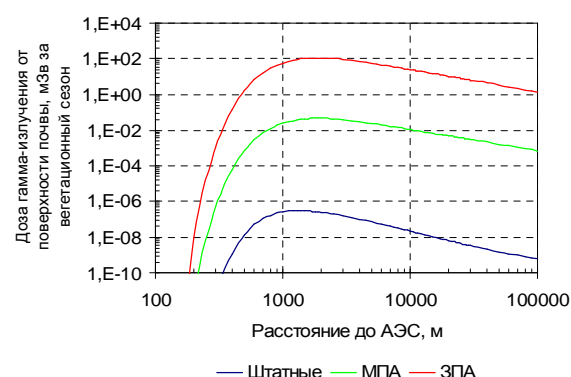
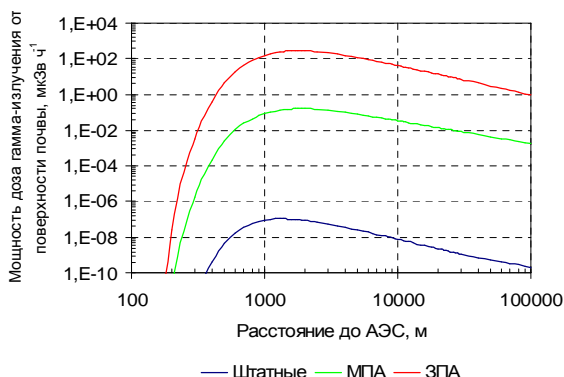
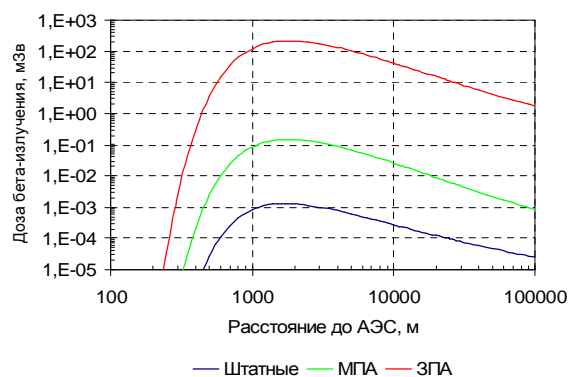
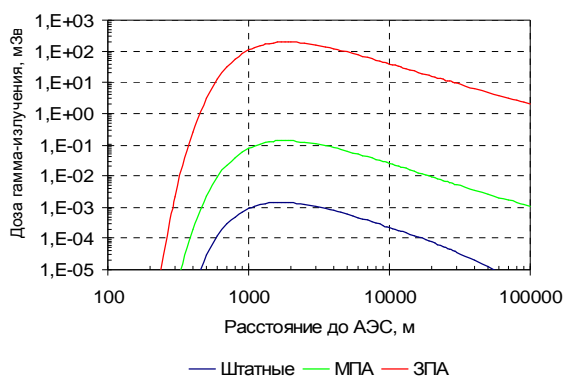


Рисунок 110 – Прогнозируемые дозы от внешнего γ -излучения в газовой и аэрозольной (а), внешнего β -излучения в облаке (б), мощности дозы внешнего γ -излучения от поверхности почвы (в), дозы внешнего γ -излучения от поверхности почвы за вегетационный период (г)

Дозы внутреннего облучения животных (до 200 мЗв на тело и до 50 Зв на щитовидную железу) выполнены для максимально неблагоприятного варианта 20 суточного выпаса животных на оси следа в зоне максимального осадения радионуклидов (плотность загрязнения почвы по ^{137}Cs и ^{131}I до 20000 кБк·м⁻²). Значительная неопределенность данной оценки связана со снижением содержания радионуклидов в траве естественных пастбищ в первый вегетационный период при аварийных выпадениях, в то время, как в организме животных содержание радионуклидов, напротив, возрастает во времени. Кроме того, очевидно, что в зоне с максимальным осадением радионуклидов 20 суточный выпас животных проводиться не будет, следовательно, указанные значения являются весьма ориентировочными и отражают максимальную возможные дозовые нагрузки

Указанные дозы значительно ниже по сравнению с диапазоном дозовых величин, при которых фиксируются потери урожая у сельскохозяйственных растений и животных [181 - 183]. Как известно, у сельскохозяйственных растений наибольшей радиочувствительностью отличаются хлебные злаки и некоторые виды бобовых, 50 % снижение урожая у которых наблюдается при диапазоне доз острого γ -излучения 5-10 Гр. У сельскохозяйственных животных диапазон полуметальных доз

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

от острого внешнего γ -излучения составляет 3-4 Гр. Указанные диапазоны существенно ниже прогнозируемых доз при остром облучении в случае запроектной аварии.

Для животных дозы от внешнего β - и γ -излучений будут существенно ниже, что связано с рядом причин. Растения постоянно находятся в зоне облучения, животные могут выйти из ее пределов, да и выпас даже летом происходит только в течение определенного времени. Кроме того, кожный и шерстяной покров животных в значительной степени способен экранировать β -частицы, задержанные этой поверхностью. Соответственно, даже при самых консервативных оценках, очевидно, что доза от β -излучения должна быть как минимум в 2 раза ниже. Вместе с тем, дозы на щитовидную железу животных при вышеприведенных условиях выпаса, могли бы вызвать нарушения работы этого органа. У животных при выпасе в зоне максимального осадения радиоактивных веществ возможны некоторые отклонения в работе органов системы кроветворения и нарушения иммунного статуса, фиксируемые с помощью специальных биохимических методов.

14.5.3.8 Уровни загрязнения радионуклидом Cs-137 различных компонентов озерной экосистемы при максимальной проектной и запроектной аварии

В соответствии с модельными расчетами, выполненными РЦРКМ, в случае максимальной проектной аварии плотность радиоактивного загрязнения ^{137}Cs может варьировать в пределах 0,5 – 5 кБк/м². В водоемах за счет поступления радионуклидов с водосборной территории содержание радионуклидов может достигать более высоких величин. На процесс миграции радионуклидов в системе «водосбор–озеро» влияют многие факторы. Среди них удельная площадь водосбора, характер почв, состав растительности, влажность и многие другие. Около 80 % территории 30-км зоны вокруг площадки занимают почвы, в которых подвижность ^{137}Cs низкая и очень низкая, а значительная часть водосборных территорий покрыта лесной и болотной растительностью, эффективно удерживающей радионуклиды, поэтому можно предположить, что скорость поступления радионуклидов и их количество будут не столь велики. Значительная часть (до 90 %) поступивших в водоем радионуклидов будет сорбирована донными отложениями и выведена из биотического круговорота. Оставшаяся часть не окажет заметного влияния на структуру и функционирование озерных экосистем.

При запроектных авариях при уровнях загрязнения водосборной территории радиоцезием до 5000 кБк/м² возможна угроза накопления радионуклидов в конечных звеньях пищевых цепей (хищной рыбе) до уровней, представляющих опасность для человека.

Для оценки поведения радионуклидов в озерной экосистеме при запроектной аварии использовали программное обеспечение MOIRA-PLUS DSS (A Model based computerised system for management support to Identify optimal remedial strategies for Restoring radionuclide contaminated Aquatic ecosystems Decision Support System, (Компьютеризированная модельная система поддержки принятия решений для определения оптимальных стратегий восстановления загрязненных радионуклидами водных экосистем). В качестве объекта моделирования было выбрано озеро Свирь, расположенное на границе 30 км зоны воздействия АЭС. Для оценки уровня загрязнения водосборной территории использовали данные РЦРКМ, полученные на основании моделирования атмосферного переноса радионуклидов.

На рисунке 111 представлены результаты моделирования уровней загрязнения радионуклидом Cs-137 различных компонентов озерной экосистемы и их изменение во времени. Согласно модельным расчетам, большая часть загрязнений за короткий

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

промежуток времени (2-3 месяца) будет связана в донных отложениях. Мелкодисперсные биологические структуры (фитопланктон и бактерии, частицы детрита, взвешенные продукты метаболизма планктона) и аллохтонная взвесь, обладающие значительной сорбционной поверхностью, активно накапливают радионуклиды и в процессе седиментации переносят их из водной толщи в донные отложения. Седиментацию в определенной мере контролируют биологические процессы, модифицирующие размерный спектр взвеси. Такими процессами являются микробиальная агрегация мелкодисперсной взвеси и фекальные выделения зоопланктона. При средней скорости седиментации сестона меньше одного метра или около метра в сутки скорость седиментации фекальных пеллет и фрагментов составляет десятки и сотни метров в сутки. Таким образом, поступившие в водоем радионуклиды достаточно быстро перемещаются из водной толщи в донные отложения.

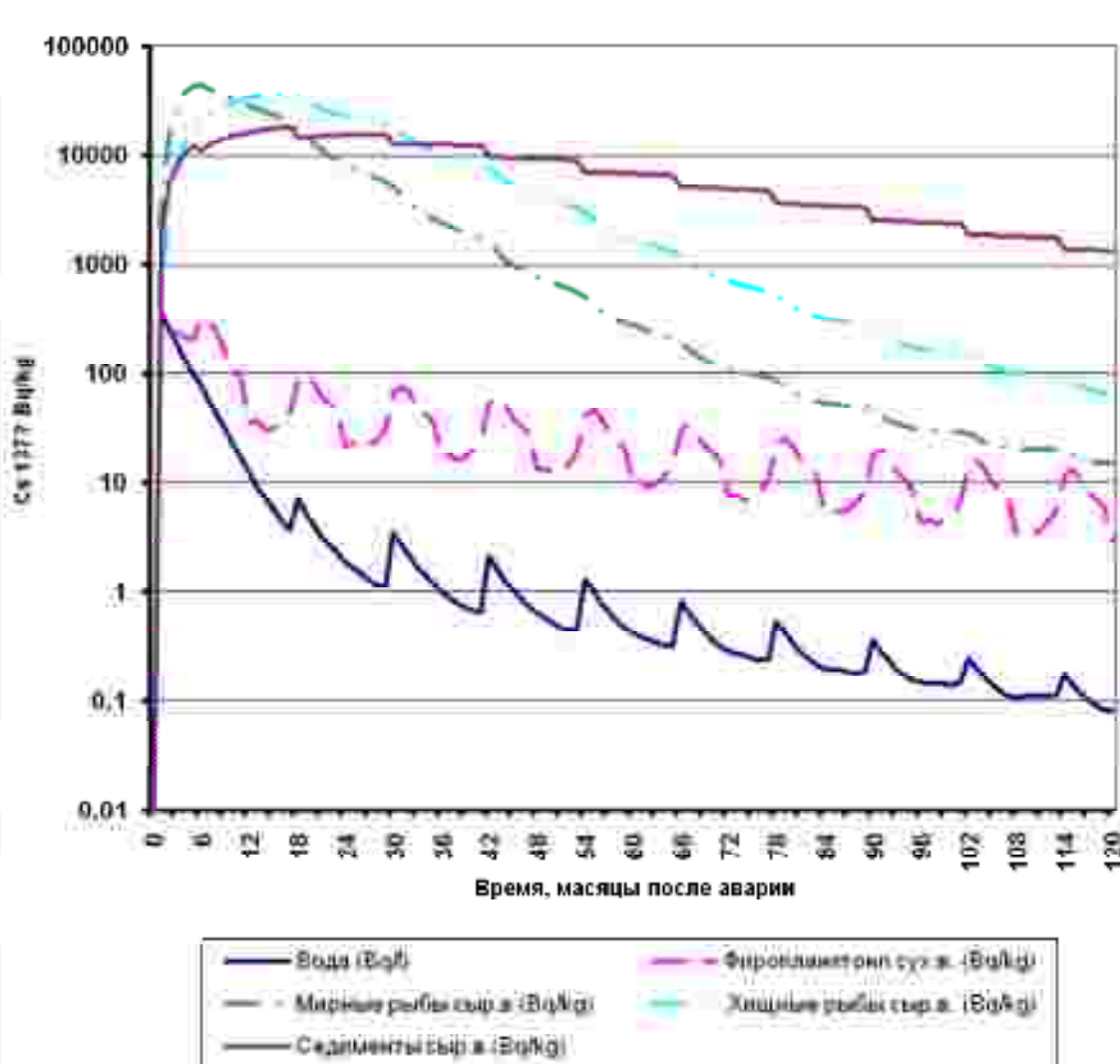


Рисунок 111 – Динамика содержания ^{137}Cs в воде, донных отложениях, фитопланктоне и в теле мирных и хищных рыб при ЗА

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп. вч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

Постоянно образующиеся в процессе фотосинтеза биологические структуры, представленные фитопланктоном, перифитоном, макрофитами, а также продуктами их трансформации – детритом и гетеротрофными организмами, иммобилизуют радионуклиды, включая их в состав биомассы. Переведенные во взвешенную форму радионуклиды мигрируют по пищевой цепи, накапливаясь в биомассе. Уровни загрязнения начальных (фитопланктон) и конечных (мирные и хищные рыбы) звеньев пищевых цепей заметно различаются. Максимумы загрязнения мирные рыбы достигают через 6 месяцев после аварии, а хищные через 15. В дальнейшем в озере прослеживается закономерное снижение уровня загрязнения всех компонентов экосистемы, обусловленное естественным выносом загрязнителей и низкой миграцией радионуклидов с водосбора. На этом фоне хорошо прослеживаются периодические летние осцилляции содержания радиоцезия в воде и других компонентах озерной экосистемы, обусловленные так называемым вторичным загрязнением водной массы за счет выхода радионуклидов из донных отложений.

Из модельных расчетов следует, что при запроектной аварии уровни загрязнения радиоцезием мирной и хищной рыбы достигают опасных для человека величин, однако на функционировании экосистемы озера это не сказывается.

14.5.4 Ожидаемые дозы облучения населения при максимальной проектной аварии на энергоблоке

14.5.4.1 Общие положения

Все режимы проектных аварий можно разделить на три группы:

- 1) аварии с выходом продуктов деления в контайнмент;
- 2) аварии с течью из первого контура во второй;
- 3) аварии с байпасом контайнмента.

Наиболее опасными авариями из первой группы с точки зрения степени повреждения активной зоны являются режимы «Мгновенное заклинивание главного циркуляционного насосного агрегата» и «Режим большой течи: разрыв трубопроводов первого контура диаметром более 100 мм, включая Ду 850», в которых происходит разгерметизация 100 % ТВЭЛов в активной зоне. В остальных авариях из первой группы не происходит дополнительной разгерметизации ТВЭЛов. Поэтому остальные режимы из первой группы должны иметь меньшие радиационные последствия. Исключением может быть только авария с малой течью теплоносителя и несрабатыванием спринклерной системы.

В качестве максимальной проектной аварии рассмотрен режим большой течи: разрыв трубопроводов первого контура диаметром более 100 мм. Консервативно принимается допущение о 100 % разгерметизации. В результате разрыва трубопровода первого контура происходит истечение теплоносителя первого контура и, как следствие, возрастание давления в контайнменте [184].

Расчет активности радионуклидов аварийного выброса и доз облучения населения проводился с использованием пакета InterRAS (The International Radiological Assessment System), который предназначен для использования специалистами, выполняющими оценки радиологических аварий [185].

Пакет разработан на основе программы U.S. NRC's RASCAL (Radiological Assessment Consequences Analyses) и основан на документе "Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасности радиационных источников" [186].

Использовалась модель ИСТОЧНИК ВЫБРОСА - ДОЗА (ST-DOSE — Source Term To Dose), которая оценивает интегрированные дозы, формирующейся в резуль-

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

тате аварийного выброса радионуклидов в атмосферу. Модель позволяет оценить последствия потенциального или происходящего в настоящий момент выброса при использовании ряда допущений и вводных данных, касающихся состояния станции, метеоусловий, состояния окружающей среды [187].

В расчетах были использованы определенные допущения, которые позволили получить научно обоснованные верхние уровни доз облучения населения в результате возможной аварии на белорусской АЭС.

Выброс радионуклидов в окружающую среду за счет утечки через неплотности контейнента рассчитывался за 1 сутки (24 часа).

Выброс выбран приземным, т.к. в случае приземного выброса будут формироваться более высокие уровни доз облучения на значительном расстоянии от источника выброса.

Параметры модели, используемые в расчете, приведены в таблице 143.

Таблица 143 - Параметры модели, используемые в расчете

Параметр	Значение
Рабочая мощность ВВЭР-1200 на момент аварии	3200 МВт (тепловая)
Состояние активной зоны	100 % выброс летучих продуктов деления
Мощность выброса радионуклидов из активной зоны	0,004 %/час (проектная)
Механизмы уменьшения выброса	орошение включено, фильтры не работают
Высота выброса	0 м (приземный)
Свободный объем контейнента	71040 м ³
Площадь поверхностей в контейненте	53250 м ²

Для моделирования переноса радионуклидов в атмосфере были рассмотрены 13 сценариев возможных метеоусловий и выбраны наихудшие, т.е. те сценарии, при которых дозы облучения населения будут максимальными (данные прогностических полей метеорологических параметров на 17 марта 2009 года, соответствующие зимнему периоду, и на 9 мая 2009 года, соответствующие летнему периоду) (таблицы 144, 145).

Таблица 144 - Метеорологические условия по состоянию на 17.03.2009 г.

Параметр	Значение
Направление ветра	западный с переходом на юго-западный
Скорость ветра	5,5 -11 м/с
Давление	1008,0 гПа
Температура воздуха	-2,5 – -1,5 в ночные и утренние часы, 3,7-1,8 – днем и вечером
Облачность	0 %
Высота слоя перемешивания	1,2 - 1,5 км ночью, 0,5 - 0,3 км днем и вечером
Категория устойчивости атмосферы	F
Интенсивность осадков	от 1 до 4 мм/ч
Снежный покров	снежный покров высотой от 1 до 15 см

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Таблица 145 - Метеорологические условия по состоянию на 9.05.2009 г.

Параметр	Значение
Направление ветра	юго-западный
Скорость ветра	6,4 – 6,7 м/с
Давление	993,7 гПа
Температура воздуха	20 °С
Облачность	100%
Высота слоя перемешивания	0,6 км
Категория устойчивости атмосферы	D
Интенсивность осадков	нет

Как для МПА, так и для ЗА был рассчитан выброс радионуклидов в окружающую среду в результате аварии:

$$Выброс = FPI_i \cdot CRF_i \cdot \prod_{j=1}^N RDF_{(i,j)} \cdot EF_i, \quad (8)$$

где FPI_i – общее количество радионуклида i в активной зоне;
 CRF_i – отношение выброшенного из активной зоны количества радионуклида i к общему количеству радионуклида i в активной зоне;
 RDF_i – доля активности радионуклида i , доступная для выброса после действия механизма уменьшения j ;
 EF – доля активности, доступная для выброса, которая выброшена.

Для МПА рассчитаны следующие дозы облучения, формируемые в течение раннего этапа аварии:

- 1) общая эффективная доза (E_i), которая складывается из следующих составляющих: эффективной полувековой дозы от ингаляции, дозы вследствие облучения от облака и дозы, сформированной в течение семи дней от выпадений;
- 2) доза облучения щитовидной железы ($D_{щж}$) от ингаляционного поступления радионуклидов, которая представляет собой дозу облучения щитовидной железы взрослого человека при выполнении им легкой деятельности;
- 3) доза облучения от облака (D_{CS}), формируемая вследствие внешнего облучения от проходящего облака;
- 4) доза от выпадений (D_{GS}), формируемая вследствие внешнего облучения от выпадений в течение семи дней;
- 5) эффективная доза от ингаляционного поступления радионуклидов (D_{inhal}), представляющая собой полувековую эффективную дозу облучения взрослого человека вследствие ингаляции радионуклидов [185, 188].

С помощью модели InterRAS проведен расчет значений вышеуказанных доз облучения для населения, проживающего на расстоянии до 50 км от источника выброса.

Рассчитаны дозы облучения: начального периода аварии (за сутки, 1 месяц, 2 месяц), формирующиеся за счет внешнего облучения от выпадений и внутреннего облучения вследствие ингаляционного поступления радионуклидов при вторичном пылеобразовании, и долговременные дозы (за период 50 лет).

При расчете доз облучения не учитывались факторы, влияющие на их уменьшение (нахождение внутри помещения), т.е. проведена консервативная оценка. Фактические дозы облучения населения будут значительно меньше рассчитанных.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

14.5.4.2 Результаты расчетов доз облучения населения при максимальной проектной аварии

Общий выброс радионуклидов в окружающую среду при МПА для всех сценариев составит $1,1 \times 10^{14}$ Бк (таблица 146).

Таблица 146 - Выброс радионуклидов в окружающую среду в результате МПА, Бк

Радионуклид	Активность, Бк	Радионуклид	Активность, Бк
Kr-85	1,10E+11	Kr-85m	4,40E+12
Kr-88	1,30E+13	I-131	4,70E+11
I-132	6,70E+11	I-133	9,50E+11
I-135	8,30E+11	Xe-131m	1,80E+11
Xe-133m	1,10E+12	Xe-135	6,10E+12
Cs-134	4,20E+10	Cs-136	1,70E+10
Rb-88	1,30E+13	Ba-137m	2,70E+10
Kr-87	8,90E+12	Xe-133	3,20E+13
Xe-135m	1,30E+11	Xe-138	3,20E+13
I-134	1,00E+12	Cs-137	2,70E+10

Результаты расчета доз облучения населения, проведенных с помощью программного пакета InterRAS, приведены в таблице 147 и на рисунках 112 - 115.

Таблица 147 - Результаты прогнозирования доз облучения населения при «зимнем» сценарии МПА, мЗв (мГр)

Расстояние, км	Доза от облака, мЗв	Доза от выпадений, мЗв	Эффективная ингаляционная доза, мЗв	Общая эффективная доза, мЗв	Доза облучения щитовидной железы*, мГр
1	0,021	0,019	0,068	0,110	1,700
2	0,015	0,011	0,040	0,066	1,000
5	—**	—	0,019	0,030	0,480
25	—	—	—	—	0,029
50	—	—	—	—	0,022

* Доза облучения щитовидной железы включает только дозу от радиоактивного йода.
 ** Все значения ниже 10 мкЗв были приравнены к нулю.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

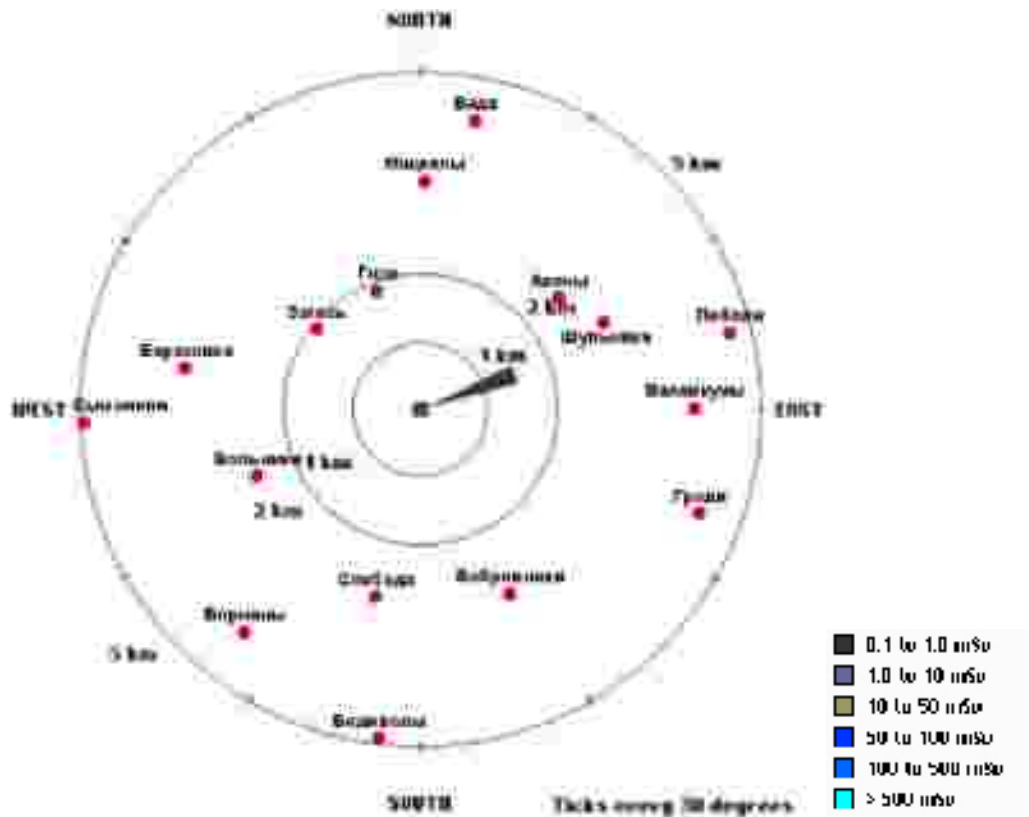


Рисунок 112 – Общая эффективная доза в ближней зоне АЭС при «зимнем» сценарии МПА, мЗв

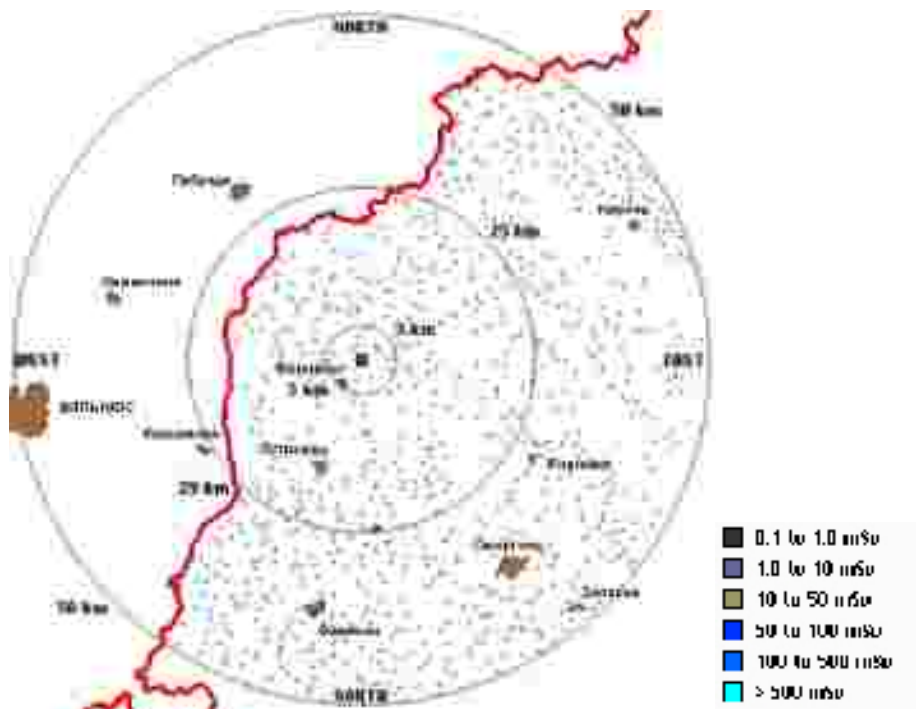


Рисунок 113 – Общая эффективная доза в дальней зоне АЭС при «зимнем» сценарии МПА, мЗв

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Результаты прогнозирования доз облучения при «летнем» сценарии аварии приведены в таблице 148.

Таблица 148 - Результаты прогнозирования доз облучения населения при «летнем сценарии» МПА, мЗв (мГр)

Расстояние, км	Доза от облака, мЗв	Доза от выпадений, мЗв	Эффективная ингаляционная доза, мЗв	Общая эффективная доза, мЗв	Доза облучения щитовидной железы*, мГр
1	0,01	—**	0,03	0,06	0,88
2	—	—	0,01	0,02	0,37
5	—	—	—	—	0,11
25	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—

* Доза облучения щитовидной железы рассчитана только от йода.
 **Все значения ниже 10 мкЗв были приравнены к нулю.

14.5.4.3 Доза внутреннего облучения населения при пероральном поступлении радионуклидов при максимальной проектной аварии

Доза от поступления радионуклидов с пищевыми продуктами рассчитывается по формуле:

$$\sum_i^n (C_{f,i} \times U_{fi} \times DI_i \times CF_{5,i}) \times \prod RF_f = E_{ing} \quad (9)$$

где $C_{f,i}$ – активность радионуклида i в продукте f , кБк/кг;
 U_{fi} – количество продукта f , потребляемого рассматриваемым населением в день, кг/день или л/день (таблицы 149, 150);
 DI_i – период потребления продукта в днях. В случае, если $T_{1/2}$ превышает 21 день, используется 30 дней. Если $T_{1/2}$ менее 21 дня, используется значение среднего периода жизни изотопа:

$$T_m = T_{1/2} \times 1.44 \quad (10)$$

где $T_{1/2}$ – период полураспада радионуклида;
 $CF_{5,i}$ – коэффициент перехода к дозе, мЗв/кБк. Коэффициенты перехода к дозе облучения от поступления радионуклидов с пищей представлены в таблице 151;
 RF – коэффициент уменьшения (коэффициент переработки), равный доле радионуклида, оставшейся после его естественного распада или обработки продуктов перед употреблением. В данном случае коэффициент переработки молока принят равным 1, т.е. переработка отсутствует (консервативная оценка) [184,185,189].
 E_{ing} – эффективная доза от поступления с пищей, мЗв;

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Таблица 149 - Потребление молока, л/день

Возраст, лет	Сельские	Городские
0-1	0,24	0,30
1-2	0,30	0,22
2-7	0,30	0,20
7-12	0,50	0,25
12-17	0,51	0,25
более 17	0,50	0,20

Таблица 150 - Потребление листовых овощей, г/день

Возраст, лет	Сельские	Городские
0-1	0	0
1-2	3	3
2-7	6	7
7-12	20	18
12-17	28	25
более 17	30	25

Таблица 151 - Коэффициент перехода к дозе от поступления радионуклидов с пищей, мЗв/кБк

Радионуклид	дети до 1 года	дети 1-2 лет	дети 2-7 лет	дети 7-12 лет	дети 12-17 лет	взрослые более 17 лет
Cs-137	2,1E-02	1,2E-02	9,6E-03	1,0E-02	1,3E-02	1,3E-02
I-131	1,8E-01	1,8E-01	1,0E-01	5,2E-02	3,4E-02	2,2E-02

Ниже представлены результаты моделирования доз, формируемых биологически значимыми радионуклидами: Cs-137 и I-131.

Для наихудшего летнего сценария МПА (дозы облучения максимальны) проведен расчет доз внутреннего облучения населения за счет перорального поступления радионуклидов Cs-137 и I-131 при потреблении молока и листовых овощей (таблицы 152 - 155).

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недоп.	Подп.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Таблица 152 - Дозы внутреннего облучения населения за счет перорального поступления молока, загрязненного Cs-137 за 30 дней после МПА, мЗв

Категория населения	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
	Плотность загрязнения почвы Cs-137, кБк/м ²									
	23	34	54	76	50	10	11	6,9	5,9	4,4
дети 0-1 года	0,265	0,391	0,621	0,874	0,575	0,115	0,127	0,079	0,068	0,051
дети 1-2 лет	0,189	0,279	0,444	0,624	0,411	0,082	0,090	0,057	0,048	0,036
дети 2-7 лет	0,151	0,223	0,355	0,500	0,329	0,066	0,072	0,045	0,039	0,029
дети 7-12 лет	0,262	0,388	0,616	0,867	0,571	0,114	0,126	0,079	0,067	0,050
дети 12-17 лет	0,348	0,514	0,817	1,150	0,757	0,151	0,166	0,104	0,089	0,067
взрослые (старше 17 лет)	0,341	0,504	0,801	1,128	0,742	0,148	0,163	0,102	0,088	0,065

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	Недоп.	Подл.	Дата

Таблица 153 - Дозы внутреннего облучения щитовидной железы за счет перорального поступления молока, загрязненного I-131 за 30 дней после МПА, мГр

Категория населения	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
	Плотность загрязнения почвы I-131, кБк/м ²									
	39	55	73	120	200	63	420	25	32	19
дети 0-1 года	1,82	2,57	3,41	5,60	9,33	2,94	19,60	1,17	1,49	0,89
дети 1-2 лет	2,28	3,21	4,26	7,00	11,67	3,68	24,50	1,46	1,87	1,11
дети 2-7 лет	1,26	1,78	2,37	3,89	6,48	2,04	13,61	0,81	1,04	0,62
дети 7-12 лет	1,10	1,54	2,05	3,37	5,62	1,77	11,80	0,70	0,90	0,53
дети 12-17 лет	0,73	1,03	1,37	2,25	3,75	1,18	7,87	0,47	0,60	0,36
взрослые (старше 17 лет)	0,46	0,65	0,87	1,43	2,38	0,75	4,99	0,30	0,38	0,23

1588-ПЗ-ОИ4

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.уч.	Лист	Недоп.	Подл.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

446 Лист

Таблица 154 - Дозы внутреннего облучения населения за счет перорального поступления листовых овощей, загрязненных Cs-137 за 30 дней после МПА, мЗв

Категория населения	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
	Плотность загрязнения почвы Cs-137, кБк/м ²									
	23	34	54	76	50	10	11	6,9	5,9	4,4
дети 1-2 лет	0,011	0,016	0,025	0,036	0,023	0,005	0,005	0,003	0,003	0,002
дети 2-7 лет	0,017	0,026	0,041	0,057	0,038	0,008	0,008	0,005	0,004	0,003
дети 7-12 лет	0,060	0,089	0,141	0,198	0,130	0,026	0,029	0,018	0,015	0,011
дети 12-17 лет	0,109	0,161	0,256	0,361	0,237	0,047	0,052	0,033	0,028	0,021
взрослые (старше 17 лет)	0,117	0,173	0,275	0,387	0,254	0,051	0,056	0,035	0,030	0,022

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недоп.	Подп.	Дата

Таблица 155 - Дозы внутреннего облучения щитовидной железы за счет перорального поступления листовых овощей, загрязненных I-131 за 30 дней после МПА, мГр

Категория населения	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
	Плотность загрязнения почвы I-131, кБк/м ²									
	39	55	73	120	200	63	420	25	32	19
дети 1-2 лет	0,13	0,18	0,24	0,40	0,67	0,21	1,40	0,08	0,11	0,06
дети 2-7 лет	0,14	0,20	0,27	0,44	0,74	0,23	1,55	0,09	0,12	0,07
дети 7-12 лет	0,25	0,35	0,47	0,77	1,28	0,40	2,70	0,16	0,21	0,12
дети 12-17 лет	0,23	0,32	0,43	0,70	1,17	0,37	2,47	0,15	0,19	0,11
взрослые (старше 17 лет)	0,16	0,22	0,30	0,49	0,81	0,26	1,71	0,10	0,13	0,08

1588-ПЗ-ОИ4

Как видно из таблиц 152 - 155, наибольшие дозы облучения от потребления загрязненных цезием-137 продуктов питания наблюдаются у взрослых старше 17 лет, наибольшие дозы облучения щитовидной железы от потребления загрязненных йодом-131 продуктов питания – у детей до двух лет. В соответствии с Нормами радиационной безопасности (НРБ-2000) прогнозируемые уровни доз не указывают на необходимость проведения защитных мероприятий, как в ближней, так и в дальней зоне АЭС при МПА [19].

14.5.5 Ожидаемые дозы облучения населения при запроектной аварии на энергоблоке

14.5.5.1 Общие положения

Анализ запроектных аварий проводится с целью определения границ зоны планирования срочных защитных мер и зоны предупредительных защитных мер [185,188].

Радиационная безопасность при радиационных авариях обеспечивается соблюдением нормативных показателей основанных, главным образом, на дозовых характеристиках. По этой причине оценка доз облучения при запроектной аварии является ключевой задачей анализа аварийной ситуации [19,190].

Результаты данного раздела являются исходными данными для раздела ОВОС, в котором полученные здесь дозовые характеристики сравниваются с критериями безопасности в международных нормативных документах.

В данном разделе оценены максимальные дозы для острого и длительного облучения, оценен вклад всех путей облучения, а также оценены дозы как функции расстояния от АЭС.

Дозовые характеристики оцениваются с двух позиций:

- дозы начального периода аварии (за час, сутки, 1 месяц, 2 месяц);
- долговременные дозы (за период 50 лет).

В качестве ЗА бралась авария, при которой происходит утечка из защитной оболочки в сухих условиях. Этот сценарий предполагает выброс из активной зоны реактора, который типичен при расплавлении активной зоны. Также предполагается, что выброс в защитную оболочку реактора проходит в сухих условиях через систему первого контура, не проходя через другие системы, которые могли бы осадить йод или другие летучие продукты деления. Концентрация йода и/или других летучих продуктов деления в защитной оболочке реактора может быть уменьшена перед тем как попасть в атмосферу благодаря нескольким факторам: работе системы распылителей, фильтрации выброса и/или естественному процессу распада. Это уменьшение является функцией времени задержки. В данном случае время задержки равно нулю, т.е. утечка из реактора началась немедленно. Системы орошения и вентиляции отключены. Выброс является приземным, учтен эффект кильватера зданий и сооружений, приводящий к большему рассеиванию радионуклидов вокруг станции. Данные условия выбраны с целью рассмотрения наихудшего сценария ЗА.

Параметры модели представлены в таблице 156.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Таблица 156 - Параметры модели, используемые в расчете

Параметр	Значение
Рабочая мощность ВВЭР-1200 на момент аварии	3200 МВт (тепловая)
Состояние активной зоны	10-50 % расплавление активной зоны (быстрый выброс летучих продуктов деления)
Мощность выброса радионуклидов из активной зоны	0,02 %/час
Механизмы уменьшения выброса	орошение отключено, фильтры не работают
Высота выброса	0 м (приземный)
Свободный объем контеймента	71040 м ³
Площадь поверхностей в контейменте	53250 м ²

Для ЗА, как и для МПА, рассчитаны следующие дозы облучения, формируемые в течение раннего этапа аварии:

- 1) общая эффективная доза (E_t);
- 2) доза облучения щитовидной железы ($D_{щж}$);
- 3) доза облучения от прохождения радиоактивного облака (D_{CS});
- 4) доза от выпадений (D_{GS});
- 5) эффективная доза от ингаляционного поступления радионуклидов (D_{inhal}).

С помощью модели InrerRAS проведен расчет значений вышеуказанных доз облучения для населения, проживающего на расстоянии до 50 км от источника выброса.

Рассчитаны дозы облучения: начального периода аварии (за сутки, первый месяц, второй месяц), формирующиеся за счет внешнего облучения от выпадений и внутреннего облучения вследствие ингаляционного поступления радионуклидов при вторичном пылеобразовании, и долговременные дозы (за период 50 лет).

При расчете доз облучения не учитывались факторы, влияющие на их уменьшение (нахождение внутри помещения), т.е. проведена консервативная оценка. Фактические дозы облучения населения будут значительно меньше рассчитанных [185].

Метеорологические условия, при которых дозы облучения населения будут максимальными, аналогичны метеорологическим условиям для максимально проектной аварии, приведенным выше в таблицах 144, 145 [191].

Оценки доз облучения населения проведены в предположении постоянного пребывания населения на открытой местности (консервативная оценка).

14.5.5.2 Результаты расчетов доз облучения населения при запроектной аварии

Для расчетов использовался следующий выброс радионуклидов в окружающую среду при ЗА, Бк (таблица 157).

Изн. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Таблица 157– Выброс радионуклидов в окружающую среду при ЗА, Бк

Радионуклид	Активность, Бк	Радионуклид	Активность, Бк	Радионуклид	Активность, Бк
Kr-85	1,00E+13	Kr-85m	4,2E+14	Kr-87	8,4E+14
Kr-88	1,2E+15	Sr-89	3,9E+13	Sr-90	1,5E+12
Sr-91	4,60E+13	Y-91	3,30E+12	Mo-99	1,80E+13
Tc-99m	1,80E+13	Ru-103	1,20E+13	Ru-106	2,70E+12
Sb-127	1,2E+13	Sb-129	6,9E+13	Te-129m	1,1E+13
Te-131m	2,5E+13	Te-132	2,5E+14	I-131	4,1E+14
I-132	5,8E+14	I-133	8,3E+14	I-134	9,2E+14
I-135	7,3E+14	Xe-131m	1,7E+13	Xe-133	3,0E+15
Xe-133m	1,1E+14	Xe-135	5,8E+14	Xe-138	3,0E+15
Cs-134	2,6E+13	Cs-136	1,0E+13	Cs-137	1,70E+13
Ba-140	8,8E+13	La-140	4,40E+12	Ce-144	1,2E+13
Np-239	2,3E+14	Rb-88	1,2E+15	Rh-106	2,7E+12
Te-129	1,10E+13	Xe-135m	1,2E+14	Ba-137m	1,70E+13
Pr-144	1,2E+13				

Общая активность выброса составила $1,50 \times 10^{16}$ Бк для всех сценариев ЗА.

Прогнозируемые дозы облучения населения при ЗА (восточно-юго-восточное направление ветра метеоусловия 24.03.2009) представлены в таблице 158 (рисунки 116 - 119).

Таблица 158 - Дозы облучения на раннем этапе аварии при ЗА (метеоусловия 24.03.2009 г.) на различных расстояниях от АЭС

Расстояние, км	Доза от облака, мЗв	Доза от выпадений, мЗв	Эффективная ингаляционная доза, мЗв	Общая эффективная доза, мЗв	Доза облучения щитовидной железы*, мГр
1	2,3	19,0	37,0	58,3	710
2	1,3	11,0	20,0	32,3	380
5	0,7	5,2	6,9	12,8	130
25	0,13	0,54	0,44	1,11	8,5
50	0,03	0,11	0,09	0,23	1,7

*Доза облучения щитовидной железы включает только дозу от радиоактивного йода.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

1588-ПЗ-ОИ4

Лист

450

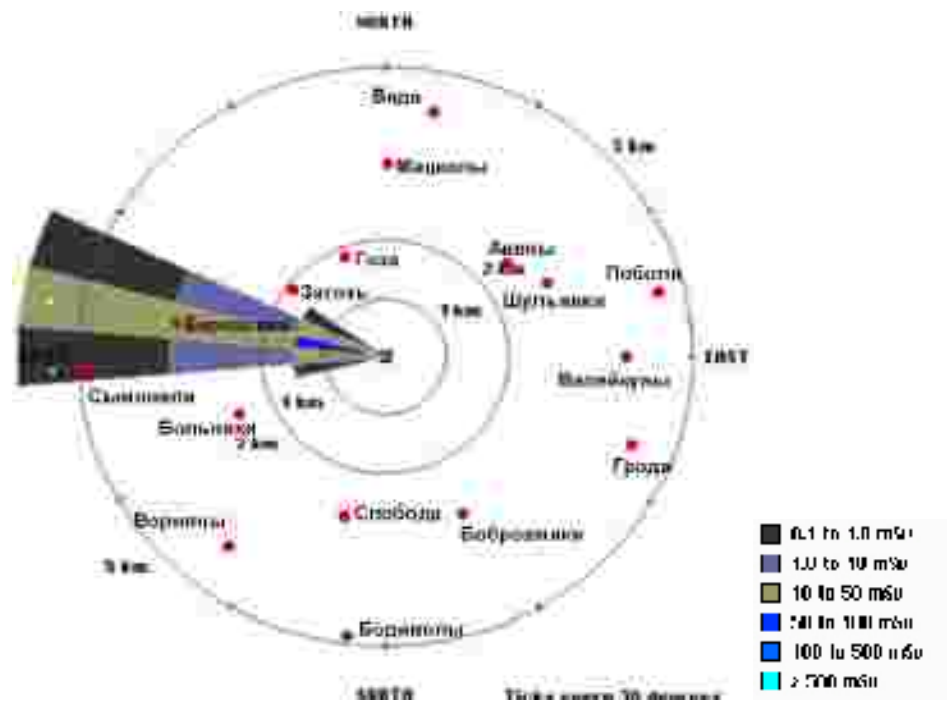


Рисунок 116 – Общая эффективная доза в ближней зоне АЭС при ЗА, мЗв

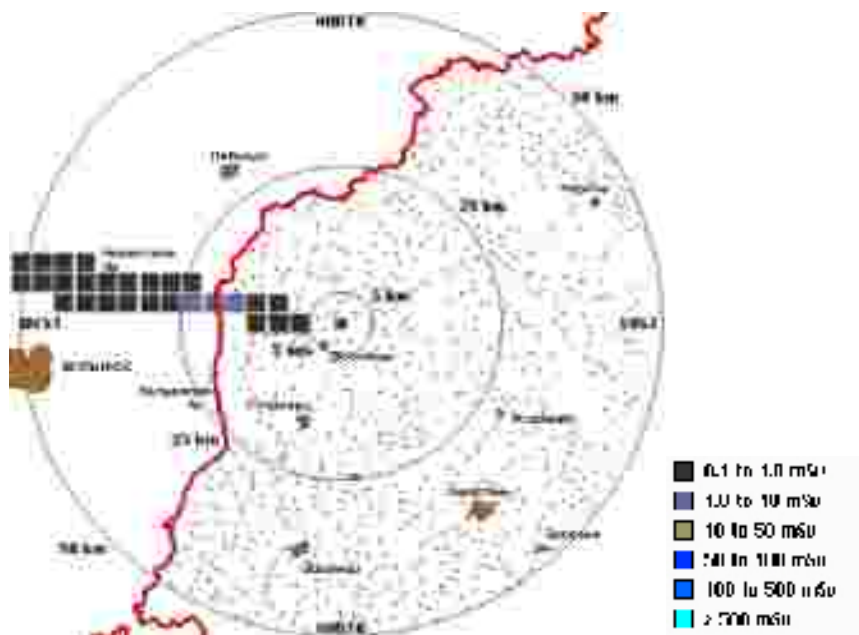


Рисунок 117 – Общая эффективная доза в дальней зоне АЭС при ЗА, мЗв

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

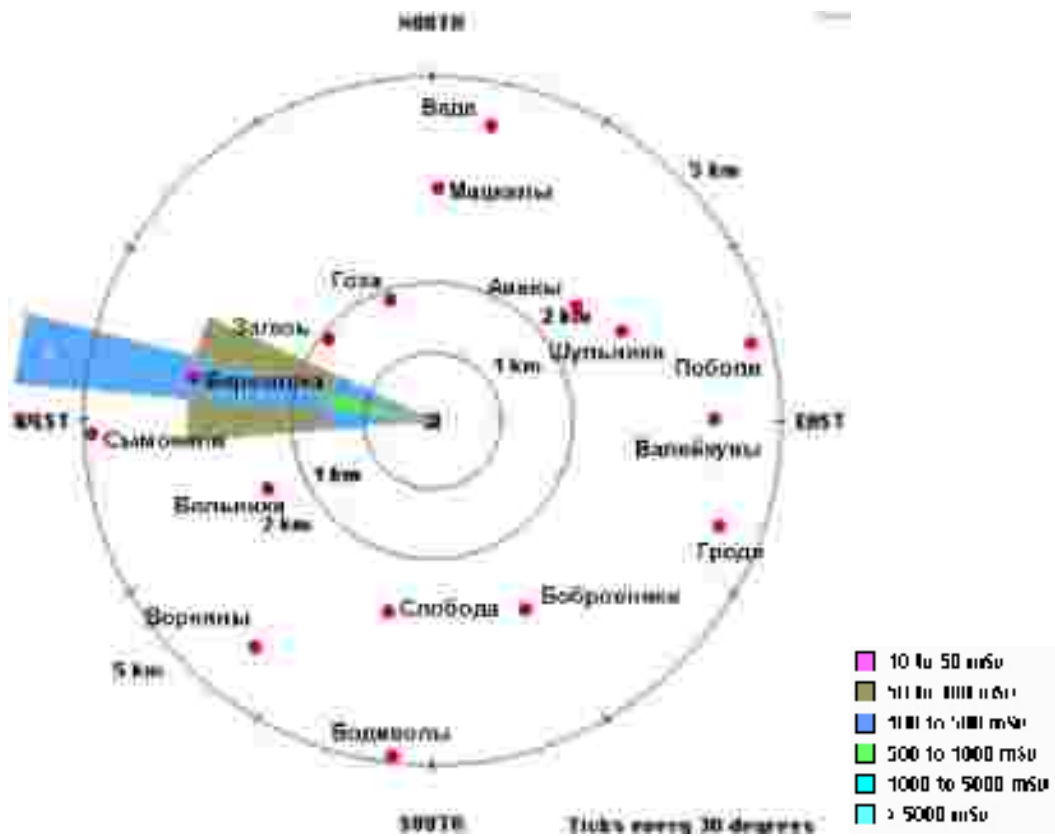


Рисунок 118 – Доза облучения щитовидной железы в ближней зоне АЭС при ЗА, мЗв (мГр)

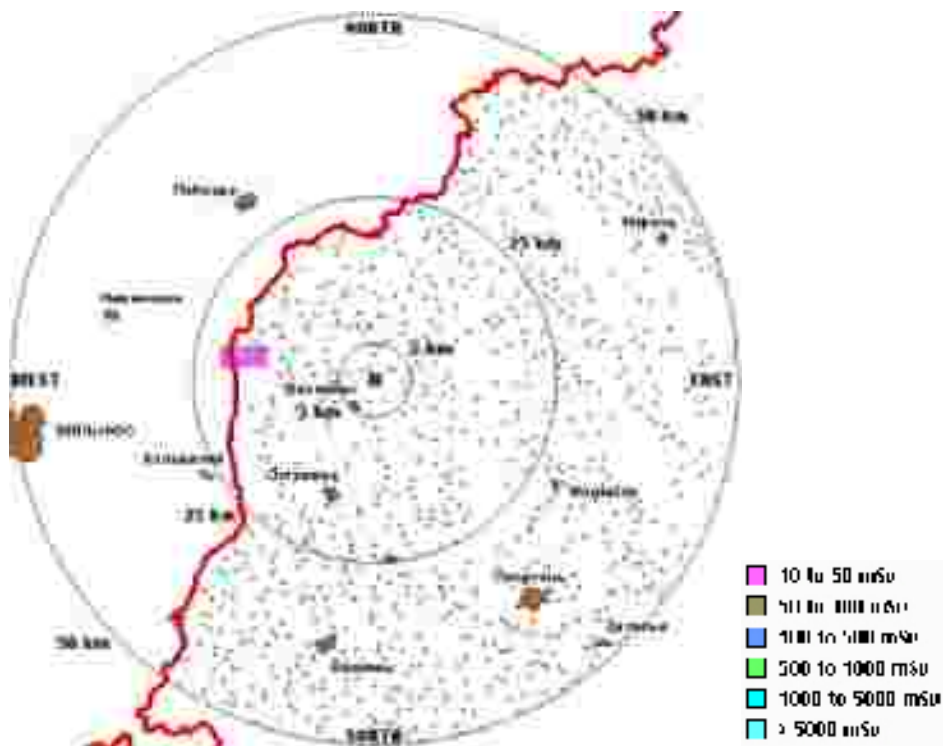


Рисунок 119 – Доза облучения щитовидной железы в ближней зоне АЭС при ЗА, мЗв (мГр)

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Прогнозируемые дозы облучения населения при наиболее тяжелом сценарии ЗА (метеоусловия 17.03.2009 г), т.е. при котором дозы облучения населения будут максимальными на различных расстояниях от АЭС, представлены в таблице 159 (рисунки 120 – 123).

Таблица 159 - Дозы облучения на раннем этапе аварии при сценарии ЗА (метеоусловия 17.03.2009 г.) на различных расстояниях от АЭС

Расстояние, км	Доза от облака, мЗв	Доза от выпадений, мЗв	Эффективная ингаляционная доза, мЗв	Общая эффективная доза, мЗв	Доза облучения щитовидной железы*, мГр
1	3,5	11,0	79,0	94,5	1500
2	2,4	6,3	47,0	55,7	910
5	1,1	2,9	22,0	26,0	420
25	0,14	0,18	1,3	1,62	25
50	0,11	0,13	1,00	1,24	19

*Доза облучения щитовидной железы включает только дозу от радиоактивного йода.

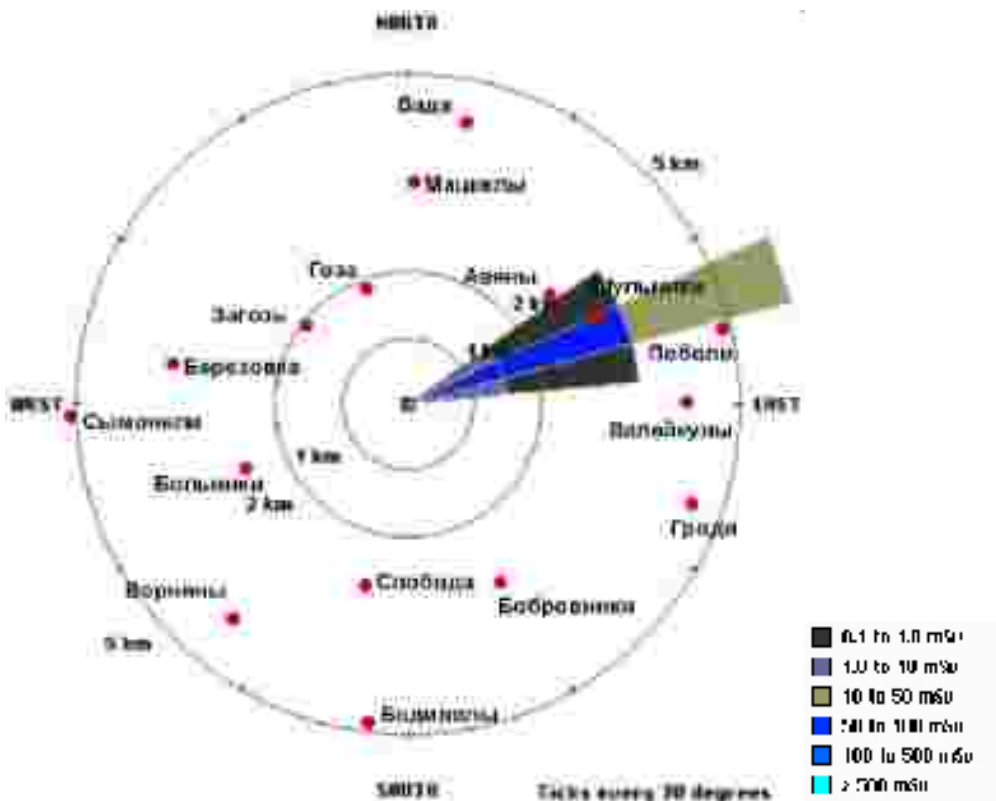


Рисунок 120 – Общая эффективная доза в ближней зоне АЭС при ЗА, мЗв

Изн. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

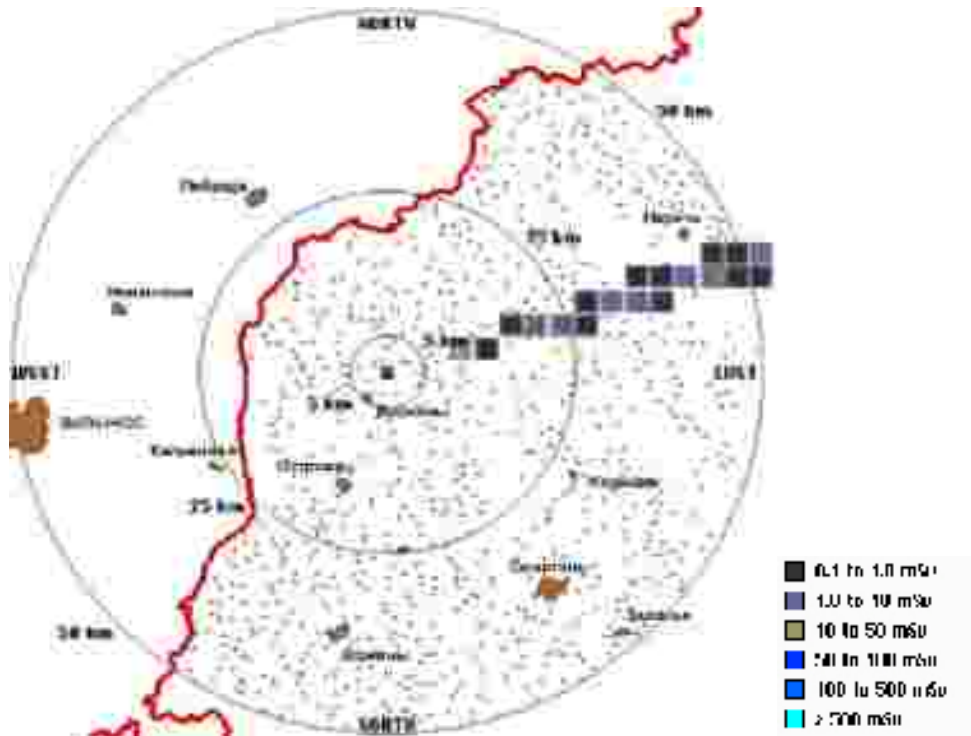


Рисунок 121 – Общая эффективная доза в дальней зоне АЭС при 3А, мЗв

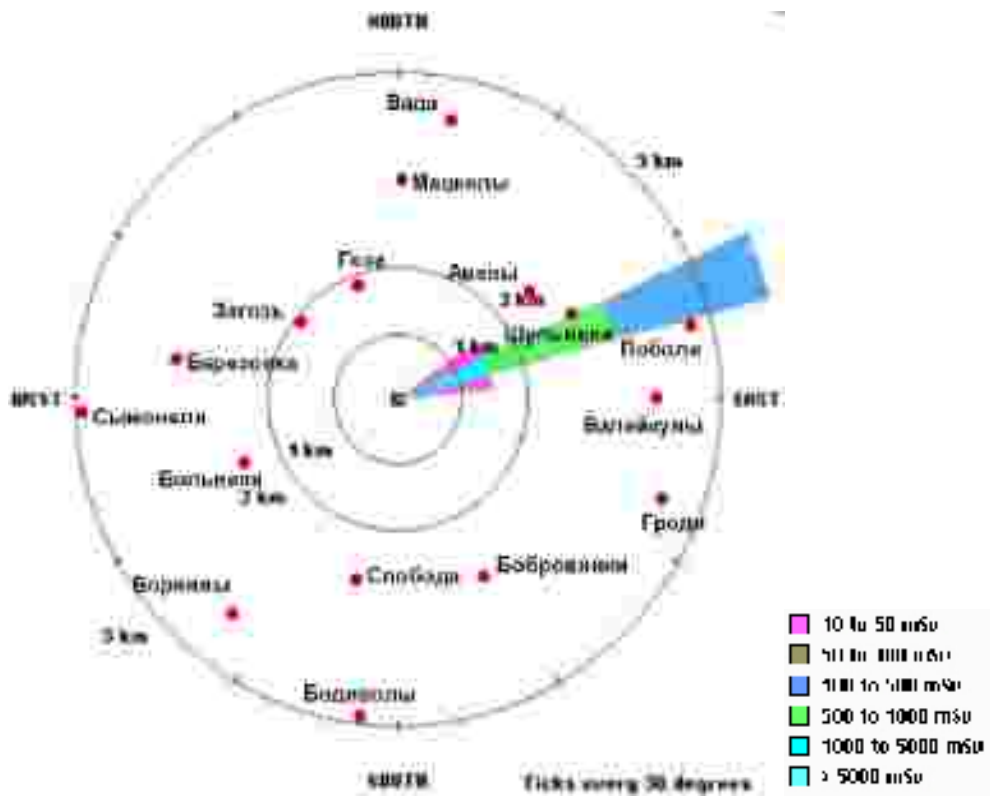


Рисунок 122 – Доза облучения щитовидной железы в ближней зоне АЭС при 3А, мЗв (мГр)

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

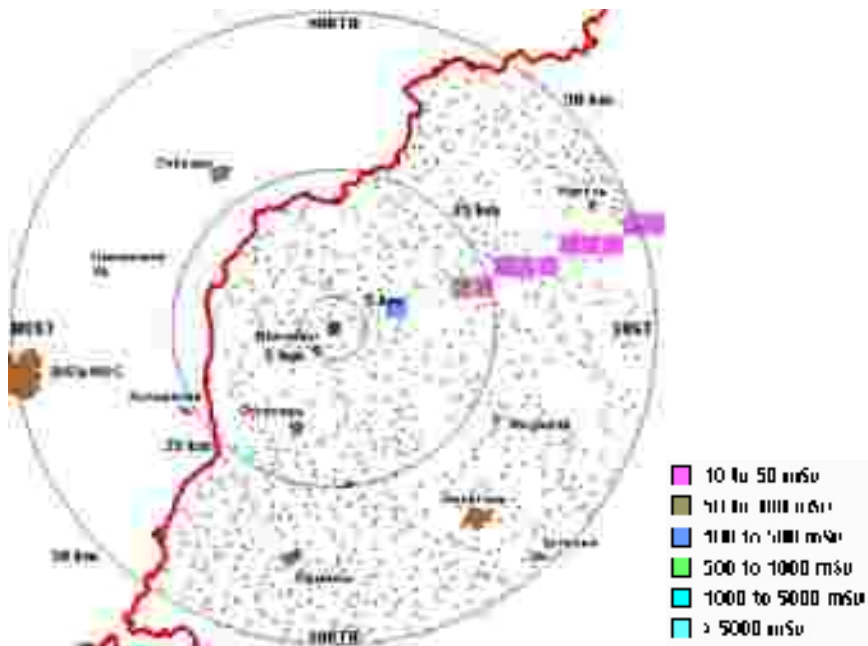


Рисунок 123 – Доза облучения щитовидной железы в дальней зоне АЭС при ЗА, мЗв (мГр)

Наибольшие дозы облучения населения на раннем этапе аварии при “зимних” сценариях ЗА будут наблюдаться при 6-м сценарии аварии. Максимальное значение общей эффективной дозы при данном сценарии составит 94 мЗв на расстоянии 1 км от АЭС, доза облучения щитовидной железы – 1500 мГр на расстоянии 1 км от АЭС (таблица 159, рисунки 122,123).

Если направление ветра изменится на восточно-северо-восточное (направление на Вильнюс) при условии сохранения всех остальных параметров запроектной аварии, то дозы облучения населения останутся прежними. В таблице 160 приведена повторяемость направления ветра в районе Островецкой площадки.

Таблица 160 - Повторяемость направления ветра (%)

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	5	10	8	10	18	25	16	8
II	7	13	10	12	14	20	16	8
III	6	12	13	12	16	19	15	7
IV	10	15	13	11	13	14	14	10
V	13	18	13	9	11	12	13	11
VI	13	14	8	6	11	15	18	15
VII	11	12	7	5	9	19	22	15
VIII	9	12	7	7	12	20	21	12
IX	7	9	9	8	15	24	19	9
X	6	6	8	11	17	27	17	8
XI	5	7	9	13	22	25	14	5
XII	5	8	7	10	19	27	16	8
Зима	6	9	8	10	18	24	17	7
Весна	10	15	14	11	13	14	14	9
Лето	11	13	7	6	11	18	21	13
Осень	6	7	8	11	19	25	17	7
Год	8	11	9	9	15	21	17	10

Взам. инв. №
 Подпись и дата
 Инв. № подл.

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

14.5.5.3 Дозы внутреннего облучения населения при пероральном поступлении радионуклидов при запроектной аварии

Проведен расчет доз внутреннего облучения населения за счет перорального поступления радионуклидов с основными дозообразующими компонентами рациона питания. Даны дозы облучения от потребления молока и листовых овощей, загрязненных биологически значимыми радионуклидами Cs-137 и I-131 (таблица 161 - 164).

Ниже представлены результаты моделирования доз на ранней стадии аварии (за первые 30 суток).

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недоп.	Подл.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Лист
457

Таблица 161 - Дозы внутреннего облучения населения за счет перорального поступления молока, загрязненного Cs-137 за 30 дней после аварии, мЗв

Категория населения	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
	Плотность загрязнения почвы Cs-137, кБк/м ²									
	170	210	360	530	910	230	150	100	130	78
дети 0-1 года	1,956	2,416	4,141	6,097	10,468	2,646	1,725	1,150	1,495	0,897
дети 1-2 лет	1,397	1,725	2,958	4,355	7,477	1,890	1,232	0,822	1,068	0,641
дети 2-7 лет	1,117	1,380	2,366	3,484	5,982	1,512	0,986	0,657	0,855	0,513
дети 7-12 лет	1,940	2,397	4,108	6,048	10,385	2,625	1,712	1,141	1,484	0,890
дети 12-17 лет	2,572	3,178	5,448	8,020	13,770	3,480	2,270	1,513	1,967	1,180
взрослые (старше 17 лет)	2,522	3,115	5,341	7,863	13,500	3,412	2,225	1,484	1,929	1,157

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недоп.	Подл.	Дата

Таблица 162 - Дозы внутреннего облучения щитовидной железы за счет перорального поступления молока, загрязненного I-131 за 30 дней после аварии, мГр

Категория населения	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
	Плотность загрязнения почвы I-131, кБк/м2									
	1200	2100	2900	3800	6400	2400	1200	870	970	630
дети 0-1 года	56,01	98,01	135,35	177,35	298,70	112,01	56,01	40,60	45,27	29,40
дети 1-2 лет	70,01	122,51	169,19	221,69	373,38	140,02	70,01	50,76	56,59	36,75
дети 2-7 лет	38,89	68,06	93,99	123,16	207,43	77,79	38,89	28,20	31,44	20,42
дети 7-12 лет	33,71	58,99	81,46	106,74	179,77	67,42	33,71	24,44	27,25	17,70
дети 12-17 лет	22,48	39,34	54,33	71,19	119,90	44,96	22,48	16,30	18,17	11,80
взрослые (старше 17 лет)	14,26	24,96	34,46	45,16	76,06	28,52	14,26	10,34	11,53	7,49

1588-ПЗ-ОИ4

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недоп.	Подл.	Дата

Таблица 163 - Дозы внутреннего облучения населения за счет перорального поступления листовых овощей, загрязненных Cs-137 за 30 дней после аварии, мЗв

Категория населения	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
	Плотность загрязнения почвы Cs-137, кБк/м ²									
	170	210	360	530	910	230	150	100	130	78
дети 1-2 лет	0,080	0,099	0,169	0,249	0,427	0,108	0,070	0,047	0,061	0,037
дети 2-7 лет	0,128	0,158	0,270	0,398	0,684	0,173	0,113	0,075	0,098	0,059
дети 7-12 лет	0,443	0,548	0,939	1,382	2,373	0,600	0,391	0,261	0,339	0,203
дети 12-17 лет	0,807	0,997	1,709	2,516	4,320	1,092	0,712	0,475	0,617	0,370
взрослые (старше 17 лет)	0,865	1,068	1,831	2,696	4,628	1,170	0,763	0,509	0,661	0,397

1588-ПЗ-ОИ4

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недоп.	Подл.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Таблица 164 - Дозы внутреннего облучения щитовидной железы за счет перорального поступления листовых овощей, загрязненных I-131 за 30 дней после аварии, мГр

Категория населения	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
	Плотность загрязнения почвы I-131, кБк/м ²									
	1200	2100	2900	3800	6400	2400	1200	870	970	630
дети 1-2 лет	4,00	7,00	9,66	12,66	21,32	8,00	4,00	2,90	3,23	2,10
дети 2-7 лет	4,44	7,77	10,74	14,07	23,69	8,88	4,44	3,22	3,59	2,33
дети 7-12 лет	7,70	13,48	18,61	24,38	41,07	15,40	7,70	5,58	6,22	4,04
дети 12-17 лет	7,05	12,33	17,03	22,32	37,59	14,10	7,05	5,11	5,70	3,70
взрослые (старше 17 лет)	4,89	8,55	11,81	15,47	26,06	9,77	4,89	3,54	3,95	2,57

Как видно из таблиц 161 - 164, наибольшие дозы облучения от потребления загрязненных цезием-137 продуктов питания наблюдаются у взрослых старше 17 лет, наибольшие дозы облучения от потребления загрязненных йодом-131 продуктов питания – у детей до двух лет. В соответствии с НРБ-2000 прогнозируемые уровни доз при ЗА указывают на необходимость проведения защитных мероприятий [19].

14.5.5.4 Вклад различных составляющих в общую эффективную дозу облучения населения

Анализ доз облучения показал, что на фоне снижения общей эффективной дозы с расстоянием (рисунок 124) вклад ингаляционной составляющей дозы падает с удалением от источника выброса, в то время как вклады доз от облака и выпадений растут (рисунок 125).

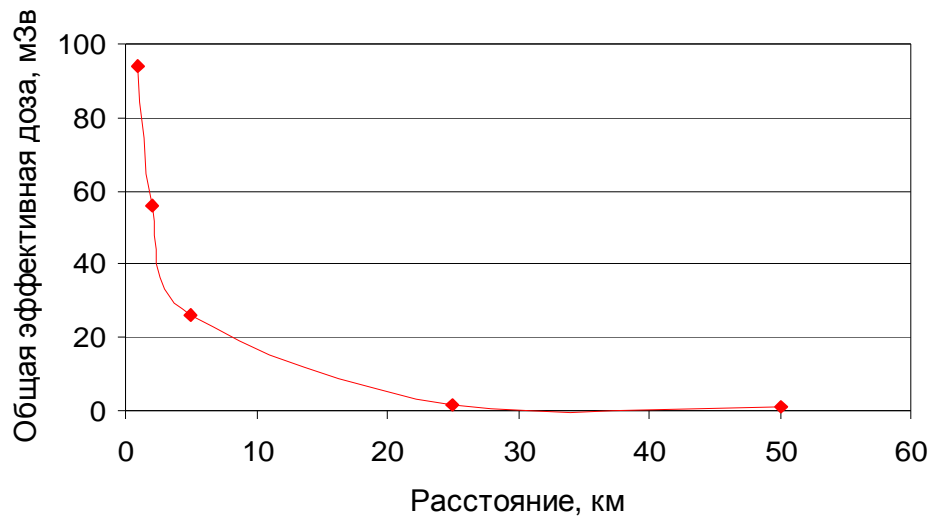


Рисунок 124 – Изменение общей эффективной дозы облучения с расстоянием от источника выброса

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

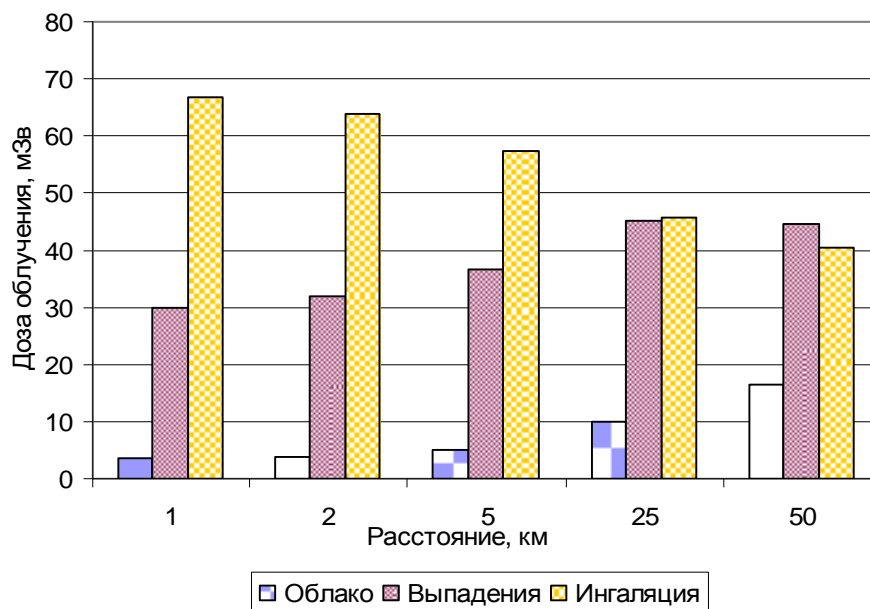


Рисунок 125 – Вклад различных составляющих доз облучения в суммарную дозу с расстоянием от источника выброса

Вклады от различных путей формирования в суммарную дозу на расстоянии до пяти километров следующие:

- ингаляция - около 50 %;
- почва - около 40 %;
- облако – до 10 %.

С двадцати пяти километров вклад в суммарную дозу по ингаляционному пути воздействия уменьшается до 40 %, а вклад облучения от облака и от выпадений увеличивается до 17 и 44 % соответственно.

Проведенный выше анализ вклада различных путей облучения в ожидаемую эффективную дозу проведен для ситуаций с различными метеоусловиями, и в каждом конкретном случае вклад различных составляющих будет различным.

14.6 Резюме

14.6.1 Геологические внешние природные факторы

Степень воздействия геологических внешних природных факторов на устойчивость зданий и сооружений АЭС зависит от свойств и устойчивости геологической среды. Геологическая среда площадки белорусской АЭС характеризуется достаточной устойчивостью, в связи с этим не оказывают негативного влияния на функционирование сооружений АЭС.

Воздействие АЭС на геологическую среду в пределах площадки может быть связано с тем, что на площадке существуют условия для развития поверхностного подтопления при техногенных утечках или нарушении поверхностного стока. Подтопляемость обусловлена залеганием у поверхности земли относительно выдержанных моренных супесей с частыми прослойками и линзами песка. Пески имеют различный гранулометрический состав и фильтрационные свойства. Распространение и мощность линз весьма различны, закономерности не установлены. В этой связи подтопление может быть локальным, на участках отдельных сооружений или на всей площадке.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Подтопление за счет подъема уровня первого водоносного горизонта маловероятно при сохранении неизменным режима базиса разгрузки – рек Вили, Гозовки, Ошмянки.

В тридцатикилометровой зоне влияние АЭС, воздействие АЭС на геологическую среду, может сказаться лишь в случае аварии, - при этом гипотетически возможно загрязнение водоносных горизонтов. Выполненные изыскания позволяют дать характеристику окружающей среды и оценить воздействие на нее строительства и эксплуатации белорусской АЭС, однако предстоит выполнить сейсмическое микрорайонирование площадки, специальные работы по изучению динамических свойств (виброустойчивости) грунтов, завершить геодезические наблюдения за современными движениями земной коры (СДЗК). После привязки генерального плана АЭС, инженерно-геологические изыскания будут выполнены под каждое конкретное здание и сооружение.

Таким образом, прогнозируемые воздействия АЭС на геологическую среду и геологической среды на АЭС, с учетом предусмотренных инженерно - технических и организационных мероприятий, снижающих взаимовлияние до безопасного уровня, являются допустимыми.

14.6.2 Воздействие на поверхностные воды

Основным видом воздействия АЭС на поверхностные воды после ввода в эксплуатацию являются изменение гидрологического режима водных объектов - источников производственного водоснабжения АЭС и приемников сточных вод.

Питьевое (до 1050 м³/сут) и техническое (в период строительства) водоснабжение АЭС в объемах до 800 м³/сутки будет обеспечиваться из подземного водозабора, который будет размещен на расстоянии 3,0-4,5 км к юго-востоку от центра площадки.

Для производственного водоснабжения белорусской АЭС для двух энергоблоков планируется размещение поверхностного водозабора на левом берегу Вилия на участке «н.п. Мужилы – н.п. Малые Свирянки» 500 м ниже н.п. Малые Свирянки.

После отвода вода из реки Вилия по напорным трубопроводам направляется на станцию водоподготовки, а затем по напорным водоводам на соответствующие сооружения АЭС. Подача воды от водозабора на р. Вилия до площадки АЭС предусматривается по двум ниткам стальных водоводов диаметром 1600 мм. Каждая нитка водоводов рассчитана на пропуск 70 % от расхода для производственного водоснабжения двух энергоблоков АЭС.

Для обеспечения гарантированного бесперебойного режима производственного водоснабжения АЭС в маловодные периоды основным источником повышения водности р. Вилия может быть Вилейское водохранилище за счет организации попусков. Плотины водохранилища расположена на расстоянии до 139 км от участка размещения водозабора АЭС. Объемы воды в водохранилище могут изменяться от 260 млн.м³ до 25,1 млн.м³ (проектная сработка водохранилища составляет до 6,0 м).

Также могут использоваться другие резервные источники водоснабжения:

– Ольховское водохранилище руслового типа на реке Страча (водохранилище Ольховской ГЭС) с расстояниями по водотокам до участка размещения водозабора до 19,2 км (полезный объем водохранилища 1,4 млн.м³, максимальный перепад уровней 3,0 м, площадь зеркала 0,7 км², средняя глубина 3 м);

– Сняганское водохранилище руслового типа на реке Ошмянка (водохранилище Рачунской ГЭС) с расстоянием по водотокам до участка размещения водозабора до 55 км (полезный объем 1,21 млн.м³, максимальный перепад уровней 5,0 м, площадь зеркала 1,5 км², средняя глубина 1,42 м).

После ввода АЭС в эксплуатацию для производственного водоснабжения АЭС для двух энергоблоков будет осуществляться отвод воды из р. Вилия с расходом от

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

1,8 м³/с зимой до 2,78 м³/с летом. При этом объемы водоотведения отработанных технических сточных вод составят от 0,96 м³/с зимой до 1,38 м³/с летом. Сброс отработанных технических сточных вод будет осуществляться в реку Вилия 500-1000 м ниже размещения водозабора у н.п. Мужилы. Безвозвратное водопотребление белорусской АЭС составляет от 0,86 м³/с зимой до 1,40 м³/с летом. При размещении двух энергоблоков при расходах воды в реке, близких к среднемноголетним (63,5 м³/с), отвод воды из реки будет составлять не более чем 2,2 % от расхода воды в реке. При маловодных и очень маловодных условиях при расходах воды от 30,85 м³/с до 22,4 м³/с – не более чем 4-6 %.

Максимальное понижение уровней на участке реки Вилия ниже размещения водозабора и отвода технических сточных вод с учетом безвозвратного водопотребления может составить: при среднемноголетних расходах воды до 3 см (до 1 см в трансграничном створе -ТС), при минимальных расходах – до 7 см (до 5 см в ТС). Максимальное понижение уровней на участке между водозабором и сбросом сточных вод (2,7 км) и среднемноголетних расходах воды составит до 4 см, при минимальных расходах – до 9 см. Указанное понижение уровней воды на участке между водозабором и сбросом не окажет существенного негативного воздействия на условия для проходных видов рыб, так как на нем нет притоков. Снижение уровня воды в р. Вилия за счет размещения белорусской АЭС в период нереста на 3-6 см не является существенным и решающим негативным фактором, существенно ухудшающим условия нереста проходных видов рыб, так как диапазон снижения уровней от рекомендуемых и наиболее благоприятных для нереста (1,5 м относительно «нуля» поста по гидрологическому посту н.п. Михалишки) в естественных условиях до размещения АЭС за весь период нереста составляет: апрель – до 0,43 м, май – до 0,66 м.

Прогноз скоростного режима реки Вилия при размещении белорусской АЭС показал незначительное уменьшение средних скоростей течения (максимальное – на 0,04 м/с) на участке реки ниже размещения водозабора и незначительное изменение в трансграничном створе.

В связи со сбросом технических сточных вод белорусской АЭС в р. Вилия в объеме до 1,38 м³/с температурой 37 °С на территории Беларуси (без трансграничного воздействия) прогнозируется тепловое загрязнение р.Вилия:

- при расходах воды в реке, близких к среднемноголетним - на участке до 0,6 км в период весна-осень и до 1,1 км в зимний период;
- при минимальных расходах воды при условиях сильного маловодья - на участке до 7 км в период весна-осень и до 13 км в зимний период.

При охлаждении технических сточных вод до 25 °С в весенне-летний период и до 10 °С в зимний период прогнозная зона теплового загрязнения будет не более 500 м (в среднем 100-150 м), что соответствует требованиям качества воды рыбохозяйственных водных объектов ниже выпуска сточных вод. По большинству показателей концентрации загрязняющих веществ в составе технических сточных вод не превышает ПДК рыбохозяйственного назначения (за исключением взвешенных веществ, цинка и фосфатов). Прогноз качества воды в р. Вилия после поступления технических сточных вод показал, что на расстоянии до 29,6 км от места сброса происходит практически полное перемешивание с речными водами с показателями качества, не превышающими ПДК в трансграничном створе, за исключением взвешенных веществ и фосфатов (до 2 ПДК). В случае выполнения рекомендаций по доочистке технических сточных вод белорусской АЭС не произойдет химического загрязнения реки Вилия и не будет оказано негативное (в т.ч., трансграничного) воздействие.

Коммунально-бытовые сточные воды с территории АЭС по системе коллекторов поступают на канализационную насосную станцию и насосами перекачиваются на станцию очистки сточных вод. Станция очистки сточных вод проектируется в сани-

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

тарно-защитной зоне АЭС. Предусматривается полная биологическая очистка сточных вод с глубоким удалением азота и фосфора и доочисткой. Сброс очищенных коммунально-бытовых сточных вод с площадки АЭС предусматривается в объеме 910,9 м³/сутки в реку Полпе. Прогноз качества воды в р.Виляя после поступления очищенных коммунально-бытовых сточных вод белорусской АЭС при ее строительстве и после ввода в эксплуатацию показал, что наиболее существенное воздействие сточных вод распространяется на расстояние до 1 км от места сброса. При этом значения показателей качества будут в пределах или незначительно превышать нормативные предельно-допустимые концентрации (ПДК) рыбохозяйственных водных объектов. Практически полное перемешивание с речными водами р. Виляя происходит на расстоянии до 10,4 км от места сброса (на белорусской территории и более чем за 20 км от белорусско-литовской границы) с незначительным (в пределах ПДК) изменением качества воды в реке по отношению к существующему и несущественным трансграничным воздействием на качество вод р. Виляя и других водных объектов.

Белорусская АЭС будет размещена **не** на территории водоохранной зоны р. Виляя.

Так как размещение жилого поселка АЭС предусматривается на базе г. Островец, очистка сточных вод с территории поселка предусматривается на существующих очистных сооружениях с их реконструкцией и расширением.

Качество дождевых стоков с территории площадки белорусской АЭС, отводящихся в водный объект с объемами до 66 тыс. м³/год, будет не хуже, чем с естественной природной поверхности земли и не окажет негативного воздействия на водный объект, так как на территории площадки исключаются возможности загрязнения указанных дождевых стоков.

Прогноз изменения гидрогеологических условий, обусловленный сосредоточенным отбором подземных вод и техногенным подтоплением территории. Оценка влияния эксплуатации водозабора «Островецкий» на уровенный режим прилегающей территории, в том числе площадки размещения белорусской АЭС показала, что его эксплуатация не будет существенно влиять на общую региональную гидродинамическую схему потоков. Влияние водозабора будет незначительным даже через 10 000 суток. Средний радиус влияния водозабора «Островецкий» будет фиксироваться на расстоянии 3 км в первом водоносном горизонте и на расстоянии 4 км в эксплуатируемом водоносном горизонте. Влияние этого водозабора не будет достигать площадки белорусской АЭС и тем более трансграничных территорий.

В результате решения прогнозных задач по техногенному подтоплению площадки, т.е. определению размеров купола растекания, формирующегося за счет утечек из водонесущих коммуникаций и водосодержащих сооружений, показал, что максимальный подъем техногенного водоносного горизонта за расчетный срок эксплуатации одного реактора белорусской АЭС (50 лет) составит от 6,9 до 20,8 м. Радиус купола растекания техногенного водоносного горизонта может составить от 1,44 до 2,3 км. Результаты прогнозных аналитических расчетов являются предварительными.

14.6.3 Прогноз возможного радиоактивного загрязнения подземных вод

Естественная защищенность подземных вод определяется комплексом параметров, основными из которых являются:

- глубина залегания, ионно-солевой и газовый состав подземных вод;
- мощность зоны аэрации, мощность слагающих ее почв и почво-грунтов;
- характер почвенного покрова (типы почв, гранулометрический и минералогический состав почв, их водно-физическое состояние) и сорбционные характеристики;
- объем, режим и состав гидрометеоров (дождь, снег);

Изм. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

- фильтрационные параметры почв и почво-грунтов;
- типы и физико-химические свойства загрязнителей.

На стадии первого этапа исследований по ОВОС представляется оправданным оперировать немногими из перечисленных типов информации, а именно: сведениями о глубинах залегания наиболее уязвимых грунтовых вод и их качестве; характеристикой почвенного покрова как среде миграции радионуклидов; специфики миграционных процессов и распределения ^{90}Sr и ^{137}Cs в почвенном покрове районов чернобыльских выпадений в качестве типовых. Данная информация вполне достаточна для формирования общего представления о защищенности грунтовых вод в пределах 30-км зоны белорусской АЭС.

Анализ перераспределения ^{137}Cs и ^{90}Sr по глубине почвенного профиля показал, что:

- даже через 15-20 лет после аварии на Чернобыльской АЭС в большинстве разновидностей почв 95-98 % запаса ^{137}Cs сосредоточено в верхнем 0-5-сантиметровом слое, реже в слое 0-20 см, независимо от плотности выпадений ^{137}Cs . Основной запас ^{90}Sr (те же 95-98 %) сосредоточен в слое 0-15 см, реже – в слое 0-25 см (Красноселье, песчаная дюна, 21 км от ЧАЭС);

- линейная скорость миграции ^{137}Cs (V) и коэффициент квазидиффузии (D) варьируют в широких пределах: V – 0,11-2,66 см/год, D – 0,01-1,40 см²/год. Для ^{90}Sr эти же параметры вертикальной миграции по почвенным профилям составляют 0,14-7,14 см/год и 0,01-19,00 см²/год

Для минеральных автоморфных дерново-подзолистых почв (Podzoluvisol) высоких пойм и надпойменных террас установлена статистически достоверная ($R^2=0,58-0,77$) тенденция снижения величины параметров миграции ^{137}Cs (V , D) во времени, что объясняется необратимой сорбцией ^{137}Cs твердым субстратом почв в результате диффузии и закреплением изотопа в межслоевом пространстве глинистых минералов. Эта тенденция имеет место и для остальных типов почв – гидроморфных торфяно-болотных и полугидроморфных аллювиальных дерновых (Histosol и Fluvisol). Исключение составляют лишь полугидроморфные сильно увлажненные дерново-подзолистые почвы водосборных бассейнов озер, которым, наоборот, свойственно увеличение этих параметров во времени в связи с режимами интенсивного промывания и, как следствие, наложения конвективного массопереноса на диффузионный поток.

^{90}Sr активно мигрирует в автоморфных минеральных дерново-подзолистых (Podzoluvisol) песчаных почвах. Для этого типа почвы зарегистрирован рост параметров миграции во времени ($R^2=0,7-0,9$). Для полугидроморфных дерново-аллювиальных супесчаных почв (Fluvisol) низких и высоких пойм также установлена тенденция роста параметров миграции во времени. Уменьшение или постоянство параметров миграции во времени установлено для гидроморфных высокоорганических торфяно-болотных (Histosol) почв.

Таким образом, локализация основного запаса чернобыльских радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr на глубинах до 5-25 см почвенных профилей даже по истечении 15-20 лет после аварийных выпадений свидетельствует о достаточно эффективной, в целом, экранирующей роли белорусских почв и почво-грунтов в процессах вертикального перераспределения основного запаса радионуклидов к уровню грунтовых вод.

Анализ радиационного состояния залегающих на глубинах до 2 м грунтовых вод в районах чернобыльских выпадений действительно показал относительно невысокие уровни их современного (по состоянию на 2002-2007 гг.) загрязнения по ^{137}Cs и ^{90}Sr (соответственно, 0,02-0,58 и 0,012-2,206 Бк/дм³). Отметим, что в районах с глубиной залегания грунтовых вод до 2 м почвенный покров не является достаточно эффективной защитой их загрязнению из поверхностных источников загрязнения, в

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

т.ч. из «плоскостного» поверхностного источника радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr и др.). Территории с мощной (свыше 2 м) зоной аэрации следует рассматривать в качестве районов с достаточно эффективной почвенно-грунтовой защитой подземных вод.

Это отражает карта-схема (рисунок 126) радиационной защищенности территории 30-км зоны белорусской АЭС, на которой на широком фоне относительно хорошей защищенности подземных вод от загрязнения по ^{137}Cs и ^{90}Sr показаны территории с малой глубиной залегания грунтовых вод, как наиболее уязвимые к загрязнению этими радиоизотопами.



Условные обозначения

1, 2, 3, 4 - участки с наибольшей скоростью миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr через почвенный горизонт и наибольшей вероятностью загрязнения грунтовых вод

Рисунок 126 - Размещение на карте-схеме выбранных характерных участков, наиболее уязвимых по комплексу природных факторов

Результаты прогнозных оценок по ^{137}Cs и ^{90}Sr показали, что:

- грунтовые воды слабо защищены от загрязнения ^{90}Sr на участках с торфяно-болотными почвами;
- неблагоприятными неучтенными факторами, которые могут привести к ускорению миграционных процессов и увеличению концентрации радионуклидов ^{90}Sr в грун-

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

товых водах, являются сезонные колебания уровня грунтовых вод и распаханное состояние почв,;

- при запроектной аварии INES 5 грунтовые воды практически неустойчивы к рассматриваемым видам загрязнений на выбранных слабозащищенных участках

- при эксплуатационных выбросах и авариях ниже INES 5 на проектируемой АЭС вероятность загрязнения грунтовых вод, а, следовательно, и более глубоких горизонтов будет ничтожно малой.

Исследования возможного радиоактивного загрязнения подземных вод из локального источника в зоне воздействия проектируемой АЭС были выполнены на основе гипотетического сценария аварийной ситуации, связанной с протечкой жидких РАО. Согласно этому сценарию 15 м³ жидких РАО суммарной активностью 600 Ки, представленной 25 радиоизотопами, были выброшены на площадку, в результате чего загрязнению подверглась территория площадью 37,5 м² на глубину 1 м.

Прогнозными оценками установлено, что даже при самом консервативном подходе загрязнение второго и третьего водоносных горизонтов может быть ничтожно малым. Эти горизонты достаточно хорошо защищены естественными барьерами.

Прогноз возможного химического загрязнения подземных вод. Прогнозные расчеты формирования очага химического загрязнения при функционировании белорусской АЭС показали, что наиболее подвержены загрязнению подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта – грунтовые воды. Величина концентрации загрязняющих веществ (нейтральная контаминанта), фильтрующихся в грунтовые воды, составит порядка 1/2 от исходного их содержания в сточных или производственных водах. Ореол загрязнения по площади может распространиться с грунтовыми водами на расстояние порядка 2,5 км от площадки станции. Величина концентрации загрязняющих веществ, фильтрующихся в напорные воды, составит порядка 10⁻⁴ от исходного их содержания в сточных или производственных водах. Исходя из вышеизложенного, химическое загрязнение первого от поверхности напорного днепровско-сожского водоносного горизонта, формирующегося за счет утечек сточных вод, не прогнозируется.

14.6.4 Воздействие АЭС на структурные и функциональные характеристики водных экосистем

Основное воздействие АЭС в процессе функционирования будет оказывать на р. Вилия, которая будет служить источником охлаждающей воды и принимать все жидкие сбросы атомной станции. В соответствии с предварительными водобалансовыми расчетами, при температуре сбросных вод 37 °С функционирование 2 энергетических блоков АЭС может заметить термальное загрязнение, при котором существование и нормальное воспроизводство ряда редких и исчезающих видов рыб, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, становится невозможным. Однако угроза для экосистемы реки Вилия заключается не только в этом.

В настоящее время р. Вилия представляет собой высоко эвтрофированный водоток. Поступление со сточными водами значительных количеств основных эвтрофирующих элементов (соединений фосфора и азота) на фоне термального загрязнения, несомненно, приведет к дальнейшему повышению уровня трофии. При поступлении в реку технических сточных вод в рассматриваемых ОВОС объемах и уровнях загрязнения можно прогнозировать резкое возрастание биомассы фитопланктона. В основном это произойдет за счет массового размножения синезеленых водорослей, ухудшающих качество воды и условия жизни гидробионтов. Будут нарушены существующие трофические связи. Снизится биоразнообразие и способность экосистемы к гомеостазу и биологическому самоочищению.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Необходимо в системе водоотведения предусмотреть дополнительные инженерные сооружения, обеспечивающие снижение температуры и доочистку сточных вод. Уровень охлаждения и доочистки должен обеспечивать в р. Вилия в зоне сброса сточных вод поступление эвтрофирующих и загрязняющих веществ на уровне ПДК для водных объектов первой категории рыбохозяйственного значения.

Водные экосистемы в 30-км зоне белорусской АЭС, за исключением р. Вилия, не будут подвержены прямому воздействию станции, поскольку расположены на достаточном удалении от промплощадки. Реальную угрозу для речных и озерных экосистем, обладающих высоким рекреационным потенциалом, будет представлять возросшая антропогенная (рекреационная) нагрузка. В связи с вводом в строй АЭС численность населения в Островце возрастет примерно на 30000 человек, что неизбежно приведет к возрастанию антропогенного пресса. Однако это воздействие может быть компенсировано природоохранными мероприятиями.

При максимальной проектной аварии радионуклидное загрязнение водосборной территории не окажет заметного влияния на структуру биологических сообществ и функционирование озерных экосистем. При рассмотренном в ОВОС сценарии запроектной аварии возможна угроза накопления радионуклидов в конечных звеньях пищевых цепей (хищной рыбе).

Некоторые гидробионты, обитающие в водоемах и водотоках 30-км зоны, могут представлять серьезную угрозу функционированию АЭС, вызывая биологические помехи и повреждения. Наибольшие помехи вызывают обрастания губок, мшанок и двусторчатых моллюсков, среди которых особые проблемы может создать моллюск дрейссена. Потенциальную опасность может представлять метафитон. При массовом формировании и дрефте метафитон может создавать биологические помехи при водопотреблении АЭС, а также определять пространственное перераспределение загрязнений.

14.6.5 Воздействие АЭС на агроэкосистемы

При сценарии загрязнения малой площади в результате запроектной аварии:

- в первый вегетационный сезон возможно превышение уровня Б (10000 Бк·кг⁻¹) по содержанию ¹³⁷Cs и ¹³¹I в продукции сельскохозяйственного производства на удалении до 60 км от АЭС по оси следа на территории общей площадью до 15000 га. По ⁹⁰Sr уровень Б (1000 Бк·кг⁻¹) в продукции сельскохозяйственного производства также может быть превышен на удалении до 60 км от АЭС по оси следа. Уровень А (1000 Бк·кг⁻¹ по ¹³⁷Cs и ¹³¹I, 100 Бк·кг⁻¹ по ⁹⁰Sr) может быть превышен на удалении до 80 км по оси следа;

- в последующие вегетационные сезоны превышение допустимых уровней содержания радионуклидов в продукции сельского хозяйства возможно на удалении до 60 км по оси следа. По мере удаления от оси следа в поперечном направлении прогнозируется снижение удельной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, а на расстояниях более 500 м они не превысят фоновых значений.

При сценарии загрязнения большой площади в результате запроектной аварии:

- в первый вегетационный сезон после аварии возможно превышение уровня Б (10000 Бк·кг⁻¹ по содержанию ¹³⁷Cs и ¹³¹I, 1000 Бк·кг⁻¹ по ⁹⁰Sr) в продукции сельскохозяйственного производства до 50 км от АЭС по оси следа выпадений;

- в последующие вегетационные сезоны вероятно превышение допустимого содержания ¹³⁷Cs в зерне (нормативное содержание 90 Бк·кг⁻¹) и корне-, клубнеплодах (80 Бк·кг⁻¹) на удалении 8-40 км, в молоке (100 Бк·кг⁻¹), травах (170 Бк·кг⁻¹) и говядине (500 Бк·кг⁻¹) – до 50 км от АЭС по оси следа. По ⁹⁰Sr превышение содержания в зерне

Изм. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недлок	Подп.	Дата

(11 Бк·кг⁻¹), в молоке (3.7 Бк·кг⁻¹), травах (37 Бк·кг⁻¹) возможно на удалении 10-25 км, корне-, клубнеплодах (3.7 Бк·кг⁻¹) на удалении 8-40 км от АЭС по оси следа.

При максимальной проектной аварии:

- в первый вегетационный период после выпадений превышение уровня А (1000 Бк·кг⁻¹) по содержанию ¹³⁷Cs в видах сельскохозяйственной продукции наблюдаться не будет. Превышение уровня А (100 Бк·кг⁻¹) по содержанию ⁹⁰Sr прогнозируется только для листовой зелени на удалении до 10 км от АЭС по оси следа. Уровень Б (10000 Бк·кг⁻¹) по содержанию ¹³¹I будет превзойден в листовой зелени на удалении до 30 км, а в зерне и молоке – до 15 км на оси следа;

- в последующие вегетационные сезоны превышение допустимых нормативов содержания ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в видах сельскохозяйственной продукции не прогнозируется.

Следует иметь ввиду, что расчеты приведены для оси следа выпадений. По мере удаления от оси следа в поперечном направлении содержание радионуклидов будет снижаться и на расстоянии до 500 м при сценарии загрязнения малой площади-запроектной и максимальной проектной авариях и до 5000 м при сценарии загрязнения большой площади снизиться до фоновых значений.

С течением времени после выпадений будет происходить снижение содержания радионуклидов:

- в течение первого вегетационного периода после выпадений прогнозируется снижение активности радионуклидов за счет их радиоактивного распада и удаления частиц выпадений с поверхности растений. Период "сухого" полуочищения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr составляет ~15 суток и 6 суток – для ¹³¹I, при атмосферных осадках он сокращается пропорционально их количеству и интенсивности;

- в последующие годы прогнозируется снижение удельной активности радионуклидов в видах сельскохозяйственной продукции, обусловленное снижением их количества в корнеобитаемом слое вследствие радиоактивного распада, миграции за его пределы, снижения биологической доступности при увеличении энергии связи с ППК (старением). За счет указанных процессов наиболее интенсивное (почти в 10 раз) снижение удельной активности ¹³⁷Cs произойдет в первые 15 лет после аварийных выпадений.

14.6.6 Воздействие АЭС на население

14.6.6.1 Необходимость проведения защитных мероприятий при максимальной проектной аварии

Результаты моделирования с помощью модели InterRAS показали, что:

- общая эффективная доза не превысит критериев вмешательства ни в одном из рассмотренных сценариев МПА (100 мЗв на все тело);

- проведения контрмер в виде укрытия и/или эвакуации населения не потребуются;

- максимальная расчетная доза облучения щитовидной железы при МПА не превысит критерия вмешательства (50 мЗв за первые 7 дней после аварии), следовательно, проведение блокирования щитовидной железы не обязательно;

- дозы за счет потребления загрязненного молока составляют единицы либо десятые доли миллизиверта.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

14.6.6.2 Необходимость проведения защитных мероприятий при запроектной аварии

На сегодняшний день международные нормативные документы выделяют следующие зоны аварийного планирования мер по защите населения и их размеры (для реакторов мощностью более 1000 МВт):

- зона предупредительных защитных мер (3 – 5 км) – зона вокруг АЭС, в отношении которой проводятся мероприятия для осуществления срочных защитных мер в случае ядерной аварийной ситуации с целью снижения риска появления тяжелых детерминированных эффектов за пределами площадки. Защитные меры в пределах этой зоны должны приниматься до или вскоре после выброса радиоактивного материала или облучения на основе обстановки, создавшейся на АЭС.

- зона срочных защитных мер (25 км) – зона вокруг АЭС, в отношении которой проводятся мероприятия, направленные на осуществление срочных защитных мер в случае ядерной аварийной ситуации с целью предотвращения стохастических эффектов в той степени, в какой это практически осуществимо, путем предотвращения доз в соответствии с международными документами. Защитные меры в пределах этой зоны должны выполняться на основе мониторинга окружающей среды или в надлежащих случаях с учетом обстановки, создавшейся на АЭС.

- зона ограничения потребления продуктов питания (300 км) – зона вокруг АЭС, в отношении которой проводятся мероприятия, направленные на осуществление контрмер (например, сельскохозяйственных), препятствующих пероральному поступлению радионуклидов с водой и пищевыми продуктами местного производства, и долгосрочных защитных мер с целью предотвращения больших коллективных доз облучения в той степени, в какой это практически осуществимо, путем предотвращения доз в соответствии с международными документами. Защитные меры в пределах этой зоны должны выполняться на основе мониторинга окружающей среды и продуктов питания.

Анализ доз облучения показал, что общая эффективная доза облучения населения не превысит критериев вмешательства ни в одном из заданных сценариев ЗА (100 мЗв на все тело). Проведения контрмер в виде укрытия, дезактивации и/или эвакуации населения не потребуется.

Максимальная расчетная доза облучения щитовидной железы при заданных сценариях ЗА превысит критерий вмешательства 50 мЗв за первые семь дней после аварии на расстоянии до 25 км от станции, следовательно, в радиусе 25 км от станции необходимой контрмерой будет проведение блокирования щитовидной железы на раннем этапе аварии.

Результаты моделирования с помощью международных моделей убедительно демонстрируют, что:

- проведения укрытия и/или эвакуации населения не потребуется;
- необходимо обеспечить возможность эффективного проведения блокирования щитовидной железы на территории до 25 км от станции;
- должна быть предусмотрена возможность введения ограничения на потребление потенциально загрязненных радионуклидами молока и других продуктов питания;
- следует обеспечить возможность срочного проведения мониторинга окружающей среды, продуктов питания и кормов для животных на расстоянии не менее 30 км от станции;
- впоследствии обеспечить проведение мониторинга продуктов питания на всей территории Республики Беларусь.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

15 ПРОГНОЗ ТРАНСГРАНИЧНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

15.1 Общие положения

Целевые вероятностные показатели, установленные для энергоблока АЭС-2006:

- снижение вероятностей аварий на энергоблоке с серьезным повреждением активной зоны реактора до уровня 10^{-6} 1/год.реактор и больших выбросов за пределы площадки, для которых необходимы быстрые контрмеры вне площадки, уровнем 10^{-7} 1/год.реактор;

- ограничение предельного аварийного выброса основных дозообразующих нуклидов в окружающую среду при тяжелых запроектных авариях с вероятностью 10^{-7} 1/год.реактор уровнем 100 ТБк цезия-137.

- снижение ПАВ основных дозообразующих нуклидов в окружающую среду при тяжелых запроектных авариях с вероятностью 10^{-7} 1/год.реактор, до уровня, при котором:

- исключена необходимость введения незамедлительных мер, включающих как обязательную эвакуацию, так и длительное отселение населения за пределами площадки; расчетный радиус зоны планирования обязательной эвакуации населения не превышает 800 м от реакторного отделения;

- обязательное введение защитных мероприятий для населения (укрытие, иодная профилактика) ограничено зоной радиусом не более 3 км от блока.

Данные целевые вероятностные показатели охватывают все рабочие состояния станции, а также все иницирующие факторы. Указанные показатели в технических требованиях к проекту белорусской АЭС определены в качестве обязательных.

Установленные для энергоблока АЭС-2006 дозовые пределы и целевые вероятностные показатели полностью отвечают требованиям действующих российских НД, рекомендациям и нормам безопасности МАГАТЭ, Международной консультативной группы по ядерной безопасности (INSAG1 - INSAG12) и требованиям Европейских эксплуатирующих организаций к проектам атомных станций нового поколения с реакторами типа PWR. В таблице 165 представлены для сравнения целевые показатели радиационной и ядерной безопасности энергоблоков повышенной безопасности для различных проектов АЭС и требования к ним.

Таблица 165 – Показатели радиационной и ядерной безопасности АЭС

Критерий	EUR INSAG-3	НД РФ	Проект АЭС-2006	Проект USA-APWR
Квоты облучения населения от выбросов (сбросов) при нормальной эксплуатации АЭС, мкЗв/год	Не регламент.	50(50)	10(10)	-
Квоты облучения населения от выбросов и сбросов при нормальной эксплуатации с учетом нарушений нормальной эксплуатации АЭС, мкЗв/год	100	Не регламент.	100	100
Эффективная доза на население при проектных авариях, мЗв/событие - с частотой более 10^{-4} 1/год	1	Не регламент.	1	1

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Окончание таблицы 165

Критерий	EUR INSAG-3	НД РФ	Проект АЭС-2006	Проект USA- APWR
- с частотой менее 10^{-4} 1/год	5		5	5
Эффективная доза на население при проектных авариях, мЗв/год	-	5	5	-
Вероятность серьезного повреждения активной зоны, 1/год.реактор	1E-5	1E-5	1E-6	1E-6
Вероятность больших выбросов, для которых необходимы быстрые контрмеры вне площадки, 1/год.реактор	1E-6	1E-7	1E-7	1E-7

Предложенная EUR верификационная процедура для блоков PWR (ВВЭР) повышенной безопасности позволяет связать прогнозируемые аварийные приземные и высотные выбросы определенного перечня радиационно-значимых нуклидов с необходимостью введения защитных мер за пределами промышленной площадки независимо от условий размещения площадки. Результаты верификационной процедуры для запроектной аварии с предельным аварийным выбросом на Балтийской АЭС (проект АЭС-2006, является объектом-аналогом) представлены в таблице 166. Рассмотрение выполнено для расчетных аварийных выбросов, в расчеты включены радионуклиды, которые формируют более чем на 90% прогнозируемую дозу облучения.

Таблица 166 – Результаты верификационной процедуры, рекомендованной EUR, для АЭС-2006

Наименование критерия	Предельное значение [EUR]	Расчетное значение для АЭС-2006
Запроектные аварии (частота менее 10^{-6} 1/год.реактор)		
Критерий В1 – ограничение на введение экстренных защитных мер на расстояниях от реактора более 800 м	$< 5 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
Критерий В2 –ограничение на введение отсроченных защитных мер на расстояниях от реактора более 3 км	$< 3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$
Критерий В3 – ограничение на введение долгосрочных защитных мер на расстояниях от реактора более 800 м	$< 1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

1588-ПЗ-ОИ4

Лист

473

Из данных таблицы 166 следует, что предельный аварийный выброс АЭС-2006, принятый для наиболее радиационно-значимых нуклидов, надежно удовлетворяет приемочным критериям верификационной процедуры, что дополнительно подтверждает выполнение для Балтийской АЭС (является объектом-аналогом) следующих целей:

- исключить необходимость введения экстренной эвакуации и длительного отселения населения за пределами площадки АЭС;
- ограничить радиусом не более 3 км зону планирования обязательных защитных мероприятий (укрытие населения, йодная профилактика) для населения.

Оценка ограниченного воздействия на экономику проводилась путем сравнения суммы выбросов на уровне земли и высотных выбросов в течение аварии с критериями по EUR. Исходные данные для такого сравнения представлены в таблице 167.

Таблица 167 - Выполнение критериев ограниченного воздействия на экономику для Балтийской АЭС

Радионуклид	Критерий по EUR, ТБк	Значения ПАВ для Балтийской АЭС, ТБк
Запроектные аварии (частота менее 10^{-6} 1/год.реактор)		
¹³¹ I	4000	100
¹³⁷ Cs	30	10
⁹⁰ Sr	400	0,12

Из рассмотрения данных, представленных выше, следует дополнительное подтверждение, что критерии экологической безопасности EUR для Балтийской АЭС (является объектом-аналогом) выполняются. При этом можно сделать вывод о том, что совокупность применяемых в проекте Балтийской АЭС активных и пассивных систем безопасности полностью обеспечивает выполнение требований экологической безопасности EUR.

Так как верификационная процедура EUR суть сравнение критериев, полученных в результате умножения значения предельного аварийного выброса девяти референтных изотопных групп на нормированные коэффициенты, с принятыми EUR критериями, то приведенные выводы полностью применимы и для белорусской АЭС

На сегодняшний день международные нормативные документы выделяют следующие зоны аварийного планирования мер по защите населения и их размеры (для реакторов мощностью более 1000 МВт):

- зона предупредительных защитных мер (3 – 5 км) – зона вокруг АЭС, в отношении которой проводятся мероприятия для осуществления срочных защитных мер в случае ядерной аварийной ситуации с целью снижения риска появления тяжелых детерминированных эффектов за пределами площадки. Защитные меры в пределах этой зоны должны приниматься до или вскоре после выброса радиоактивного материала или облучения на основе обстановки, создавшейся на АЭС.

- зона срочных защитных мер (25 км) – зона вокруг АЭС, в отношении которой проводятся мероприятия, направленные на осуществление срочных защитных мер в случае ядерной аварийной ситуации с целью предотвращения стохастических эффектов в той степени, в какой это практически осуществимо, путем предотвращения доз в соот-

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

ветствии с международными документами. Защитные меры в пределах этой зоны должны выполняться на основе мониторинга окружающей среды или в надлежащих случаях с учетом обстановки, создавшейся на АЭС.

- зона ограничения потребления продуктов питания (300 км) – зона вокруг АЭС, в отношении которой проводятся мероприятия, направленные на осуществление контрмер (например, сельскохозяйственных), препятствующих пероральному поступлению радионуклидов с водой и пищевыми продуктами местного производства, и долгосрочных защитных мер с целью предотвращения больших коллективных доз облучения в той степени, в какой это практически осуществимо, путем предотвращения доз в соответствии с международными документами. Защитные меры в пределах этой зоны должны выполняться на основе мониторинга окружающей среды и продуктов питания.

15.2 Характеристика региона в трансграничном контексте

Площадка АЭС расположена на северо-западе республики в центре Островецкого района Гродненской области и ограничивается с севера автодорогой республиканского значения Р45 Полоцк-Глубокое-граница Республики Литва (Котловка), с востока – автодорогой местного значения Н-6210 Михалишки-Гервяты-Изобелино, с юга и запада – населёнными пунктами соответственно Волейкуны и Гоза.

Расстояние до границ сопредельных государств от площадки белорусской АЭС составляет: Республика Литва - 22 км, Латвийская Республика – 110 км, Польская Республика – 180 км, Украина – 318 км, Российская Федерация – 200 км.

Основным трансграничным водотоком является река Вилия (Нярис), которая используется для технического водоснабжения и сброса продувочных и технических вод белорусской АЭС.

Река Вилия рассматривается в качестве основного источника технического водоснабжения белорусской АЭС. Для производственного водоснабжения белорусской АЭС для размещения поверхностных водозаборов выбран участок «н.п. Малые Свирянки - н.п. Мужилы» (рисунок 127). Для двух энергоблоков планируется размещение поверхностного водозабора на р. Вилия 500 м ниже н.п. Малые Свирянки. Вода из р. Вилия забирается и перекачивается на площадку АЭС по напорным водоводам первого и второго подъемов. Длина предполагаемых трасс водоводов от створа размещения водозабора на данном участке до площадки АЭС составляет 9,9 км. Водозаборные сооружения на р. Вилия располагаются на левом берегу.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------



Рисунок 127 - р. Вилия на участке размещения поверхностного водозабора у 500 м ниже н.п. Малые Свирянки

Роза ветров, построенная на основе многолетних данных повторяемости направления ветра в районе площадки белорусской АЭС приведена на рисунке 128.

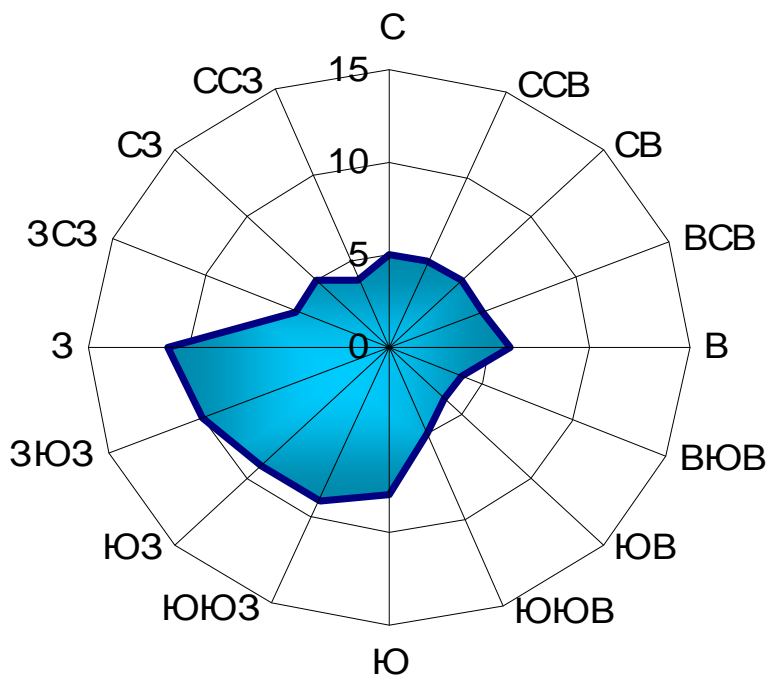


Рисунок 128 – Роза ветров

Из рисунка 128 видно, что на рассматриваемой территории преобладают ветра западного – южного направлений.

В таблице 168 в обобщенном виде приведена характеристика возможного воздействия белорусской АЭС на сопредельные государства.

Изн. № инв. №	Взам. инв. №
Изн. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Таблица 168 – Возможное воздействие белорусской АЭС.

Страна	Расстояние, км	Пути воздействия		
		Поверхностные воды	Подземные воды	Атмосферный перенос
Литва	22	есть	нет	есть
Польша	180	нет	нет	есть
Латвия	110	нет	нет	есть
Россия	200	нет	нет	есть
Украина	318	нет	нет	есть

С учетом розы ветров (см. рисунок 128) наиболее вероятным является воздействие на территории Латвии и России путем атмосферного переноса радионуклидов, поступивших в атмосферу при запроектной аварии и последующего их выпадения на территорию данных государств.

15.3 Модели для расчета, исходные данные и результаты оценок

Для прогнозирования возможного воздействия белорусской АЭС на окружающую среду были использованы соответствующие прогностические модели, перечень которых приведен в таблице 169.

Таблица 169 – Используемые математические модели

Объект	Используемая модель
Атмосферный воздух	Автоматизированная система анализа и прогноза радиационной обстановки RECASS NT (ФИАЦ Росгидромета (ГУ НПО «Тайфун»)).
Поверхностные воды Тепловое загрязнение	Метод Фролова – Родзиллера и рекомендации Росгидромета .
Химическое загрязнение	Формула Фролова-Родзиллера, коэффициент турбулентной диффузии D рассчитывался по методу А.В. Караушева
Подземные воды	Унифицированная обобщенная многокамерная модель перемешанной ячейки (MULTIBOX).
Сельскохозяйственная продукция	Компартментные математические модели, основанные на методе системного анализа
Население	Пакет INTERRAS (The International Radiological Assessment System). Модель ИСТОЧНИК ВЫБРОСА - ДОЗА (ST-DOSE - Source Term To Dose)

Прогнозные оценки необходимы для количественной оценки возможного воздействия и разработки мероприятий для минимизации последствий воздействия АЭС на окружающую среду в случае запроектных аварий.

Для консервативной оценки последствий запроектной аварии прималась следующая величина выбросов референтных изотопов йод -131 = 3100 ТБк и цезий -137 = 350 ТБк в окружающую среду [12]. Кроме того, при запроектной аварии целостность защитной оболочки сохраняется, как минимум, 24 часа, протечки через

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

контеймент - 0,2 % в сутки и выброс прекращается через сутки. Таким образом, в результате запроектной аварии в контеймент будет выброшено:

- Йода – 131: $3,1 \text{ E}+15 : 0,002 = 1,55 \text{ E}+18 \text{ Бк}$;
- Цезия – 137: $3,5\text{E}+14 : 0,002 = 1,75 \text{ E}+17 \text{ Бк}$.

Данные значения активности референтных изотопов хорошо согласуются с аварийным выбросом Чернобыльской АЭС (йод 131 = $2,7 \text{ E}+17 \text{ Бк}$, цезий 137 = $3,7\text{E}+16 \text{ Бк}$). Используемые для оценки последствий ЗА значения выброса референтных изотопов соответствуют 6 уровню шкалы INES, Решение Правительства Финляндии 395/1991. Для включения оценки радиационной аварии более тяжелой, чем уровень 6 по шкале INES, в ОВОС белорусской АЭС нет оснований, поскольку для получения лицензии на строительство и эксплуатацию атомной станции в Беларуси возникновение такой аварии должно быть практически невозможным.

Для расчетов доз облучения при запроектной аварии использовался следующий выброс радионуклидов в окружающую среду при ЗА, Бк (таблица 170).

Таблица 170– Выброс радионуклидов в окружающую среду при ЗА, Бк

Радионуклид	Активность, Бк	Радионуклид	Активность, Бк	Радионуклид	Активность, Бк
Kr-85	1,00E+13	Kr-85m	4,2E+14	Kr-87	8,4E+14
Kr-88	1,2E+15	Sr-89	3,9E+13	Sr-90	1,5E+12
Sr-91	4,60E+13	Y-91	3,30E+12	Mo-99	1,80E+13
Tc-99m	1,80E+13	Ru-103	1,20E+13	Ru-106	2,70E+12
Sb-127	1,2E+13	Sb-129	6,9E+13	Te-129m	1,1E+13
Te-131m	2,5E+13	Te-132	2,5E+14	I-131	4,1E+14
I-132	5,8E+14	I-133	8,3E+14	I-134	9,2E+14
I-135	7,3E+14	Xe-131m	1,7E+13	Xe-133	3,0E+15
Xe-133m	1,1E+14	Xe-135	5,8E+14	Xe-138	3,0E+15
Cs-134	2,6E+13	Cs-136	1,0E+13	Cs-137	1,70E+13
Ba-140	8,8E+13	La-140	4,40E+12	Ce-144	1,2E+13
Np-239	2,3E+14	Rb-88	1,2E+15	Rh-106	2,7E+12
Te-129	1,10E+13	Xe-135m	1,2E+14	Ba-137m	1,70E+13
Pr-144	1,2E+13				

Общая активность выброса составила 15000 ТБк для всех сценариев ЗА, что соответствует требованиям, заложенным в Конвенции по ядерной безопасности и стандарту, становливающему правила техники безопасности № GS-R-2, событие уровня 6

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

по шкале INES (во время аварии в окружающую среду выбрасывается 10000 – 100000 ТБк эквивалента йода-131).

Перечень необходимых защитных мероприятий при запроектной аварии приведен в таблице 171.

Таблица 171 – Защитные мероприятия в случае запроектной аварии

Критерий вмешательства	Необходимое защитное мероприятие
общая эффективная доза меньше 100 мЗв на все тело.	Контрмеры в виде укрытия, дезактивации и/или эвакуации населения не потребуются.
доза облучения щитовидной железы превысит 50 мЗв	Йодная профилактика на раннем этапе аварии в радиусе 25 км от станции

15.4 Литовская Республика

15.4.1 Поверхностные воды

Потенциальное трансграничное воздействие белорусской АЭС на поверхностные воды выражается в возможном изменении водного режима трансграничных и других водных объектов.

В период строительства АЭС

Поскольку при строительстве АЭС для целей производства работ и хозяйственно-питьевого водоснабжения не будет осуществляться забор воды из поверхностных водных объектов (водообеспечение будет обеспечиваться из подземных водных источников) в данный период не произойдет существенного изменения количественных показателей водного режима реки Вилия и других водных объектов. В указанный период будут осуществляться сброс очищенных сточных вод в р. Вилия в объеме, не превышающем 1050 м³/сут.

В период после ввода АЭС в эксплуатацию

После ввода АЭС в эксплуатацию для производственного водоснабжения АЭС для двух энергоблоков будет осуществляться отвод воды из р. Вилия с расходом до 2,54 м³/с. При размещении двух энергоблоков при расходах воды в реке, близких к среднемноголетним, отвод воды из реки будет составлять не более, чем 4 % от расхода воды в реке. При условиях маловодного года и расходах воды в реке, близких к минимальным среднемесячным летне-осенней и зимней межени 95 % ВП при двух энергоблоках – не более, чем 8,4 %. При условиях очень маловодного года и расходах воды в реке, близких к минимальным среднемесячным летне-осенней и зимней межени 97 % ВП при двух энергоблоках – не более, чем 8,7 %.

Максимальное понижение уровней воды в трансграничном створе реки Вилия может составить при двух энергоблоках и среднемноголетних расходах воды до 5 см, при минимальных расходах – до 6 см;

Прогноз скоростного режима реки Вилия при размещении белорусской АЭС показал незначительное уменьшение средних скоростей течения (максимальное – на 0,04 м/с) на участке реки ниже размещения водозаборов и незначительное изменение в трансграничном створе.

В период эксплуатации АЭС будет осуществляться сброс очищенных хозяйственных сточных вод в р. Вилия в объеме 910,9 м³/сут с их возможным максимальным увеличением до 3600 м³/сут.

Изм. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Прогноз качества воды в р. Вилия после поступления очищенных сточных вод белорусской АЭС при ее строительстве и после ввода в эксплуатацию показал, что на расстоянии до 10,4 км от места сброса происходит практически полное перемешивание с речными водами (на белорусской территории и более чем за 20 км от белорусско-литовской границы) с несущественным трансграничным воздействием на качество вод р. Вилия и других водных объектов за счет незначительного (в пределах ПДК) изменения качества воды в реке по отношению к существующему.

15.4.2 Подземные воды

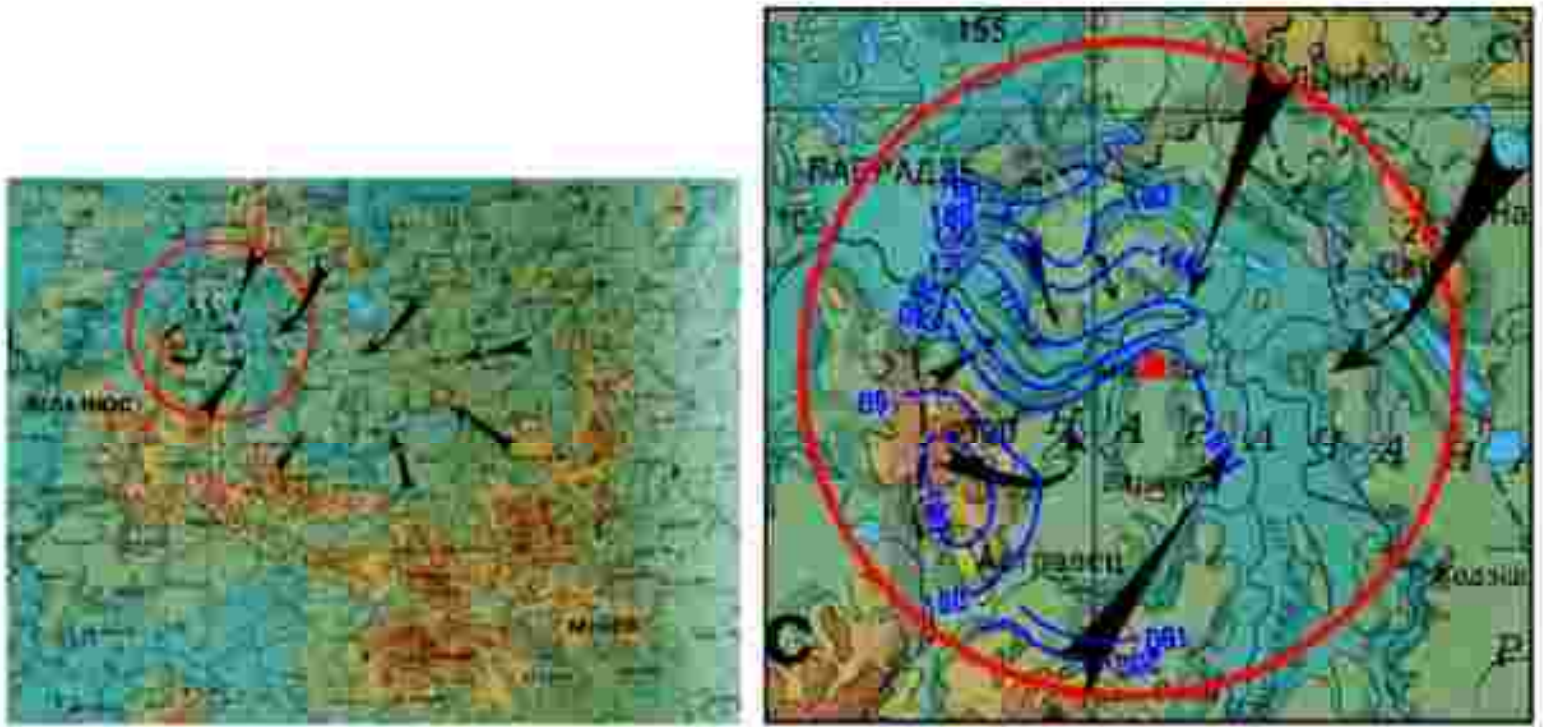
Прогноз возможного трансграничного загрязнения. Перенос загрязняющих веществ в трансграничном аспекте обусловлен гидродинамической обстановкой. Для оценки возможного трансграничного воздействия разработана математическая модель, отражающая региональную гидродинамическую схему потоков подземных вод трансграничных территорий. При анализе гидрогеологических условий выделены три наиболее водообильных горизонта, находящихся в зоне активного водообмена: днепровский-сожский, березинский-днепровский и обобщенный дочетвертичный водоносные комплексы, которые формируют гидродинамическую обстановку в пределах трансграничных территорий и используются для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории Беларуси и Литвы (рисунок 129).

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч	Лист	Недлок	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недоп.	Подп.	Дата



1 – примерно ориентированные направления движения инфильтрационных потоков подземных вод;
 2 – местоположение пункта провектируемой БЭРА-3С; 3 – граница 30-км зоны; 4 – высота напорных уровней подземных вод (от гидрометрической точки от горизонта, м)

Рисунок 129 – Схема формирования гидродинамической обстановки

1588-ПЗ-ОИ4

Исходя из результатов исследований условий формирования и транзита подземных вод днепровского-сожского, березинского-днепровского и объединенного дочетвертичного водоносных комплексов в пределах большей части территории 30-км зоны из Беларуси в сторону Литвы не прослеживается, а, значит, и трансграничного переноса загрязняющих веществ с подземными водами не прогнозируется.

Основным техногенным фактором, влияющим на изменение положения уровня подземных вод, является эксплуатация групповых водозаборов для питьевого водоснабжения. В связи с этим, прогноз изменения гидродинамических условий, выполненный на математической модели, показал, что при существующем и перспективном водоотборе на водозаборе «Островецкий» снижение уровня (депресссионная воронка) на территории, прилегающей к водозабору, в эксплуатируемом водоносном горизонте не превысит радиуса 4 км. Таким образом, к региональным изменениям, тем более в приграничных территориях, водоотбор подземных вод групповыми водозаборами не приведет. Водоотбор, осуществляемый одиночными скважинами в сельских населенных пунктах носит периодический характер (работа скважин - 2-3 часа в сутки) и имеет незначительный объем, в связи с чем, на прилегающей территории не формируются депрессионные воронки, тем более регионального типа.

Химическое загрязнение подземных вод в районе размещения белорусской АЭС может формироваться за счет утечек из водоотводящих сточные воды системы (хозяйственно-бытовые, производственные и др.). Распространение загрязнения обусловлено гидродинамическими условиями территории, т.к. загрязняющие вещества передвигаются с потоком подземных вод. В связи с тем, что расстояние от места предполагаемого размещения белорусской АЭС порядка 23 км до сопредельной территории Литовской Республики и р. Виляя является основной дренажной линией подземных вод территории 30-км зоны, обуславливающей направление движения потока в сторону ее долины, продвижение загрязняющих веществ с потоком подземных вод (как грунтовых, так и напорных четвертичных и дочетвертичных) в сторону Литовской Республики не прогнозируется. Дополнительные исследования по миграции загрязняющих веществ показали, что размещение и функционирование АЭС на расчетный срок эксплуатации может привести к формированию в первом от поверхности водоносном горизонте ореола химического загрязнения, при этом распространение загрязнения (нейтральная контаминанта) до уровня ПДК не продвинется далее 2,5 км от контура площадки белорусской АЭС. Таким образом, трансграничного химического загрязнения подземных вод территории Литовской Республики при функционировании белорусской АЭС не прогнозируется.

Выполненные исследования миграции радиоактивных веществ от площадного и локального источника показали, что поступление радиоактивного загрязнения в речную сеть 30-км зоны практически исключено. Зона влияния локального источника загрязнения подземных вод в случае его нахождения на территории площадки АЭС ограничена областью высачивания грунтовых вод на дневную поверхность. В связи с этим трансграничный перенос радионуклидов с подземными водами не прогнозируется.

15.4.3 Радиоактивное загрязнение территории при ЗА

Для расчета радиоактивного загрязнения при различных метеорологических условиях было рассмотрено 2 сценария для запроектных аварий (тяжелых) (таблица 172).

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Таблица 172 – Параметры сценариев тяжелых запроектных аварий

Параметр	Сценарий 1	Сценарий 2
Период моделирования	24 часа	24 часа
Продолжительность выброса	1 час	1 час
Состав выброса (реперные радионуклиды)	йод-131, цезий - 137	йод-131, цезий - 137
Динамика верхней и нижней границ выброса	21 – 25 м	21 – 25 м
Эффективный диаметр источника	3м	3м
Скорость выхода	1,8 м/с	1,8 м/с
Перегрев	30 °С	30 °С
Активность выброса: йод -131; цезий - 137	1,0 × 10 ⁺¹⁴ 1,0 × 10 ⁺¹³	3,1 × 10 ⁺¹⁵ 3,5 × 10 ⁺¹⁴
Параметры выброса: выход изотопов йода в объем контейнента - выход изотопов цезия - 137	90 % в форме аэрозолей 100 % в форме аэрозолей	

Метеорологическая ситуация (таблица 173): погода определялась западной периферией обширного малоподвижного антициклона с центром над Воронежской областью. Преимущественно без осадков, лишь по западу Брестской области под влиянием малоактивного атмосферного фронта прошли кратковременные дожди. Ветер юго-восточный умеренный. На метеостанции Лынтупы на начало аварии зафиксированы:

Таблица 173 – Метеорологическая ситуация

Параметр	Лынтупы	Вильнюс
Температура воздуха, °С	4,2	5,5
Направление ветра, °	120	130
Юго-восточный, м/с	1,0	1,0
Давление, гПа	995,7	1001
Точка росы, °С	1,7	4,3
Общая облачность, %	0	0
Категория устойчивости	F	F

Осадков не наблюдалось.

Моделирование производилось с использованием данных прогностических полей метеорологических параметров из Московского прогностического центра при следующих условиях:

- ветер на высоте 10 метров южный – 20-28 км/ч;
- температура на высоте два метра над землей – 6,0 – 7,2 °С.

Высота слоя перемешивания достигала 0,4 км. Параметр устойчивости Смита – 4.

Изн. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Плотность загрязнения территории ^{131}I и ^{137}Cs на оси следа приведена в таблице 174 и рисунке 130.

Таблица 174 - Плотность загрязнения территории радионуклидами на оси следа СЗ, Бк/м²

Р/н Бк/м ² 110400	Расстояние, км									
	0,5	1	2	3	5	10	15	20	25	30
Сценарий 1										
I-131	4,0E+04	5,3E+04	8,0E+04	1,2E+05	8,9E+04	1,7E+05	1,0E+05	6,9E+04	6,0E+04	5,4E+04
Cs-137	4,3E+03	5,7E+03	8,6E+03	1,3E+04	9,7E+03	1,8E+04	1,1E+04	7,5E+03	6,5E+03	5,8E+03
Сценарий 2										
I-131	9,7E+05	1,3E+06	2,1E+06	2,7E+06	2,3E+06	5,0E+06	2,9E+06	2,1E+06	1,7E+06	1,7E+06
Cs-137	1,2E+05	1,6E+05	2,6E+05	3,5E+05	2,9E+05	6,0E+05	3,7E+05	2,6E+05	2,2E+05	1,9E+05



Рисунок 130 – Сценарий 1. Поля плотности загрязнения территории ^{131}I и Cs-137 (след СЗ)

В таблицах 175 и 176 приведены площади загрязнения радионуклидами территории сопредельных государств.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Таблица 175 - Площадь загрязнения территории ¹³¹I для различных уровней по результатам моделирования при ЗА с северо-западным следом

Сценарий 1					
Уровни загрязнения ¹³¹ I (кБк)	0,8-3,7	3,7-7,4	7,4-37	37-74	74-190
Площадь загрязнения для уровня (км ²)	4400	1700	1500	150	63
Площадь загрязнения территории сопредельных государств для уровня (км ²)	4366	1678	1371	77,3	2.4
Сценарий 2					
Уровни загрязнения ¹³¹ I (кБк)	37-110	110-370	370-740	740-1900	1900-5700
Площадь загрязнения для уровня (км ²)	210	300	240	310	99
Площадь загрязнения территории сопредельных государств для уровня (км ²)	181,3	231,1	209,2	232,5	7,2

Таблица 176 - Площадь загрязнения территории ¹³⁷Cs для различных уровней по результатам моделирования при ЗА с северо-западным следом

Сценарий 1					
Уровни загрязнения ¹³⁷ Cs (кБк)	0,2-0,37	0,37-0,74	0,74-3,7	3,7-7,4	7,4-19
Площадь загрязнения для уровня (км ²)	2400	1800	1600	160	79
Площадь загрязнения территории сопредельных государств для уровня (км ²)	2320	1736	1436	89	4,1
Сценарий 2					
Уровни загрязнения ¹³⁷ Cs (кБк)	3,7-19	19-37	37-74	74-260	260-700
Площадь загрязнения для уровня (км ²)	320	150	210	470	52
Площадь загрязнения территории сопредельных государств	256,9	110,3	155,9	304,9	3,8

Изн. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Сценарий 1					
Уровни загрязнения ¹³⁷ Cs (кБк)	0,2-0,37	0,37-0,74	0,74-3,7	3,7-7,4	7,4-19
для уровня (км ²)					

Загрязнение территории сопредельного государства (Республика Литва) возможно при С-3 и Ю-3 направлениях следа радиоактивного выброса при ЗА авариях. Результаты расчетов приведены в таблице 177.

Таблица 177 – Зоны радиоактивного загрязнения

сценарий	Зона радиоактивного загрязнения, км 2			
	Зона первоочередного отселения, Cs ¹³⁷ >1480кБк/м ²	Зона последующего отселения, Cs ¹³⁷ 555-1480 кБк/м ²	Зона с правом на отселение, Cs ¹³⁷ 185-555 кБк/м ²	Зона проживания с периодическим радиационным контролем, Cs ¹³⁷ 37 – 185 кБк/м ²
С-3 след				
№ 1	–	–	–	–
№ 2	–	–	3,8	459
Ю-3 след				
№ 1	–	–	–	–
№ 2	–	–	–	86,9
С-3 след 10.05.2009				
№ 1	–	–	–	–
№ 2	–	–	77,3	1836,6

Из таблицы видно, что загрязнение территории Республики Литва Cs¹³⁷ свыше 37 кБк/м² (1 Ки/км²) наблюдается для сценария № 2. В этом сценарии выброс изотопов принимался равным: ¹³¹I – 3100 ТБк и ¹³⁷Cs – 350 ТБк.

15.4.4 Оценка радиационного воздействия Белорусской АЭС на население

Годовая доза облучения населения приграничных районов Литвы при нормальной эксплуатации белорусской АЭС приведена на рисунке 131.

На рисунке 132 приведен вклад в дозу различных путей облучения.

Изм. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Годовая доза облучения населения г. Вильнюс при нормальной эксплуатации белорусской АЭС приведена на рисунке 133.

На рисунке 134 приведен вклад в дозу различных путей облучения для населения г. Вильнюс.

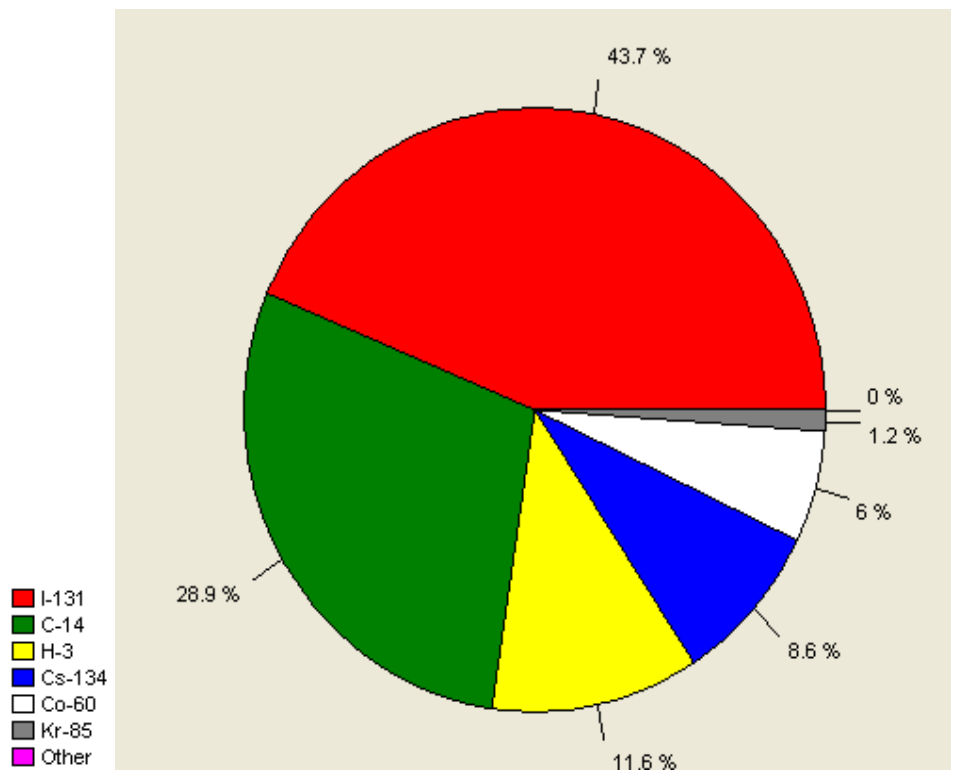


Рисунок 131 – Вклад в дозу различных радионуклидов

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

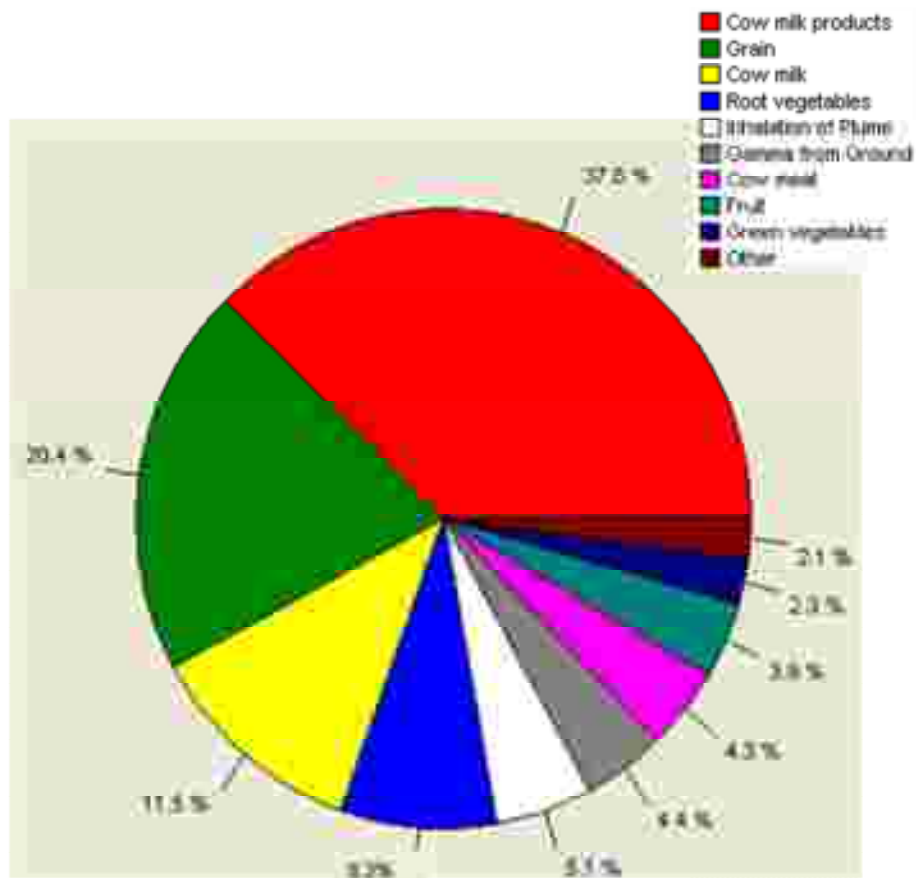


Рисунок 132 – Вклад в дозу различных путей облучения

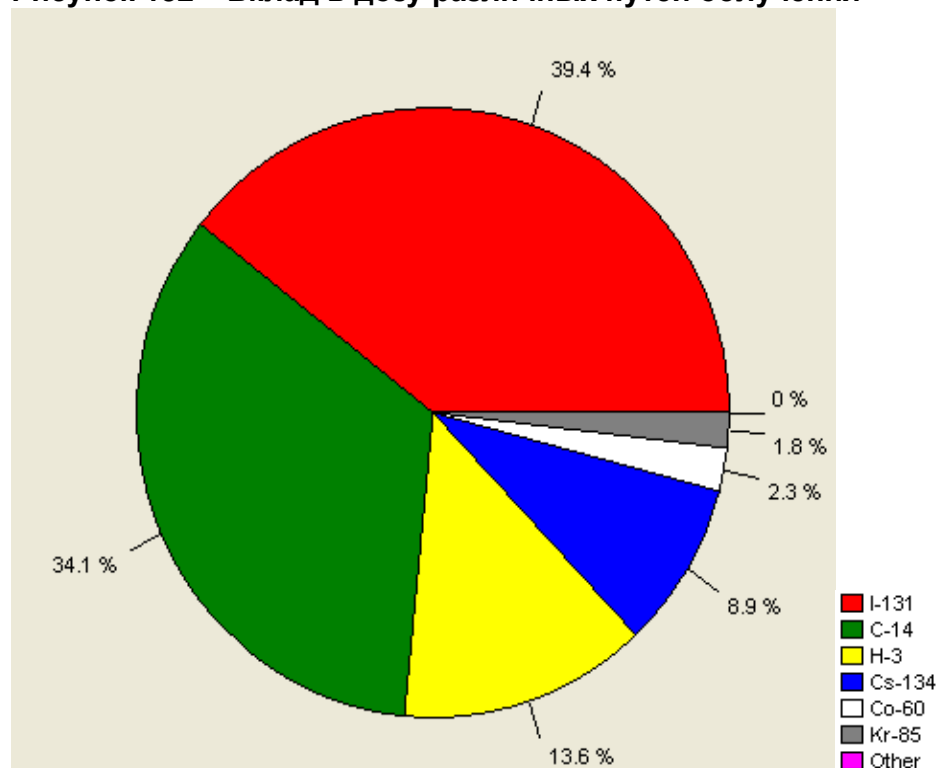


Рисунок 133 – Вклад в дозу различных радионуклидов (г.Вильнюс)

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

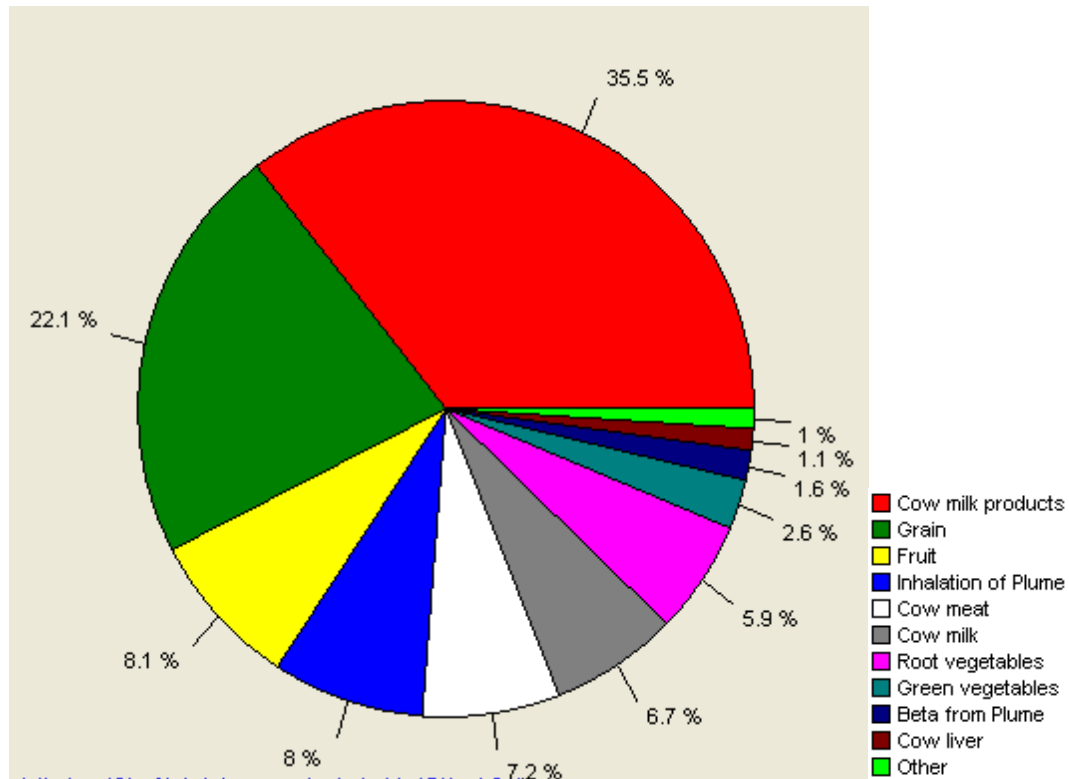


Рисунок 134 – Вклад в дозу различных путей облучения (г. Вильнюс)

Годовые дозы облучения населения, проживающего на приграничной территории, составляют $E_{200d} = 0,017$ мкЗв.

Годовые дозы облучения населения, проживающего в г. Вильнюс, составляют $E_{200d} = 0,004$ мкЗв.

Данные значения равны 0,17 % и 0,04 % , соответственно, от квоты облучения населения от выбросов (сбросов) при нормальной эксплуатации АЭС, 10 мкЗв/год.

Прогнозируемые дозы облучения населения при наиболее тяжелом сценарии ЗА (метеоусловия 17.03.2009 г), т.е. при котором дозы облучения населения будут максимальными на различных расстояниях от АЭС, представлены в таблице 178.

Таблица 178 - Дозы облучения на раннем этапе аварии при сценарии ЗА (метеоусловия 17.03.2009 г.) на различных расстояниях от АЭС

Расстояние, км	Доза от облака, мЗв	Доза от выпадений, мЗв	Эффективная ингаляционная доза, мЗв	Общая эффективная доза, мЗв	Доза облучения щитовидной железы*, мГр
1	3,5	11,0	79,0	94,5	1500
2	2,4	6,3	47,0	55,7	910
5	1,1	2,9	22,0	26,0	420
25	0,14	0,18	1,3	1,62	25
50	0,11	0,13	1,00	1,24	19

*Доза облучения щитовидной железы включает только дозу от радиоактивного йода.

Изн. № подл.

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Как видно из таблицы, йодную профилактику при выбросе 15000 ТБк на раннем этапе запроектной аварии необходимо проводить в радиусе 25 км от станции.

15.5 Польша

Годовая доза облучения населения приграничных районов Польши при нормальной эксплуатации белорусской АЭС приведена на рисунке 135.

На рисунке 136 приведен вклад в дозу различных путей облучения.

Годовая доза облучения населения г.Варшава при нормальной эксплуатации белорусской АЭС приведена на рисунке 137.

На рисунке 138 приведен вклад в дозу различных путей облучения для населения г. Варшава.

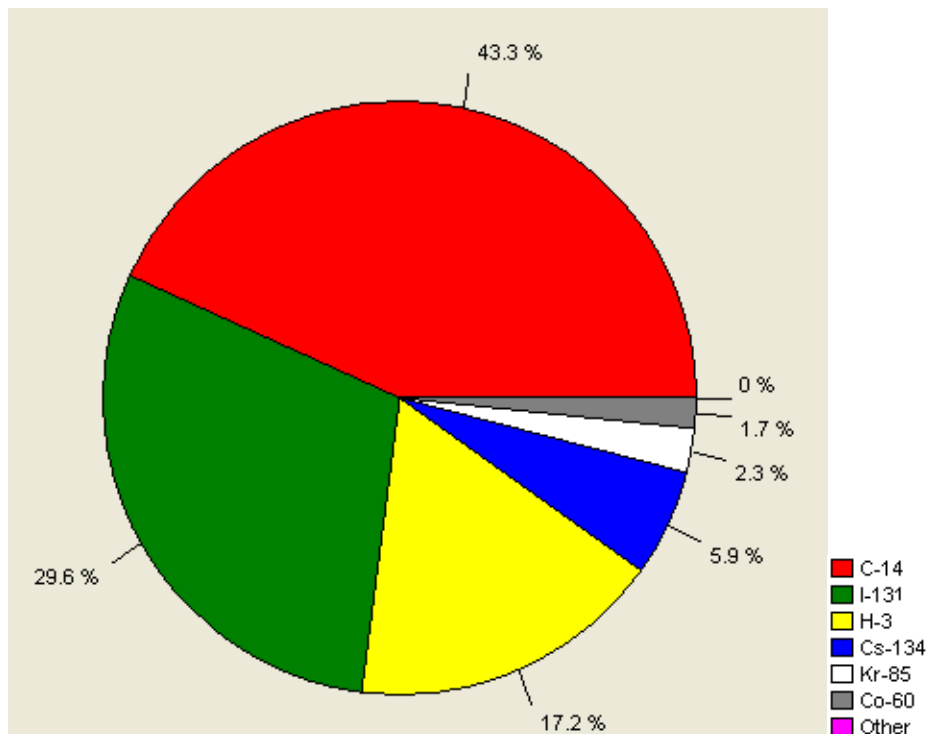


Рисунок 135 – Вклад в дозу различных радионуклидов

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

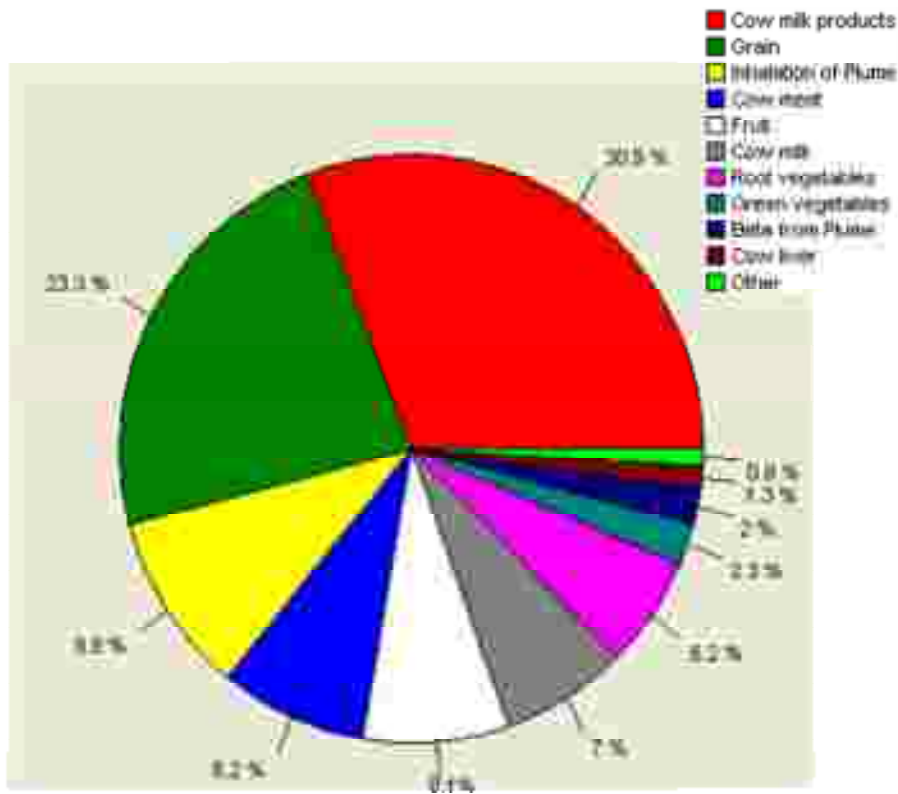


Рисунок 136 – Вклад в дозу различных путей облучения

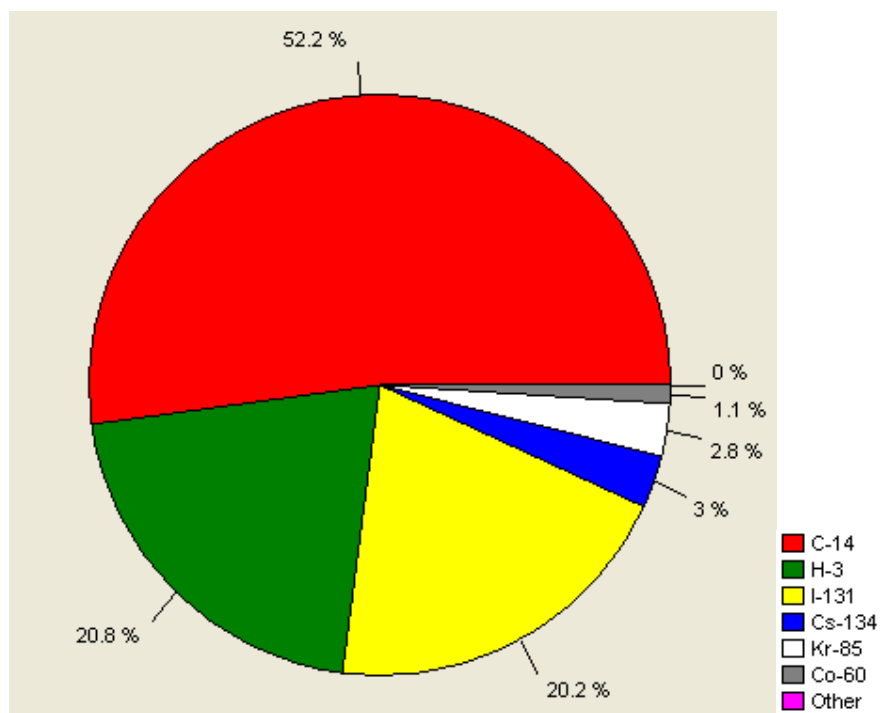


Рисунок 137 - Вклад в дозу различных радионуклидов (г. Варшава)

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

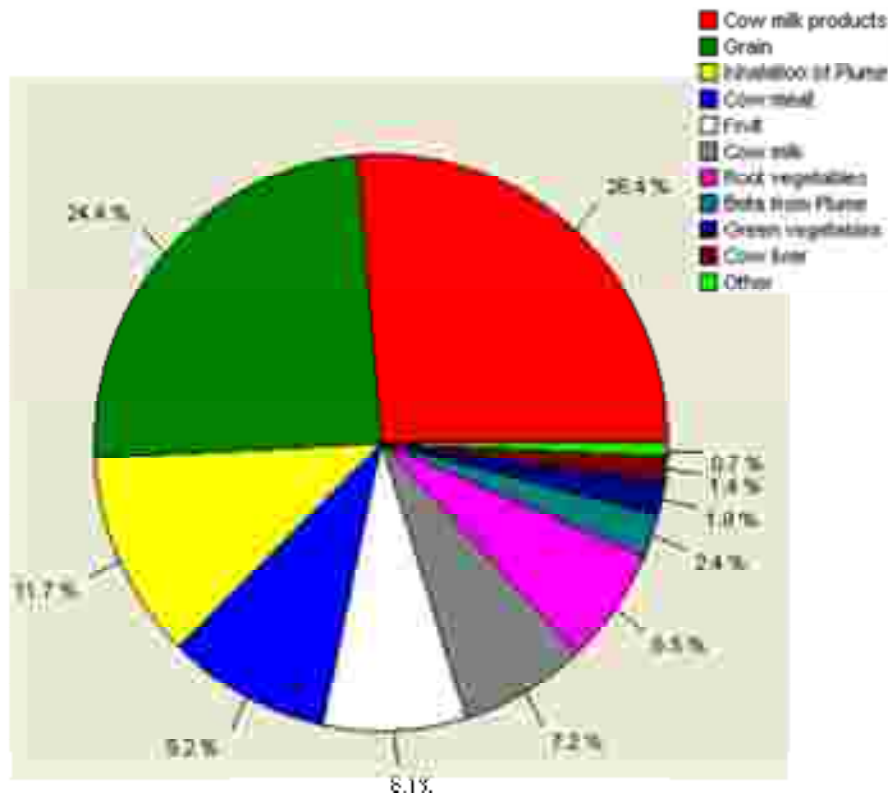


Рисунок 136 – Вклад в дозу различных путей облучения (г. Варшава)

$$E_{200} = 0,001 \text{ мкЗв} \quad E_{200} = 0,0003 \text{ мкЗв}$$

Годовые дозы облучения населения, проживающего на приграничной территории, составляют $E_{200} = 0,001 \text{ мкЗв}$.

Годовые дозы облучения населения, проживающего в г.Варшава, составляют $E_{200} = 0,0003 \text{ мкЗв}$.

Данные значения равны 0,01 % и 0,003 % , соответственно, от квоты облучения населения от выбросов (сбросов) при нормальной эксплуатации АЭС, 10 мкЗв/год.

Дозы облучения населения в результате запроектной аварии приведены в таблице 179

Таблица 179 – Дозы облучения населения

Расстояние, км	Эффективная доза, мЗв	Доза облучения щитовидной железы*, мЗв
100	0,438	6,718
200	0,155	2,375
300	0,084	1,293
400	0,055	0,840
500	0,039	0,601

Воздействие на территорию Польши белорусской АЭС по другим путям исключено, так как у нас нет общих водотоков, а подземные воды не сообщаются.

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

15.6 Австрия

Годовая доза облучения населения г.Вена при нормальной эксплуатации белорусской АЭС приведена на рисунке 139.

На рисунке 140 приведен вклад в дозу различных путей облучения для населения г. Вены.

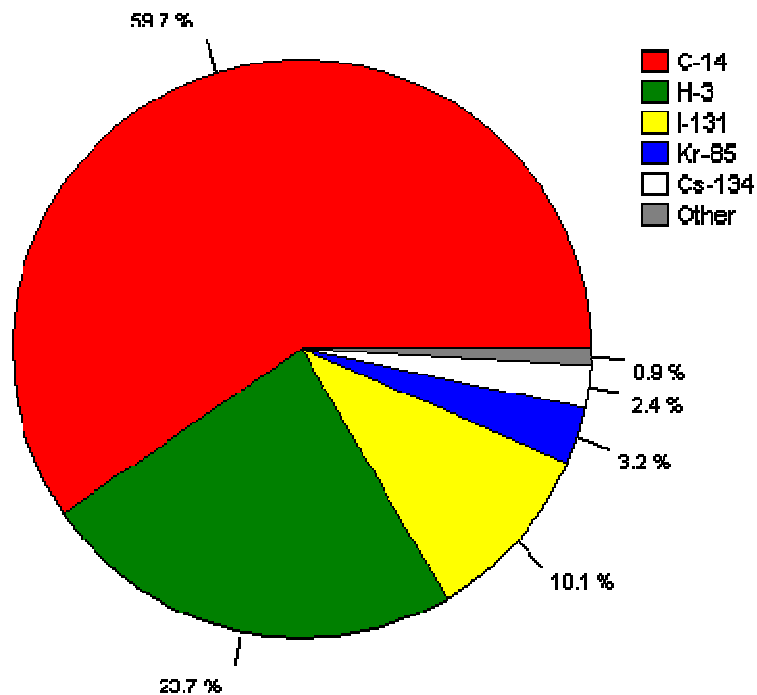


Рисунок 139 – Вклад в дозу различных радионуклидов

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

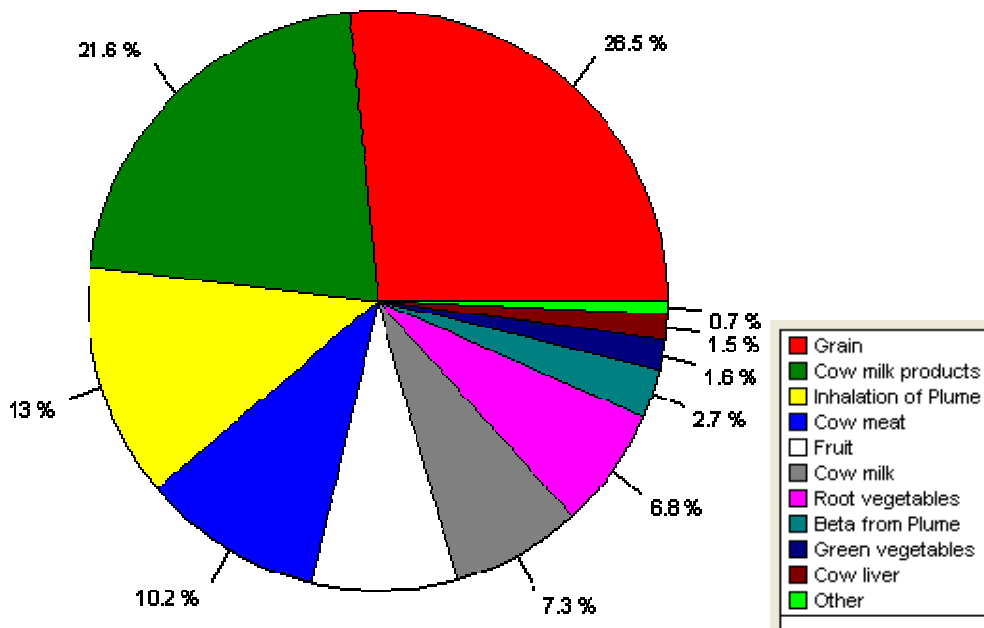


Рисунок 140 – Вклад в дозу различных путей облучения

Годовые дозы облучения населения, проживающего в г.Вена, составляют $E_{год} = 0,0001 \text{ мкЗв}$, что соответствует 0,001 % квоты облучения населения от выбросов (сбросов) при нормальной эксплуатации АЭС, 10 мкЗв/год.

Дозы облучения населения в результате запроектной аварии приведены в таблице 180.

Таблица 180 – Дозы облучения населения

Расстояние, км	Эффективная доза, мЗв	Доза облучения щитовидной железы*, мЗв
800	0,019	0,297
900	0,016	0,249
1000	0,016	0,212
1200	0,014	0,162

Воздействие на территорию Австрии белорусской АЭС по другим путям исключено.

15.7 Республика Латвия

Годовая доза облучения населения г.Рига при нормальной эксплуатации белорусской АЭС приведена на рисунке 141.

На рисунке 142 приведен вклад в дозу различных путей облучения для населения г. Рига.

Изн. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

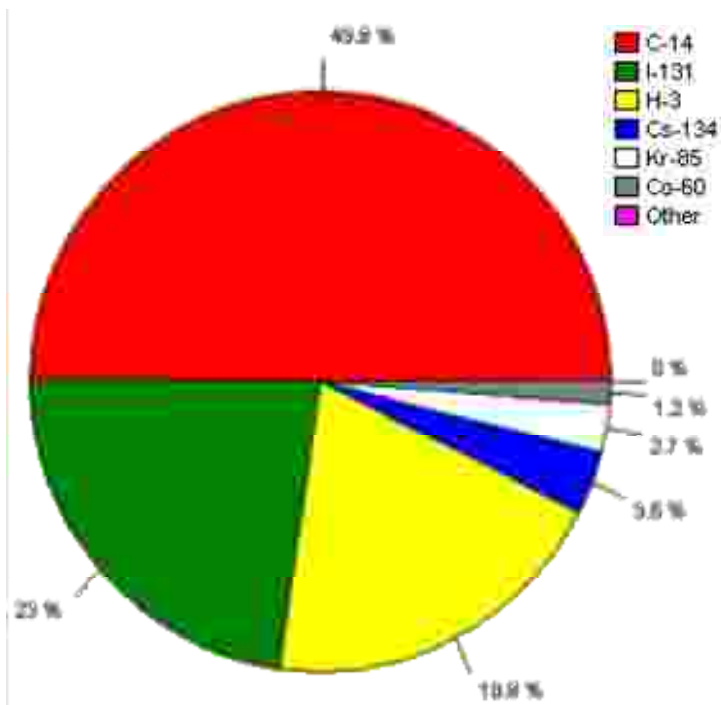


Рисунок 141 – Вклад в дозу различных радионуклидов

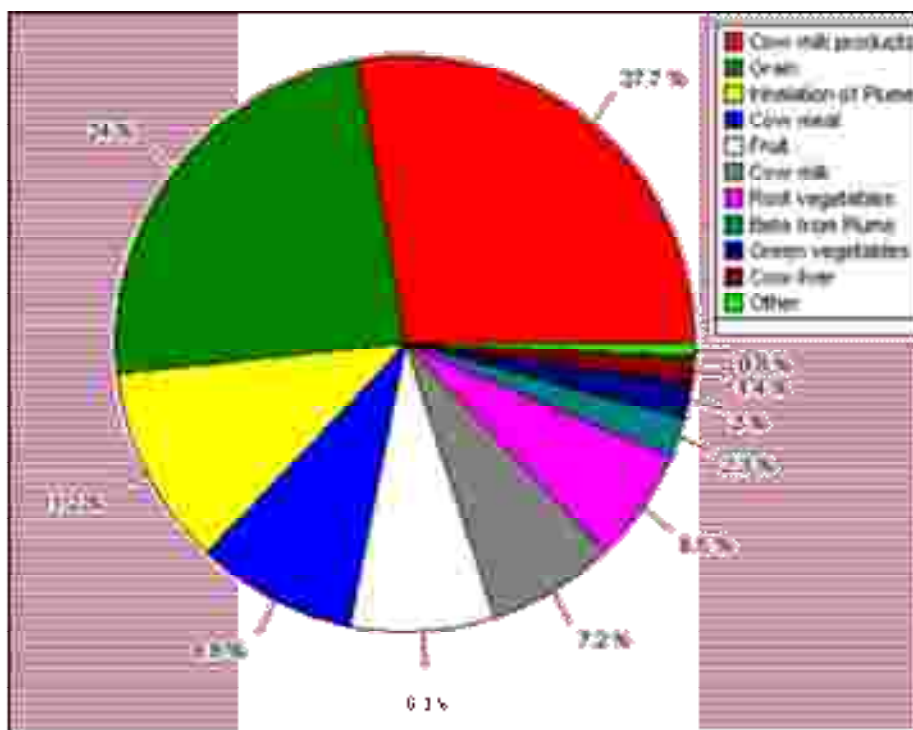


Рисунок 142 – Вклад в дозу различных путей облучения

Инд. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Годовые дозы облучения населения, проживающего в г.Рига, составляют $E_{год} = 0,0004 \text{ мкЗв}$, что соответствует 0,004 % квоты облучения населения от выбросов (сбросов) при нормальной эксплуатации АЭС, 10 мкЗв/год.

Дозы облучения населения в результате запроектной аварии приведены в таблице 179.

15.8 Украина

Годовая доза облучения населения г.Киев при нормальной эксплуатации белорусской АЭС приведена на рисунке 143.

На рисунке 144 приведен вклад в дозу различных путей облучения для населения г.Киев.

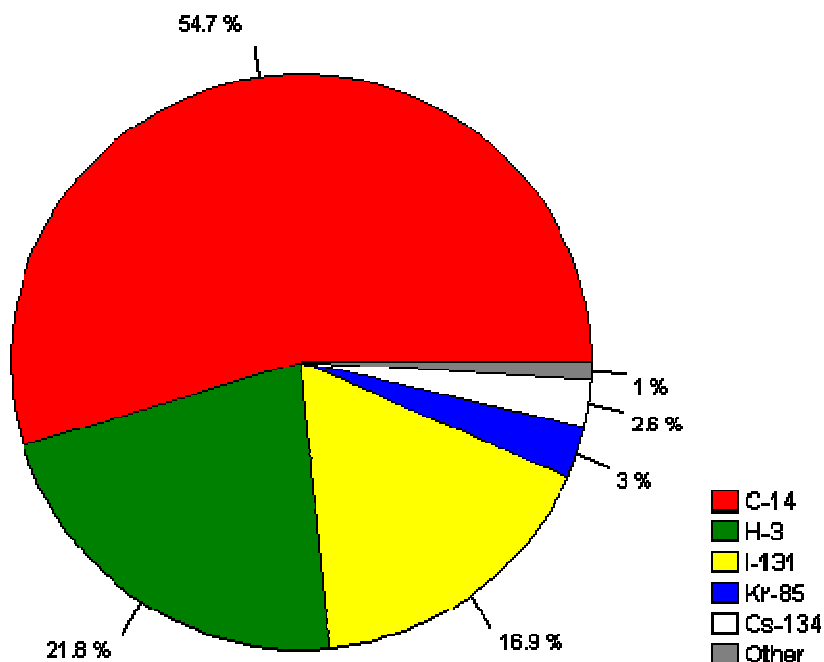


Рисунок 143 - Вклад в дозу различных радионуклидов

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

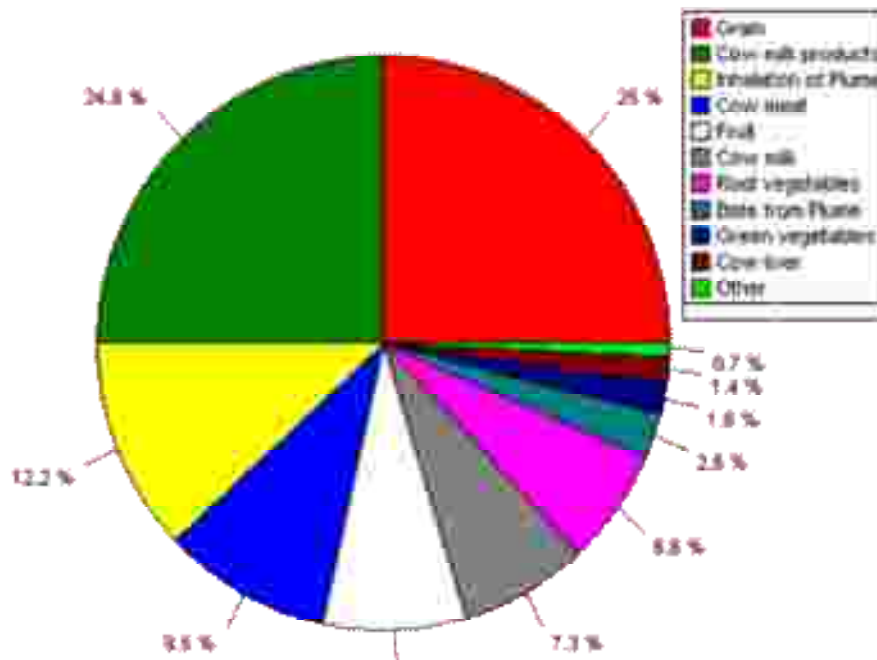


Рисунок 144 – Вклад в дозу различных путей облучения

Годовые дозы облучения населения, проживающего в г.Рига, составляют $E_{год} = 0,0002 \text{ мкЗв}$, что соответствует 0,002 % квоты облучения населения от выбросов (сбросов) при нормальной эксплуатации АЭС, 10 мкЗв/год.

Дозы облучения населения в результате запроектной аварии приведены в таблице 179.

15.9 Российская Федерация

Правильность подхода и полученных результатов моделирования подтверждены положительным заключением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Российской Федерации от 12.11.2009 № ВБ-46/578.

Прогнозная оценка воздействия запроектной аварии белорусской АЭС на территорию сопредельных государств приведена в таблице 181.

Изн. № инв.	Взам. инв. №
Изн. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Таблица 181 – Возможное воздействие на территорию сопредельных государств

Параметр	Литовская Республика	Республика Латвия	Республика Польша	Украина	Российская Федерация
Здоровье населения	Влияние минимальное	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует
Водотоки	Влияние минимальное	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует
Сельхоз продукция	Влияние минимальное	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует
Подземные воды	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует
Биота	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует
Почва	Влияние минимальное	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует	Влияние отсутствует

16 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОВОС

В результате работ, выполненных на этапах выбора площадки для строительства и разработки материалов ОВОС, было показано и научно обосновано следующее:

- выбранная площадка не имеет ограничений по совокупности природных и техногенных факторов;
- проведено комплексное обследование объектов окружающей среды в результате которого определено фоновое состояние объектов окружающей среды, дана комплексная оценка исходного состояния окружающей среды:
 - радиоактивное загрязнение ее компонентов находится на уровне глобальных радиоактивных выпадений;
 - химическое загрязнение, как правило, не превышает регламентированных значений;
 - выделены основные критические элементы в различных компонентах окружающей среды (почва, поверхностные и грунтовые воды, ландшафты, животный и растительный мир, гидроэкосистемы, сельское хозяйство).
 - описана предполагаемая система системы контроля и комплексного радиационно-экологического мониторинга состояния окружающей среды в зоне наблюдения АЭС.
 - показано, что в предполагаемой к проектированию АЭС-2006 использована совокупность пассивных и активных систем безопасности, обеспечивающих следующие критерии безопасности и проектные пределы.

Критерии безопасности и проектные пределы

Критерии безопасности и проектные пределы принимаются в соответствии с действующей нормативной документацией, и рекомендациями МКРЗ (Международная комиссия по радиологической защите) и МАГАТЭ.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

Для населения устанавливаются следующие проектные дозовые пределы:

1) В качестве квот для нормальной работы в требованиях к проекту АЭС-2006 с реактором ВВЭР 1200 по каждому фактору воздействия (выбросы/сбросы) установлен целевой предел - доза 10 мкЗв/год; для нормальной эксплуатации (работа на номинальной мощности и при остановках на ППР) и нарушениях нормальной эксплуатации, в качестве верхней границы при оптимизации радиационной защиты, устанавливается предел индивидуальной эффективной дозы облучения населения (критическая группа) 100 мкЗв в год, что составляет 1 % и 10 % от основного дозового предела, регламентированного НРБ-99, НРБ-200 для населения в среднем за последовательные 5 лет.

Данные пределы не должны быть превышены на границе санитарно-защитной зоны (промплощадки) и за ее пределами;

2) при проектных авариях на АЭС ожидаемые дозы облучения ограниченной части из населения (критической группы) на границе санитарно-защитной зоны и за её пределами не должно превышать 5 мЗв на всё тело и 50 мЗв на отдельные органы за первый год после аварии;

3) при запроектных авариях на АЭС дозы облучения ограниченной части населения (критической группы) на границе зоны планирования защитных мероприятий и за её пределами не должны превышать 5 мЗв на всё тело и 50 мЗв на отдельные органы за первый год после аварии.

Для эксплуатационного персонала группы А при нормальной эксплуатации и снятии АЭС с эксплуатации устанавливаются следующие дозовые критерии:

- среднее значение индивидуальной дозы облучения персонала не должно превышать 5 мЗв/год;
- плановое значение коллективной дозы облучения персонала должно составлять 0,5 чел. Зв/год.

Целевой предел эффективной дозы облучения персонала на БПУ при рассматриваемых в проекте тяжелых авариях – 25 мЗв/событие.

В проекте обосновывается, что соответствующим образом обеспечивается радиационная безопасность путем не превышения проектных пределов, которые в свою очередь ограничивают:

- уровень активности воды первого контура по продуктам деления;
- уровень активности воды (пара) во втором контуре, в сетевой воде (при работе по циклу АТЭЦ);
- уровень активности воды, охлаждающей оборудование первого контура;
- уровень активности воды в бассейне хранения отработавшего топлива;
- выброс радиоактивных веществ в атмосферу и в воду не должен превышать требований СП АС-03;
- уровни излучения в помещениях АЭС.

В проекте определены проектные пределы, установленные нормативами по степени герметичности защитных барьеров: оболочки твэлов, первого контура, участков локализации контуров, смежных с первым контуром, локализирующей арматуры, бассейна выдержки, защитной оболочки.

Проектом должны быть установлены размеры санитарно-защитной зоны (граница промплощадки), зоны наблюдения и зоны планирования защитных мероприятий.

Из анализа литературных данных установлено, что наибольшее воздействие на окружающую среду окажет этап строительства АЭС и наиболее критичным к данному воздействию будет растительный мир.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

17 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В процессе строительства АЭС, при планировке территории, перемещении земляных масс, на складах инертных материалов происходит запыление атмосферы.

Однако это носит локальный и кратковременный характер, и с учетом применяемых мероприятий по пылеподавлению, в конечном счете, не приносит изменений в состояние окружающей среды. Пылеподавление планируется осуществить за счет установок циклонов-пылеотделителей, фильтров в системах пневмотранспорта и аспирации, установки аспирируемых местных укрытий в местах перегрузки заполнителей, увлажнения открытых складов заполнителей в летнее время.

Предприятия по изготовлению металлоконструкций, трубных узлов с проведением окрасочных, противокоррозионных, химзащитных работ являются источниками выбросов сварочных аэрозолей, окислов марганца, паров растворителей, кислот и щелочи. Для уменьшения концентрации вредных веществ на рабочих местах и выбросов в атмосферу будет предусмотрена местная вентиляция и при необходимости очистка выбросов до ПДК.

Бетонный завод является источником выброса сгоревших нефтепродуктов и пыли. Уменьшение выбросов этих веществ планируется достичь установкой циклонов-пылеотделителей, высокотемпературных топок для полного сжигания технологического топлива и дымовой трубы, обеспечивающей необходимую высоту и разбавление выброса.

Предприятия автотранспорта, строительных машин и механизмов выделяют, в основном, окись углерода, окислы азота и серы, аэрозоли свинца, углеводороды и др.

Сокращение выбросов планируется достигать за счет оптимальной схемы движения транспорта и машин, регулировкой двигателей для достижения нормативных показателей по выбросам.

Все вышеперечисленные объекты, загрязняющие атмосферу, находятся в пределах стройбазы и промплощадки и их влияние, в том числе и шум, не выходят за пределы территории АЭС и не превышают допустимых значений.

При производстве работ по сооружению временных зданий и сооружений стройбазы и первоочередных работ на промплощадке АЭС будут предусмотрены опережающее строительство сетей и очистных сооружений хозяйственной и промышленно-ливневой канализации.

Карьер суглинков и песчано-гравийной смеси и отвалы грунтов располагаются на территориях, удаленных от водоемов более 1 километра, и не влияют на состояние водоохранных защитных зон.

Отвод поверхностных вод межплощадочных автомобильных и железнодорожных дорог будет осуществлен комплексом мероприятий:

- поперечным отводом поверхностных вод по спланированной поверхности земляного полотна и балластного слоя в сторону продольного водоотвода;
- устройством канав, кюветов, продольных и поперечных лотков;
- строительством в пониженных местах малых искусственных сооружений.

Очищенные стоки и незагрязненные воды будут направлены в прилегающие водоемы.

Таким образом, можно констатировать, что значительных изменений в режиме естественного стока в пределах промплощадки АЭС не произойдет.

Объектами рекультивации являются территории строительной базы отвалов и карьеров. После окончания срока эксплуатации временных сооружений они демонтируются, выполняется планировка, обеспечивающая поверхностный сток. На всей рекультивируемой территории после ее планировки производится укладка почвенного грунта, возможно удобрение и посев трав.

Изм. № подл.	Инва. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Лист

500

После отработки карьеров и отвалов грунтов предусматривается рекультивация их территории с производством работ по ее благоустройству. С этой целью производится планировка площади с уположением откосов, нанесением почвенного слоя от вскрыши, посев трав.

Грунт, снятый в процессе строительства в местах застройки, складировается во временном отвале, расположенном недалеко от промплощадки, и используется в дальнейшем для рекультивации и благоустройства.

Организация работ по линейным сооружениям (автомобильные и железные дороги, трубопроводы технического водоснабжения) предусматривает максимальное использование для проездов автотранспорта пятен застройки линейных сооружений.

Нарушенные прилегающие полосы планируются, присыпаются заранее снятым с пятен застройки строительным грунтом и засеваются травой. Строительные отходы и мусор вывозятся на полигон промышленных отходов.

С учетом существующей тенденции роста индустрии отдыха в этом регионе, проявление негативных факторов интенсивного рекреационного воздействия на растительность уже сегодня встает перед обществом и природоохранными ведомствами вопрос о всесторонней оценке ее рекреационного потенциала, а также оценки воздействия рекреации на их состояние и устойчивость растительных сообществ.

В связи с высокой сельскохозяйственной освоенностью земель 5 км зоны, выбранной для размещения площадки под строительство АЭС, основные изменения в естественном растительном покрове будут происходить в сопредельных с площадкой территориях с крупными уникальными лесными массивами, расположенными от строительной площадки в радиусе около 10 км и сосредоточены преимущественно вдоль р. Вилия. Поэтому основные задачи предприятий лесного хозяйства и природоохранных служб по охране и рациональному использованию растительности в зоне строительства АЭС будут заключаться в следующем:

- повышение санитарно-оздоровительных функций, ландшафтно-эстетических достоинств, устойчивости и благоустройства лесов с целью создания благоприятных условий для массового отдыха населения;
- усиление мер по охране наиболее ценных в природном отношении лесных ландшафтов, реликтовых формаций, памятников природы и участков, имеющих большое защитное и культурно-историческое значение;
- сохранение биологического разнообразия лесных экосистем;
- проведение мероприятий по предотвращению деградации лесных насаждений в результате рекреационного воздействия;
- усиление и дальнейшее совершенствование мер по охране лесов от пожаров.

Наиболее целесообразной формой организации и ведения хозяйства в рекреационных лесах является разработка ландшафтно-планировочных, организационных, лесохозяйственных и природоохранных мероприятий на основе специального лесоустройства. Выполненное функциональное зонирование, дает возможность определить основные направления дифференцированного ведения лесного хозяйства.

В зоне активного отдыха основными способами, рекомендуемыми для предотвращения рекреационного воздействия на лес и локализации антропогенных воздействий, являются:

1 Рассредоточение отдыхающих с помощью строительства дорог, троп и благоустройства территории. Важнейшим элементом этой системы мероприятий является устройство дорог и тропинок с твердым покрытием, что позволит стабилизировать маршруты движения отдыхающих и перенести значительную часть нагрузок на такие дороги и тропы. С целью рассредоточения отдыхающих и уменьшения нагрузок на основную рекреационную территорию необходимо вовлечение в рекреационное пользование дополнительных участков леса и насаждений, не используемых для от-

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

дыха ввиду недостаточной их рекреационной ценности. Проведением соответствующих лесохозяйственных мероприятий (рубок, ухода, уборки захламленности, осушения переувлажненных площадей, уход за напочвенным покровом и т.д.) такие насаждения подготавливаются к приему отдыхающих.

2 Формирование привлекательных и устойчивых биоконплексов на основе комплекса хозяйственных и организационных мероприятий. Основными средствами для формирования лесных ландшафтов и пейзажей являются ландшафтные рубки (формирования, реконструктивные, планировочные, формирования опушек, а также рубки в подросте и подлеске) и ландшафтные посадки (восстановительные, защитные, декоративные). Для формирования оптимальной ландшафтно-планировочной и объемно-пространственной системы насаждений необходима разработка специальных проектов. При этом обращает на себя внимание высокая себестоимость названных мероприятий. Это заставляет внимательно относиться к определению целесообразности их проведения и к выбору первоочередных объектов. В первую очередь этими мероприятиями должны быть охвачены территории, прилегающие к учреждениям отдыха и лечения, к подъездным дорогам, прогулочным и туристическим маршрутам, прибрежные зоны, опушки.

В лесных участках возможно проведение специализированных мероприятий, направленных на повышение устойчивости и восстановление деградированных рекреационных лесов. Наиболее экономически эффективным лесохозяйственным мероприятием является внесение минеральных удобрений. Максимальная экологическая эффективность получается при огораживании деградированных рекреационных насаждений с одновременным удобрением. Однако экономическая эффективность под влиянием этих мероприятий значительно меньше, чем под влиянием удобрения. Причиной является большая стоимость огораживания. Экономическая эффективность огораживания без удобрения обеспечивается только в сильно деградированных участках, обычно IV стадии дигрессии. Весьма положительный экономический эффект получается при мульчировании деградированных рекреационных лесов.

В условиях умеренного рекреационного пользования (*зона освоения*), основные мероприятия направляются как на повышение устойчивости и рекреационной ценности насаждений, так и на предупреждение возможных их перегрузок. Каких-либо специальных форм организации лесного хозяйства с целью преобразования ландшафта не предусматривается. Следует лишь обратить внимание на благоустройство территории, также возможна прокладка отдельных прогулочных маршрутов в направлении движения основной массы отдыхающих.

В *резервной зоне* проводятся обычные лесохозяйственные мероприятия, направленные на выращивание здоровых, устойчивых и долговечных насаждений с высокими эстетическими и санитарно-гигиеническими свойствами.

По завершению строительства необходимо провести рекультивацию территорий с расположенными на них, отвалами и карьерами. После вывода из эксплуатации временных сооружений объектов строительной индустрии они демонтируются, выполняется планировка, обеспечивающая поверхностный сток. На всей рекультивируемой территории после ее планировки производится укладка почвенного грунта, возможно удобрение и посев трав или создание лесных культур.

Эксплуатация АЭС. На этапе эксплуатации АЭС воздействия на окружающую среду будут связаны с забором воды для технологических нужд из р. Вилии, а также выбросами и сбросами загрязняющих веществ. Забор воды из данной реки может вызвать снижение уровня как ее самой, так и впадающих в нее притоков. Принимая во внимание роль р. Вилии как места обитания большого количества редких и ценных видов рыб, для которых подобное снижение может иметь негативные последствия, следует предусмотреть возможность регулирования ее уровня режима.

Изм. № подл.	Инва. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Указанное регулирование должно обеспечить поддержание в р. Вилии уровней воды близких к их среднесезонным значениям по сезонам года. При этом критический (наименьший) уровень воды в ней в весенний период должен составлять не менее 150 см над отметкой «0» гидрометеорологического поста Михалишки. В течение года данная река должна иметь следующую динамику наполнения – 55 % стока в весенний период, 37 % в летне-осенний и 18 % в зимний период.

Приведенная динамика создаст благоприятные условия для нереста рыб и нагула их молоди. Для предотвращения их гибели в самом месте водозабора следует предусмотреть специальные рыбозащитные сооружения.

Сбросы технических сточных вод с атомной станции в реку Вилию создают опасность ее химического и теплового загрязнения. Для предотвращения химического загрязнения нужны меры по очистке указанных сточных вод до их соответствия ПДК рыбохозяйственного назначения.

К тепловому загрязнению наиболее чувствительными являются лососевые рыбы. Нерест такого их вида как семга происходит с конца ноября по январь при температуре воды 1-6 °С и кумжи – с конца октября по декабрь при температуре воды 3-5 °С. Вылупление личинок лососевых рыб происходит весной (в марте-апреле). Температура воды в процессе выклева не должна быть выше 12 °С. Однако и после выклева личинки еще больше месяца лежат неподвижно между галькой в нерестовом бугре, температура воды при этом не должна превышать 14 °С.

Для предотвращения теплового загрязнения р. Вилии и сохранения благоприятных условий для обитания в ней лососевых рыб следует принять меры по охлаждению сбрасываемых со станции подтепленных технических сточных вод. Устанавливая параметры температурного режима этих вод при их поступлении в р. Вилию, необходимо руководствоваться постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 мая 2007 г. № 43/42 «О некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов».

Согласно указанному документу, температура воды в рыбохозяйственном водном объекте не должна повышаться более чем на 5 °С по сравнению с ее естественной температурой. Кроме этого для водных объектов, в которых обитают лососевые виды рыб и к которым относится р. Вилия, общее повышение температуры воды не должно превышать 20 °С летом и 5 °С зимой.

При оценке загрязняющих воздействий АЭС на природные экосистемы следует принимать во внимание и радиационное воздействие. Рассмотрены 3 прогнозных сценария такого воздействия, соответственно при нормальной эксплуатации атомной станции, при максимальной проектной аварии и запроектной аварии.

Нормальная эксплуатация АЭС сопровождается поступлением в окружающую среду весьма небольшого количества радионуклидов. Их накопление в экосистемах и вклад в дозу внешнего и внутреннего облучения биоты незначительны.

Выполненные расчеты дозовых нагрузок на растительный мир 30-км зоны при нормальной эксплуатации АЭС показали, что их величины будут достаточно малыми и не вызовут необходимости введения ограничений на пользование биологическими ресурсами. В качестве профилактической меры рекомендуется радиометрический и биохимический контроль отдельных видов продукции побочного лесопользования: грибов – аккумуляторов токсических веществ, мхов, веточного корма и некоторых других.

В случае максимальной проектной аварии особое внимание следует обратить на радиоактивное загрязнение высших грибов и дикорастущих ягодных культур как основных продуктов побочного лесопользования. Согласно полученным расчетным данным, уровень аккумуляции основного индикатора радиоактивного загрязнения

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

^{137}Cs как в грибах, так и ягодах будет значительно ниже существующих в настоящее время нормативов его содержания (РДУ).

В ближней зоне (в радиусе 2 км) в год аварии коэффициент концентрации ^{137}Cs будет находиться в пределах 0,1– 0,45 от РДУ (съедобные грибы) и 0,1– 0,12 (дикорастущие ягоды). По мере удаления от АЭС кратность депонирования ими ^{137}Cs уменьшается. Так, на расстоянии 10 км от нее она снижается в 2 раза. По истечении прогнозного времени (60 лет) в ближней зоне концентрация ^{137}Cs в грибах и ягодах уменьшится до 1,5 – 0,3 % РДУ.

При запроектной аварии радиоактивные вещества в лесных экосистемах будут находиться вначале в подстилке, потом постепенно перейдут в почву. Расчеты накопления ^{137}Cs в древесине свидетельствуют о зависимости его уровня от типов эдафотопов. Минимальный уровень прогнозируется у лесов на богатых почвах нормального увлажнения, максимальный – на оторфованных минеральных.

По формируемому в результате запроектной аварии следу с наивысшей плотностью радиоактивного загрязнения концентрация ^{137}Cs многократно превысит РДУ во всех видах лесной продукции – древесине, грибах, ягодах. Расчет проведен для следующей активности реперных радионуклидов в выбросе:

– цезий – $137=3,5 \cdot 10^{14}$ Бк;

– йод – $131=3,1 \cdot 10^{15}$ Бк;

Рост численности населения региона. Увеличение в регионе численности населения на 30 тыс. чел. в связи со строительством АЭС вызовет общий рост нагрузок на его природную среду. Эти нагрузки будут связаны главным образом с повышением образования сточных вод в месте проживания прибывающего населения, усилением интенсивности рекреационного природопользования и, соответственно, вытаптывания, повреждения и использования лесной растительности, увеличением опасности лесных пожаров, причиной которых почти всегда являются люди, возможным ростом браконьерства.

Поскольку прибывающее население будет размещаться в г.п. Островце, то здесь же увеличится и объем сточных вод. Их приемником является р. Лоша, которая, как и многие другие притоки р. Вилии, служит местом обитания особо чувствительных к качеству воды редких и ценных видов рыб. Для предотвращения ее загрязнения потребуются строительство новых мощностей очистных сооружений.

Увеличение сбросов сточных вод со стороны г.п. Островца в сочетании с их образованием на самой АЭС способно усилить общее загрязняющее воздействие на р. Вилию. В связи с этим возникает необходимость осуществления водоохранных мер на территории всего водосборного бассейна данной реки. Эти меры могут касаться создания водоохранных зон, очистки стоков животноводческих ферм, уменьшения смыва загрязняющих веществ с сельскохозяйственных угодий и т.п.

Основную нагрузку со стороны отдыхающих будет испытывать растительность, расположенная непосредственно в прибрежной полосе вдоль рек и озер, прежде всего в местах активного отдыха. С увеличением вытаптывания уменьшается общий запас лесной подстилки и уплотняется почва. Эти изменения вначале сказываются на росте и развитии нижних ярусов растительности, а затем и древесного полога, что в итоге приводит к существенным потерям в запасах древесинного сырья, грибов и дикорастущих ягодников, снижению кислородопродуктивности лесных фитоценозов.

В настоящее время наиболее сильное рекреационное воздействие испытывают леса, расположенные возле больших населенных пунктов: г.п. Островец, дд. Михалишки, Вороняны, Жодишки, п. Свирь, а также вблизи рр. Вилии, Ошмянки, озер Свирь, Сорочанские и др. водоёмов. Значительным рекреационным нагрузкам подвержены, в частности, сосновые леса, находящиеся вдоль р. Вилии. Усиление воз-

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

действий на них со стороны отдыхающих может вызвать ухудшение их экологического состояния.

Чтобы не допустить деградации лесных растительных сообществ, в связи с ростом рекреационных нагрузок нужно внедрение специальных режимов лесопользования в наиболее посещаемых лесах, а также проектирование создаваемых зон отдыха. Важнейшее значение при этом имеет определение их максимально допустимой рекреационной емкости, предусматривающее установление такого предельного количества отдыхающих которое не приведет к нарушению устойчивости растительных комплексов и их способности к самовосстановлению.

Поскольку многие привлекательные в рекреационном отношении леса отличаются высокой пожарной опасностью, а увеличение количества отдыхающих повысит угрозу возникновения пожаров, то потребуются усилить меры пожарной безопасности.

Принимая во внимание наличие в регионе большого количества охраняемых видов растений и животных, особое значение здесь имеет планирование туристских маршрутов, экологических троп, стоянок для автотранспорта, иных предназначенных для отдыха объектов. Они не должны нарушить условия существования этих видов.

Для устранения угроз ресурсным животным и особенно охраняемым видам рыб в связи с возможным ростом браконьерства нужны меры по усилению контроля их состояния и использования. Улучшению естественных условий воспроизводства наиболее ценных видов рыб – лососевых способствовала бы ликвидация на нерестовых реках бобровых поселений и плотин, которые препятствуют заходу в них производителей. Кроме этого целесообразно создание рыбопитомника по искусственному воспроизводству лососевых и иных ценных в промысловом отношении видов рыб. Такая мера позволит не только компенсировать ущерб от неблагоприятных воздействий на эти виды и сохранить их ресурсный потенциал, но и даст право на получение квот на вылов лососевых (кумжи, лосося) в Балтийском море.

18 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

18.1 Общие положения

Основой экологической безопасности белорусской АЭС является мониторинг окружающей среды на площадке и в зоне наблюдения. Он должен проводиться в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) в Республике Беларусь в соответствии с действующим законодательством:

- Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» от 17.07.2002 № 126-3;

- Положение о Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь 14.07.2003 № 949.

В соответствии с п.2 Положения о Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь НСМОС включает организационно-самостоятельные и проводимые на общих принципах следующие виды мониторинга окружающей среды:

- мониторинг земель;
- мониторинг поверхностных вод;
- мониторинг подземных вод;
- мониторинг атмосферного воздуха;
- радиационный мониторинг;

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

1588-ПЗ-ОИ4

Лист

505

- геофизический мониторинг и др.

Реализация общих принципов проведения мониторинга окружающей среды осуществляется посредством разработки и выполнения программ наблюдений за состоянием окружающей среды и воздействием на нее природных и антропогенных факторов, регламентации сбора и обработки данных, анализа и хранения информации, обеспечения информационного обмена в рамках НСМОС, разработки прогнозов состояния окружающей среды и воздействия на нее природных и антропогенных факторов, подготовки и предоставления информации государственным органам, юридическим лицам, гражданам.

Экологический мониторинг, являясь "комплексной системой наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов", в районах расположения атомных станций должен состоять из подсистем мониторинга за основными факторами воздействия (радиоактивные, химические вещества, тепло) и отклика экосистем (биологический мониторинг) на изменяющиеся параметры среды.

Радиационный мониторинг на промплощадке белорусской АЭС, в ее СЗЗ и ЗН будет осуществляться лабораториями радиационной безопасности (ЛРБ) и внешней дозиметрии (ЛВД) и Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга.

При разработке Программы экологического мониторинга в районе расположения проектируемой белорусской АЭС должна быть учтена информация, касающаяся характеристик сельскохозяйственных земель, критических экосистем и растительных сообществ, мониторинг которых необходим в первую очередь. Данные материалы содержатся в соответствующих разделах ОВОС белорусской АЭС

Основным назначением Программы является установление общих требований к организационной структуре и выходным данным экологического мониторинга (структуре, объектам природной среды, номенклатуре и погрешности измерения контролируемых параметров).

Основным требованием к организационной структуре экологического мониторинга в районе расположения белорусской АЭС является обеспечение получения информации, необходимой для обоснования соответствия прогнозируемого воздействия от выбросов/сбросов радиоактивных и химических веществ с проектируемой АЭС уровням приемлемого риска, сравнения с риском от естественного и техногенного радиационного фона, от фоновое загрязнение природной среды химическими веществами, от выбросов/сбросов других предприятий.

Основными исходными данными для оценки радиационного риска являются величина эффективной дозы для населения и соответствующие коэффициенты риска. Методологические подходы к оценке химического риска основаны на принципах, принятых Минздравом, Минприроды Республики Беларусь, МАГАТЭ. Основными исходными данными для оценки риска для населения от загрязнения природной среды химическими веществами являются их концентрации в воде, воздухе, пище, и соответствующие коэффициенты риска.

Учитывая, что гидросфера является конечным "резервуаром" и естественным путем миграции атмосферных выпадений радионуклидов и химических веществ на поверхности земли, наблюдения за динамикой концентраций химических веществ в гидрографической сети необходимы на площади, близкой к зоне радиационного мониторинга (в СЗЗ и ЗН станции).

Зона экологического мониторинга вокруг белорусской АЭС будет определена на стадии архитектурного проекта. Сеть станций наблюдения должна быть выбрана с учетом направления течения контролируемых сбросных вод, действующей розы ветров и наличием ООПТ.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

18.2 Особо охраняемые природные территории

В пределах 30-км зоны размещения АЭС находится 5 особо охраняемых природных территорий (рисунок 145). В их числе часть территории Национального парка «Нарочанский», полностью ландшафтный заказник республиканского значения «Сорочанские озера», а также 3 ландшафтных заказника местного значения («Голубые озера», «Сержанты», «Озеро Бык») и 2 памятника природы местного значения («Липовая аллея с тремя дубами» и «Старажытны дуб»).

Наиболее крупные ООПТ сосредоточены в северо-восточной части региона. Здесь располагается республиканский заказник «Сорочанские озера» общей площадью около 13 тыс. га, в пределах которого отдельно выделен памятник природы местного значения «Старажытны дуб», а также часть территории Национального парка «Нарочанский» (7,7 тыс. га лесопокрытой площади). В юго-западной части 30-км зоны расположены ландшафтные заказники местного значения «Озеро «Бык» и «Сержанты», а также памятник природы местного значения «Липовая аллея с тремя дубами». В юго-восточной части территории размещается ландшафтный заказник местного значения «Голубые озера».

Суммарно особо охраняемые природные территории занимают около 15 % земель 30-км зоны размещения АЭС, что в 2 раза выше среднего для Беларуси показателя и является свидетельством высокой значимости региона для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия на национальном уровне. Все они находятся на достаточно большом удалении от площадки строительства, и само ведение строительных работ не окажет на них влияния.

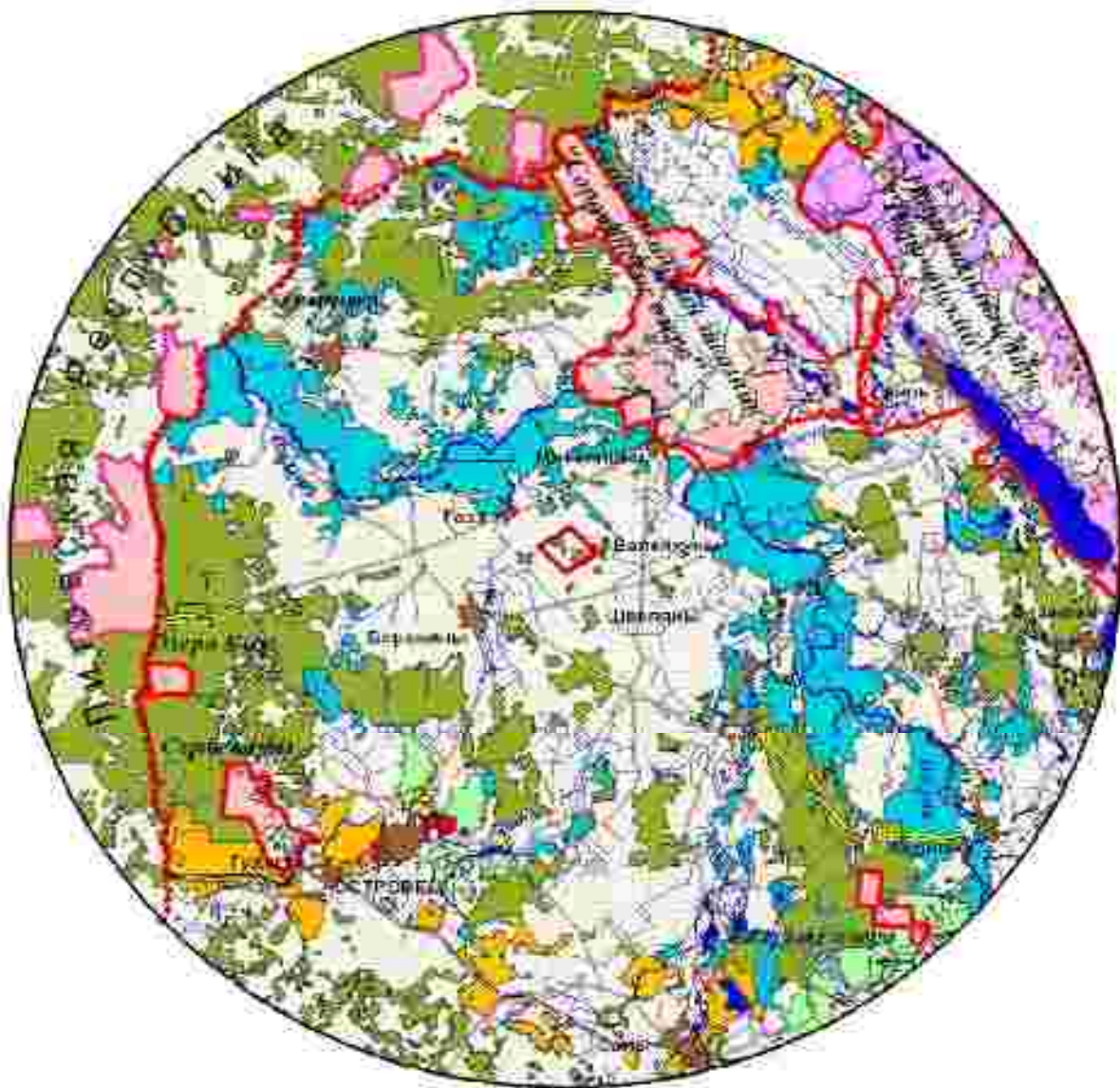
Охраняемые леса. Имеющиеся в регионе охраняемые леса (леса I группы) включают водоохранные полосы, защитные полосы вдоль автодорог и железных дорог, леса национальных парков, заказников, зеленых зон городов. Наибольшие площади занимают водоохранные леса, сосредоточенные по берегам рек и озер – около 30% лесопокрытой площади (таблица 182). На леса ООПТ приходится шестая, защитных полос вдоль дорог – десятая часть этой площади.

Таблица 182 – Распределение земель лесного фонда 30-км зоны размещения АЭС по категориям хозяйственного использования

Категория	Площадь	
	тыс. га	%
Леса I группы, в том числе по категориям защитности:	57,8	62,5
- запретные (водоохранные) полосы	27,7	29,9
- защитные полосы вдоль автодорог	1,2	1,3
- защитные полосы вдоль железных дорог	9,4	10,1
- леса национальных парков	7,3	7,8
- леса заказников республиканского значения	7,8	8,5
- лесопарковые части зеленых зон	0,2	0,3
- лесохозяйственные части зеленых зон	4,2	4,6
Леса II группы (эксплуатационные леса)	34,8	37,5
Итого	92,6	100,0

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата



- | | |
|--|----------------------------|
| граница ООПТ | граница АЭС |
| граница ООПТ на территории Ветеринарно-санитарной зоны | несанкционированные пункты |
| лес | государственная граница |
| водоохранная зона | море |
| защитная зона вдоль автодорог | овраг |
| защитная зона вдоль водоемов | овраг |
| водоохранная зона водоемов | автомобильные дороги |
| несахарная зона | железные дороги |
| несахарная зона за лесом 200 м | железные дороги |
| несахарная зона за лесом 500 м | железные дороги |
| эксплуатационная зона | железные дороги |

Рисунок 145 – Особо охраняемые природные территории 30-км зоны размещения АЭС

Пространственное распределение лесов I группы определяется особенностями расположения хозяйственно освоенных и урбанизированных территорий, ООПТ и

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

водных экосистем. В частности, водоохранные леса сконцентрированы в основном вдоль р. Вилии. Они выступают в качестве экологического коридора международного значения, соединяющего особо охраняемые природные территории Беларуси и Литвы.

Леса I группы суммарно занимают 62,5 % лесопокрытой площади 30-км зоны, что на 12 % выше среднего для Беларуси показателя и также свидетельствует о высокой природоохранной ценности региона.

Ценные лесные экосистемы. В границах 30-км зоны выделен ряд категорий ценных лесных сообществ, не все из которых имеют статус охраняемых, но все нуждаются в охране в силу их высокой экологической и ресурсной значимости. Они включают следующие сообщества:

- малонарушенные лесные участки (заповедные зоны заповедников и труднодоступные массивы в поймах и среди болот);
- участки высоковозрастных лесов;
- участки сложных по составу и структуре лесных насаждений или древостоев с единичными деревьями предыдущих поколений;
- участки леса редких и находящихся под угрозой исчезновения типов леса;
- участки с популяциями редких или угрожаемых видов флоры и фауны;
- участки с наличием в древесном ярусе редких широколиственных пород (клена, липы, вяза, ильма);
- участки леса в естественных поймах рек, вокруг истоков рек и родников;
- участки леса с ограниченной доступностью (острова на озерах, минеральные острова среди открытых болот).

Указанные ценные растительные сообщества имеют в регионе довольно широкое распространение. Они занимают 7,1 % его лесопокрытой площади. Встречаются эти сообщества небольшими участками практически по всей 30-км зоне. Большой частью они приурочены к ее юго-восточному сектору. В центральной части территории, непосредственно на площадке строительства и в радиусе 5 км от нее, такие сообщества не выявлены.

Охраняемые виды растений. Всего в регионе обнаружено 17 охраняемых видов растений (рисунок 146). Наиболее репрезентативными экотопами для произрастания этих растений являются долины рек, котловины озер и крупные участки лесных массивов. В их перечень входят следующие виды.

1 *Hyperzia selago* (L.) Bernh. – *Плаун-баранец*. IV категория охраны (NT). Выявлен в ельнике с березой кисличном, субори кисличной, сосняке с елью и ольхой приручейном.

2 *Berula erecta* (Huds.) Cov. – *Берула прямая*. III категория охраны (VU). Выявлен по ключевинам и берегам небольших затонок в приречных ольсах крапивных, на речном мелководье.

3 *Carex rhizina* Blytt ex Lindbl. – *Осока корневищная*. IV категория охраны (NT). Выявлен на облесенном склоне оврага.

4 *Pulsatilla pratensis* – *Прострел луговой*. IV категория охраны (NT). Выявлен в сосняке мшистом.

5 *Ajuga pyramidalis* L. – *Живучка пирамидальная*. IV категория охраны (NT). Выявлен в субори мшисто-черничной.

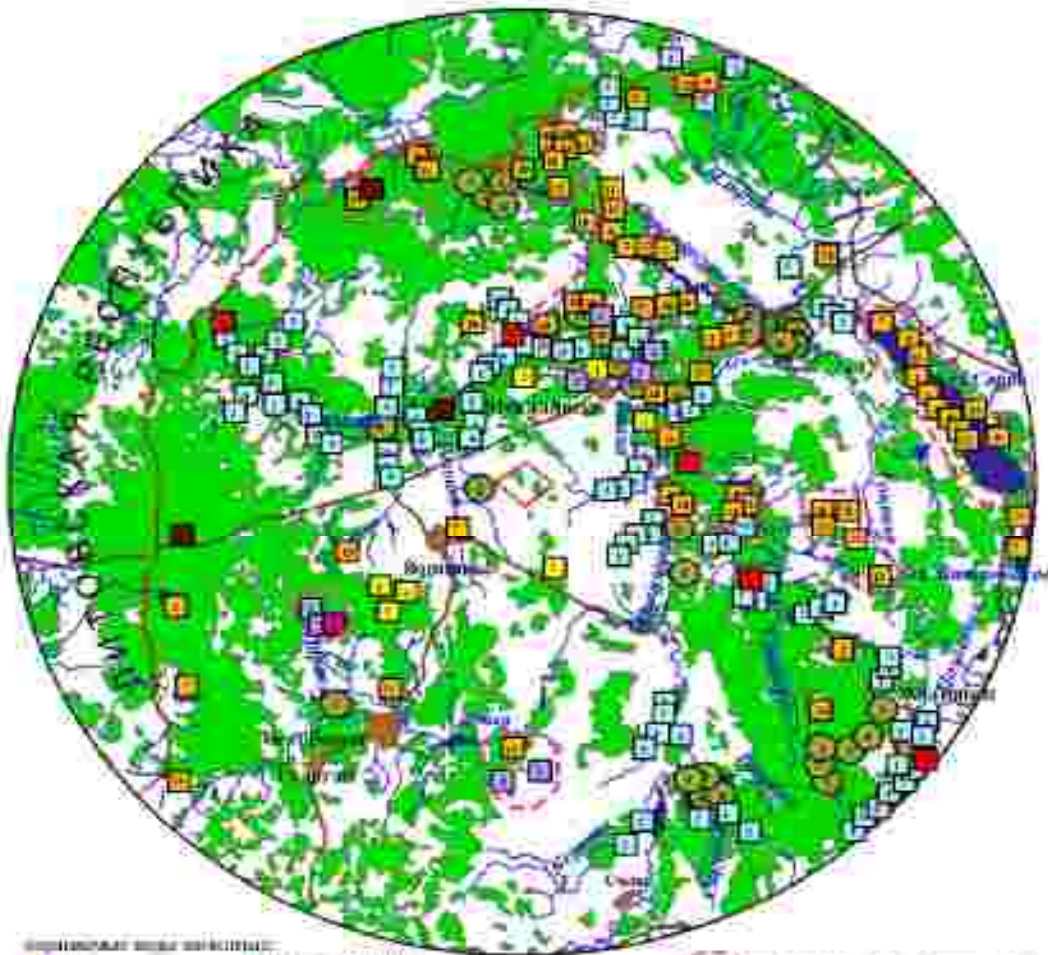
6 *Lilium martagon* L. – *Лилия кудреватая*. IV категория охраны (NT). Выявлен в неморальном лесу на склоне оврага.

7 *Listera ovata* (L.) R. Br. – *Тайник овальный*. IV категория охраны (NT). Выявлен в сосняке с елью и ольхой приручейном.

8 *Malaxis monophyllos* (L.) Sw. – *Мякотница однолистная*. II категория охраны (EN). Выявлен в ольсе с ивами таволговым, березняке с ольхой осоково-сфагновом.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------



Охраняемые виды растений: 1 Плаун-баранец, 2 Берула прямая, 3 Осока корневищная, 4 Прострел луговой, 5 Живучка пирамидальная, 6 Лилия кудреватая, 7 Тайник овальный, 8 Мякотница однолистная, 9 Лосняк Лезеля, 10 Камнеломка болотная, 11 Купальница европейская, 12 Ветреница лесная, 13 Кокушник комарниковый, 14 Поллопестник зеленый, 15 Ятрышник дремлик, 16 Пухонос альпийский, 17 Пушица стройная.

Птицы: 1 Чернозобая гагара, 2 Луток, 3 Длинноносый крохаль, 4 Большой крохаль, 5 Черный аист, 6 Большая белая цапля, 7 Большая выпь, 8 Скопа, 9 Орлан-белохвост, 10 Полевой лунь, 11 Малый подорлик, 12 Сизая чайка, 13 Серый журавль, 14 Коростель, 15 Малый погоньш, 16 Чеглок, 17 Большой кроншнеп, 18 Воробьиный сыч, 19 Бородатая неясыть, 20 Обыкновенный зимородок, 21 Зеленый дятел, 22 Белоспинный дятел, 23 Трехпалый дятел, 24 Дербник, 25 Садовая овсянка; **Млекопитающие:** 1 Рысь европейская (обыкновенная), 2 Барсук; **Земноводные:** 1 Тритон гребенчатый 2. Жаба камышовая; **Рыбы:** 1 Харюс, 2 Форель ручьевая, 3 Кумжа, 4 Семга, 5 Рыбец 6 Подуст, 7 Усач; **Водные беспозвоночные:** 1 Медицинская пиявка; **Насекомые:** 1 Волосатый стафилин, 2 Навозник весенний, 3 фиолетовая жужелица, 4 шагреневая жужелица, 5 жужелица решетчатая, 6 медведица-хозяйка, 7 торфяниковая желтушка; **Круглоротые:** 1 Минога речная.

Рисунок 146 – Охраняемые виды растений и животных 30-км зоны размещения АЭС

Инд. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

9 *Liparis loeselii* (L.) Rich. – Лосняк Лезеля. II категория охраны (EN). Выявлен в пушистоберезово-ольховом и пушистоберезовом осоковом лесах.

10 *Saxifraga hirculus* L. – Камнеломка болотная. I категория охраны (CR). Выявлен в пушистоберезово-ольховом лесу.

11 *Trollius europaeus* L. – Купальница европейская. IV категория охраны (NT). Выявлен в березняке неморально-травяном.

12 *Ventriца лесная* – *Anemone sylvestris*. L. IV категория охраны (NT). Выявлен в сосняке мшисто-орляковом.

13 *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. – Кокушник комарниковый. III категория охраны (VU). Выявлен на мезофильном злаково-разнотравном лугу.

14 *Coeloglossum viride* (L.) S.Hartm. – Пололепестник зеленый. III категория охраны (VU). Выявлен на сыроватом злаково-разнотравном лугу.

15 *Orchis morio* L. – Ятрышник дремлик. II категории охраны (EN). Выявлен на мезофитном злаково-разнотравном лугу.

16 *Vaeothryon alpinum* (L.) Egor. – Пухonos альпийский. III категории охраны (VU). Выявлен в березово-сосновом сфагново-осоковом лесу.

17 *Eriophorum gracile* Koch – Пушица стройная. III категории охраны (VU). Выявлен в березово-сосновом сфагново-осоковом лесу.

Практически все обнаруженные популяции охраняемых видов растений находятся на значительном удалении от площадки строительства АЭС и планируемые работы не смогут оказать на них прямого влияния. Исключение составляет один вид – купальница европейская, которая произрастает в 2 км от площадки.

Охраняемые виды животных

В 30-ти км зоне размещения АЭС зарегистрировано обитание 25 охраняемых видов птиц, 2 млекопитающих, 2 земноводных, 7 насекомых, 1 водных беспозвоночных и 8 видов рыб и рыбообразных (см. рисунок 146).

Охраняемые виды беспозвоночных. Обнаружено 7 видов. Из них 4 вида выявлены в лесах, преимущественно, сосняках мшистых. Это фиолетовая жужелица, (*Carabus violaceus* L.), шагреновая жужелица (*Carabus coriaceus* L.), навозник весенний, (*Geotrupes vernalis* (L.)), жужелица решетчатая (*Carabus cancellatus* Ill.). По одному виду найдено соответственно в сыром смешанном лесу – медведица-хозяйка (*Pericallia matronula* (L.)), на постбище – стафилин волосатый (*Emus hirtus* L.), на болоте – торфяниковая желтушка (*Colias palaeno* (L.)).

Охраняемые виды рыб. Все 7 охраняемых видов рыб, а также 1 вид рыбообразных – минога речная обитают в р. Вилии и ее притоках. Нерестилища лосося атлантического обнаружены в рр. Вилия, Сенканка, Дудка, вероятно их наличие также в рр. Ошмянка, Гозовка, Страча. Нерестовые бугры (гнезда) кумжи отмечены в рр. Сенканка, Гозовка, Дудка, наибольшее их число зафиксировано в р. Тартак.

Общее количество производителей проходных лососевых рыб, заходящих на нерест в указанные водотоки бассейна р. Вилии невелико. Оно составляет около 250-300 экземпляров. Помимо этого в небольшом количестве эти рыбы заходят еще в 12 небольших ручьев.

Обитание форели ручьевой отмечено в 18 реках – притоках р. Вилии. Данный вид является наиболее многочисленным среди охраняемых видов рыб. Распространение форели на отдельных участках рек изменяется от 20-30 (рр. Тартак, Сорочанка, Ратагол и др.) до 100-150 экз./км (рр. Пеляка, Сенканка). В целом состояние ее популяций в бассейне р. Вилии можно охарактеризовать как благополучное.

Усач обыкновенный встречается в рр. Вилия, Страча, Ошмянка. Его численность невелика и в среднем по акватории р. Вилии составляет 5-10 экз./га.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Хариус европейский обитает в рр, Вилия, Страча, Ошмянка и Лоша. Данный вид немногочислен, но в основных местах обитания его плотность достигает до 70 экз./га.

Рыбец обыкновенный (сырть) обнаружен в рр. Вилия, Страча и Ошмянка. Численность рыба невелика и в среднем по руслу реки составляет 10-15 экз./га.

Подуст обыкновенный обитает в р. Вилии. Является самым малочисленным видом. Его численность по руслу реки не превышает 5 экз/га.

Охраняемые виды земноводных. Обнаружено 3 локалитета камышовой жабы (*Bufo calamita*) и 8 локалитетов гребенчатого тритона (*Triturus cristatus*). Все они располагаются на расстоянии более 5 км от площадки строительства АЭС.

Охраняемые виды птиц. Выявлено 25 видов птиц, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь (2004 г.). Почти половина из них (10 видов) обитает на водоемах или вблизи таковых, 9 видов населяют леса, 3 вида – болота, 3 вида - открытые пространства.

К водным и околоводным относятся следующие виды: чернозобая гагара – II категория охраны, большая выпь – III категория, большая белая цапля – III категория, луток – II категория, длинноносый крохаль – II категория, большой крохаль – III категория, орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*) – II категория, малый погоньш – IV категория, сизая чайка – IV категория, обыкновенный зимородок – III категория.

В перечне лесных птиц входят следующие виды: черный аист (увлажненные леса) – III категория, малый подорлик (*Aquila pomarina*) – III категория, скопа (*Pandion haliaetus*) – II категория, чеглок (*Falco subbuteo*) – IV категория, воробьиный сыч – IV категория, бородастая неясыть – II категория, зеленый дятел – III категория, белоспинный дятел – IV категория, трехпалый дятел – IV категория.

Обитателями болот являются виды: дербник (*Falco columbarius*) – III категория, серый журавль – III категория, большой кроншнеп – III категория.

На открытых пространствах обитает садовая овсянка – II категория, закустаренных лугах – полевой лушь (*Circus cyaneus*) – III категория, сырых пойменных лугах – коростель – III категория.

Охраняемые виды млекопитающих. Обнаружено обитание двух видов – барсука и рыси. В северной части региона отмечены также проходные особи медведя бурого.

Основные ареалы обитания охраняемых видов беспозвоночных, земноводных, птиц и млекопитающих концентрируются на удалении на менее 10 км от площадки и приурочены преимущественно к крупным озерам и лесным массивам с водоемами. Поэтому само строительство не окажет на них влияния.

На достаточно большом расстоянии от площадки находится и большинство рек – притоков р. Вилии, в которые заходят на нерест охраняемые виды рыб. Исключение составляет р. Гозовка, правый приток которой размещается на удалении менее 1 км от площадки.

18.3 Организационная структура экологического мониторинга

В рамках единой системы экологического мониторинга необходимо различать мониторинг загрязняющих веществ, основной задачей которого является наблюдение, оценка и прогноз уровней загрязнения (радиационный и химический мониторинг), и мониторинг отклика биоты (биологический мониторинг), в задачу которого входит выяснение ответных реакций компонентов наземных и водных экосистем на внешние воздействия.

В санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения проектируемой белорусской АЭС должны быть организованы пункты постоянного наблюдения за содержанием радионуклидов и химических веществ в природных средах (воздухе, воде, почве), компонен-

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

тах наземных (включая аграрные и лесные) и водных экосистем, а также должны измеряться мощность экспозиционной дозы и поглощенная доза в воздухе.

Наблюдения за содержанием радионуклидов и химических веществ должны осуществляться на специально оборудованных постах наблюдений. Одновременное измерение метеорологических параметров (направление и скорость ветра, температура воздуха, влажность, атмосферное давление) осуществляется на посту контроля, расположенного в СЗЗ станции. При выборе мест размещения постов наблюдений должна быть учтена необходимость получения репрезентативной информации об уровнях загрязнения атмосферного воздуха в зоне максимально возможного воздействия на население и окружающую среду: на промплощадке, в населенных пунктах и местах производства сельхозпродукции, ООПТ и т.д. Полученные результаты измерений должны передаваться в центр сбора и анализа информации. Наблюдения за загрязнением компонентов наземных экосистем целесообразно проводить в пунктах постоянного наблюдения за состоянием атмосферного воздуха.

Биологический мониторинг наземных экосистем, целью которого являлась бы оценка воздействия выбросов белорусской АЭС на критические компоненты, целесообразно проводить в радиусе 3 км и контрольном пункте, расположенном вне влияния выбросов белорусской АЭС.

Объем мониторинга водных экосистем может быть обоснован после 3-х лет наблюдений за химическим составом, температурой и объемом жидких стоков белорусской АЭС с целью окончательной разработки регламента наблюдений и перечня определяемых показателей.

Необходимо организовать получение представительной метеорологической информации для идентификации источника вероятного загрязнения приземной атмосферы радионуклидами и оценки рассеяния газо-аэрозольных выбросов от белорусской АЭС, расположенных вблизи радиационных объектов, и влияния градиентов.

18.3.1 Требования к выходным данным экологического мониторинга

Виды объектов окружающей среды, объем, место, периодичность отбора проб, номенклатура контролируемых параметров определяются таким образом, чтобы:

- минимизировать вероятность не обнаружить изменения в природных средах и компонентах экосистем, в то время как они произошли;
- организационные, технические и методические средства были бы достаточны для идентификации в природных объектах низких (фоновых) концентраций радионуклидов и химических веществ;
- выполнить количественную оценку вклада выбросов/сбросов Белорусской АЭС в изменения параметров экологической обстановки в районе ее расположения.

18.3.2 Радиационный мониторинг

Радиационный мониторинг должен обеспечивать получение информации, необходимой для:

- идентификации и ранжирования источников техногенных радионуклидов в природных средах (вода, воздух, почва) и компонентах экосистем (наземных, водных, аграрных);
- оценки вклада газо-аэрозольных выбросов белорусской АЭС в дозовые нагрузки на население;
- идентификации зон наибольшего влияния выбросов и сбросов белорусской АЭС на окружающую среду и радионуклидов, вносящих основной вклад в дозу облучения населения;

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

- выявления закономерностей в долгосрочной динамике загрязнения природных сред и экосистем при эксплуатации белорусской АЭС;
- оценки доз внешнего и внутреннего облучения населения, неопределенностей оценок дозовых нагрузок и радиационного риска.

Сбор информации о загрязнении природной среды радионуклидами должен выполняться в процессе текущего мониторинга атмосферы, гидросферы, компонентов наземных, в т.ч. аграрных, лесных и водных экосистем.

Данные по выбросам/сбросам радионуклидов и химических веществ предоставляются предприятиями по запросу.

В соответствии с Программой в обязательном порядке должен производиться анализ загрязнения природных сред (воздуха, воды, почвы) и биоты гамма-излучающими радионуклидами (техногенными и естественными). Гамма спектрометрический анализ является наиболее информативным методом и позволяет определять концентрации подавляющего большинства радионуклидов как естественного, так и техногенного происхождения в широком энергетическом диапазоне (50-2000 кэВ) с погрешностью не более 15-20 %.

Для снижения неопределенностей при оценке дозовых нагрузок в программе мониторинга предусмотрено регулярное (1 раз в 4-5 лет) получение информации об удельных/объемных активностях трития, стронция-90, изотопов плутония, а также естественных радионуклидов уран-ториевого ряда в компонентах природной среды.

Необходимо, чтобы результаты мониторинга были дополнены расчетом рассеивания выбросов углерода-14 и трития и дозовых нагрузок по моделям, верифицированным по региональным данным. Хранение, анализ, представление информации должно осуществляться с помощью банка данных и пакета прикладных программ.

Организационные, технические и методические средства должны быть достаточны для идентификации в природных объектах низких (фоновых) концентраций радионуклидов на уровне глобальных выпадений.

Объектами радиационного мониторинга являются:

- природные среды (воздух - аэрозольная и газовая составляющие, атмосферные осадки, поверхностные и подземные воды, питьевая вода, почва);
- компоненты наземных экосистем, включая аграрные и лесные экосистемы (многолетние травы, хвоя, мох, грибы, ягоды, лесная подстилка, молоко, зерновые и другие сельскохозяйственные продукты местного производства);
- компоненты водных экосистем рек и озер ЗН (планктон, водоросли, донные отложения, рыба, взвесь);
- поглощенная доза, мощность экспозиционной дозы.

Список контролируемых в природной среде радионуклидов определяется номенклатурой радионуклидов, выбрасываемых локальными радиационными объектами при их нормальной эксплуатации (углерод-14, тритий, инертные радиоактивные газы, цезий-134,137, кобальт-60, марганец-54, йод-131, стронций-89,90, торий-232, уран-238, радий-226, полоний-210), списком радионуклидов, формирующих техногенный (третий, цезий-134,137, стронций-90, плутоний-239,240, торий-232, уран-238, радий-226) и естественный (торий-232, уран-238, радий-226, калий-40, радон-226) радиационный фон, и вероятные дозовые нагрузки на население при гипотетических авариях (йод-131, гамма-спектр).

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

18.3.3 Химический мониторинг

Задачами химического мониторинга в районе расположения белорусской АЭС являются:

- определение уровней и динамики загрязнения химическими веществами воздуха, воды, компонентов наземных и водных экосистем;
- определение вклада выбросов/сбросов белорусской АЭС в загрязнение природной среды химическими веществами.

Источниками загрязнения окружающей среды в районе расположения Белорусской АЭС химическими веществами могут быть хранилища радиоактивных отходов, котельные, другие промышленные предприятия, места хранения коммунальных отходов, автотранспорт, поверхностный смыв удобрений с сельскохозяйственных угодий, расположенных в водосборных бассейнах водных объектов.

Объектами химического мониторинга являются: приземный воздух, поверхностные и подземные воды, растительный и животный мир, а также продукты питания местного производства.

В список химических веществ, подлежащих контролю, включены:

- нефтепродукты и тяжелые металлы (Fe, Al, Cu, Mn, Zn, Pb, Co, Mo, Cd, Ni, Cr, Sr, V, Hg);
- полициклические ароматические углеводороды и гетероциклические соединения;
- полихлорированные диоксины и бифенилы;
- неорганические загрязнители (окислы серы, азота);
- поверхностно-активные вещества;
- азот и фосфор;
- хлориды, сульфаты, солесодержание в почве.

В целом, перечень контролируемых химических веществ определяется на основании данных предприятий о сбросах/выбросах в окружающую среду.

Химический мониторинг поверхностных вод предусматривает получение информации о гидрохимическом режиме и качестве природных вод: pH, хлориды, сульфаты, солесодержание, взвешенные вещества, формы азота и фосфора, кислород, углерод, биологическое и химическое потребление кислорода. Отбор проб на содержание указанных загрязнителей в объектах водной среды проводится в сбросных каналах предприятий, реках водосборного бассейна. Точки отбора проб воздушной и наземной среды определены в пунктах постоянного наблюдения в соответствии с характером розы ветров и ландшафтом.

Для наблюдения за фоновым состоянием водоема выбирается станция, где исключены явные влияния на качество воды, такие как сбросы предприятий или сельскохозяйственных комплексов, впадение источников, дноуглубительные работы и т.п. Точки отбора проб и периодичность отбора проб атмосферных компонент и наземной среды те же, что и в системе радиационного мониторинга, в частности, для анализа содержания тяжелых металлов выделяется аликвота общей пробы.

Анализ проб объектов природной среды проводится в стационарной аналитической лаборатории общепринятыми методами.

Аналитическое оборудование должно обеспечивать требуемую чувствительность определения концентрации химических веществ на уровне естественного содержания в природных объектах.

Поступление химических веществ со сточными водами предприятий целесообразно контролировать с помощью постов наблюдения, оборудованных автоматическими системами контроля сточных вод.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

Помимо стационарной базовой аналитической лаборатории и постов наблюдения, для обеспечения оперативного контроля необходимо иметь портативные, а также передвижные лаборатории для химического контроля качества воды и загрязнения атмосферы.

18.3.4 Биологический мониторинг

Биологический мониторинг должен быть ориентирован на слежение за состоянием биологических систем разного уровня организации: популяций отдельных видов-индикаторов, биоценозов (по динамике структурных и функциональных показателей).

Цель биологического мониторинга - оценка и прогноз изменений состояния наземных и водных экосистем. Опираясь на базовые данные радиационного и химического мониторинга, биологический мониторинг позволяет оценить реакцию биоты на антропогенную нагрузку.

Основой мониторинга наземных экосистем являются комплексные полевые исследования их состояния, в том числе определение текущего и в динамике уровней состояния агроценозов, почвенного покрова, растительности (фитоценозов), животного мира, определение и анализ содержания радионуклидов, тяжелых металлов и других возможных загрязнителей в компонентах наземных экосистем.

На выбранных постоянных пробных площадях и контрольных участках в течение трех лет выполняются исследования с целью окончательной разработки регламента наблюдений и перечня определяемых показателей.

В первые 3 года в пунктах наблюдений за гидрохимическими параметрами должны быть организованы и проводиться наблюдения за гидробиологическими показателями состояния водных объектов. Кроме того, должны быть организованы наблюдения за параметрами состояния донных отложений. Местоположение пунктов наблюдений должны выбираться с учетом морфологических особенностей, влияния сточных вод белорусской АЭС, а также данных о системе водопользования, и иных сопутствующих объемов хозяйственной деятельности.

В состав гидробиологических исследований входит: изучение количественных характеристик гидробиоценозов (фито-, зоо- и бактериопланктон, бентос, перифитон, макрофиты, ихтиофауна); изучение миграционных характеристик гидробионтов; определение санитарно-гигиенического состояния водного объекта.

Для оценки текущего химического состава донных отложений и его изменений пробы донных отложений отбирают послойно. В отобранных пробах определяют техногенные и естественные радионуклиды, тяжелые металлы. Отбор проб взвесей и донных отложений проводится один раз в 4 – 5 лет.

Для характеристики механического состава в поверхностном слое и по профилю донных отложениях определяют гранулометрические характеристики, объемную массу скелета, естественную влажность, плотность и мощность отдельных слоев донных отложений. Для оценки скорости процессов седиментации и осадконакопления в воде определяют концентрацию взвесей при различных гидрометеорологических условиях, их распределение по водному профилю и по акватории, внутригодовую и внутрисезонную изменчивость.

Окончательная разработка регламента наблюдений и перечень определяемых показателей состояния природных сред, компонентов наземных и водных экосистем выполняется по результатам наблюдений в первые три года после пуска станции.

Кроме вышеперечисленных работ по проведению экологического мониторинга наземных и водных экосистем в районе расположения белорусской АЭС проводятся наблюдения за уровнем и динамикой радионуклидов и химических веществ в подземных водах.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

19 РЕЗЮМЕ НЕТЕХНИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

Целью государственной энергетической политики является максимально эффективное использование природных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) для обеспечения экономического роста и повышения качества жизни населения страны. Оптимизация расходной части топливно-энергетического баланса предусматривает преодоление тенденции доминирования природного газа на внутреннем энергетическом рынке с уменьшением его доли с 79,7 % в 2008 году до уровня примерно 50-60 % к 2020 году. Это значительно повысит уровень энергетической безопасности страны, особенно в условиях роста цен на органическое топливо. К 2020 году в республике появятся первые генерирующие мощности на альтернативных источниках, в том числе АЭС (2,240 МВт), на угле (около 1000 МВт), ГЭС (290 МВт), ТЭЦ на местных видах топлива (до 265 МВт).

Основные направления развития отраслей ТЭК страны определены Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь 17 сентября 2007 г. № 433, Директивой Президента Республики Беларусь № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства».

В рамках реализации этих стратегических документов в стране принят и реализуется ряд государственных программ. Основная из них «Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов на период до 2011 года». (Аналогичная программа разрабатывается и на период 2011-2015 гг.).

Реализация программных документов позволит в ближайшее время ввести 1146,6 МВт высокоэффективных генерирующих мощностей (за период 2006 г. – I половины 2009 г. введено 420 МВт), сэкономить к 2011 году в целом по стране более 7,55 млн.т.у.т. в том числе по системе ГПО «Белэнерго» 1,15 млн. т.у.т. (за период 2006-I-ая половина 2009 г. сэкономлено около 5,5 млн.т.у.т. по стране, а по ГПО «Белэнерго» –1,05 млн. т.у.т.).

Объем потребления местных и возобновляемых видов топлива к 2011 году будет доведен до уровня 6,48 млн.т.у.т.

К 2011 году энергоемкость ВВП планируется снизить на 31% по отношению к уровню 2005 г, к 2015 году на 50 %, а к 2020 году на 60 %.

Беларусь не обладает перспективными гидроресурсами для создания крупной ГЭС. Других реальных альтернативных источников энергии необходимой мощности, кроме ТЭС (на газе) для данного региона не существует. По экономическим и экологическим соображениям АЭС в данном случае является предпочтительней.

Площадка под строительство белорусской АЭС расположена в сельскохозяйственной зоне на северо-западе Республики Беларусь.

Охотничьи угодья или территории с ценными и редкими видами растительного и животного мира при землеотводе не затрагиваются.

Влияние на гидрологический режим местности ограничивается локальным перераспределением потоков приповерхностных грунтовых вод, режим которых определяется в основном атмосферными осадками. Гидрологический режим расположенных в районе рек и озер изменения не претерпит. Применение оборотной системы технического водоснабжения с испарительными башенными градирнями минимизирует забор воды из реки Виляя (подпитка) и практически исключит химическое и тепловое влияние на регион. Влияние выброса влаги из градирен минимально и не представляет опасности для населения и экосистем района размещения АЭС.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

1588-ПЗ-ОИ4

Лист

517

АЭС спроектирована таким образом, что радиационное воздействие на население и окружающую среду в нормальной длительной эксплуатации, предполагаемых эксплуатационных нарушениях и проектных авариях не приводит к превышению установленных доз облучения населения и ограничивается при запроектных авариях. Радиационное воздействие на население и окружающую среду поддерживается значительно ниже установленных нормативных пределов и на разумно достижимом низком уровне.

При нормальной работе энергоблока основным источником поступления радионуклидов в окружающую среду является газоаэрозольный выброс через высотную вентиляционную трубу. Помимо газов и аэрозолей, в процессе эксплуатации энергоблока образуются и накапливаются жидкие и твердые (ЖРО и ТРО соответственно) радиоактивные отходы (РАО). ЖРО перерабатываются и переводятся в ТРО. Все РАО хранятся на АЭС.

Вредные нерадиоактивные сбросы в окружающую среду исключены техническими решениями. Очищенные сточные воды используются в цикле станции. Нерадиоактивные отходы подлежат вывозу на полигон промышленных отходов.

Электромагнитное излучение, шум и вредные выбросы от сооружений АЭС находятся в пределах допустимого и не влияют на окружающую природную среду и население за пределами промплощадки объекта.

Воздействие на почвы, воздушной и водной сред, растительность, животный мир района в период строительства АЭС незначительно.

Для контроля за состоянием окружающей природной среды, включая радиационную обстановку, предусматривается создание локальной сети мониторинга органично сочетающейся с национальной системой мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь.

В соответствии с законом «Об использовании атомной энергии» и нормативными требованиями по размещению атомных станций в районе размещения белорусской АЭС будет установлена СЗЗ и зона наблюдения.

В зоне наблюдения обеспечивается постоянный контроль параметров радиационной обстановки и постоянный мониторинг здоровья населения.

Для непрерывного контроля и прогнозирования радиационной обстановки на территории белорусской АЭС и в зоне наблюдения предусматривается:

- создание автоматизированной системы радиационного мониторинга и ввод в действие Автоматической системы контроля радиационной обстановки (АСКРО);
- контроль всех радиационных параметров окружающей среды, в том числе радиационного фона, приземного слоя воздуха, атмосферных осадков, водной среды, почвы, растительности;
- проведение мониторинга здоровья населения;
- контроль производимых и потребляемых населением сельскохозяйственных продуктов.

Предусматриваемые проектные решения в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности обеспечивают уровень безопасности, соответствующий существующим требованиям законодательства и нормативам.

Техническими решениями достигается минимальное потребление воды для нужд АЭС. Количество отходов минимизировано.

Качественные характеристики и имеющиеся некоторые количественные характеристики прогноза состояния окружающей природной среды и условий жизни населения позволяют оценить белорусскую АЭС, как экологически безопасную.

В процессе разработки и обоснования инвестиций в строительство АЭС оценка ее воздействия на окружающую среду будет представлена общественности и под-

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

вергнута государственной экологической экспертизе в соответствии с нормативными требованиями и действующим законодательством.

Необходимо отметить и большое социально-экономическое значение строительства белорусской АЭС для северо-западного региона Беларуси и, несомненно, для Гродненской области и Островецкого района, а также позитивное отношение жителей района размещения АЭС к этой проблеме.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

1588-ПЗ-ОИ4

Лист

519

20 СПИСОК ССЫЛОЧНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Электроэнергетика за рубежом. Тома XIX – XX. www.polpred.com
- 2 БЕЛТА, 18.10.2008г.
- 3 www.regnum.ru/news/1223143.html 16:43 09.11.2009.
- 4 12.12.2208// информационно-аналитический центр Курской АЭС/Пресс-служба ОАО «Концерн Энергоатом».
- 5 27.11.2008// Центр общественной информации Балаковской АЭС.
- 6 Былкин Б.К., Егоров Ю.А., Емельянов А.Г. и др «Система обеспечения экологической безопасности атомных электростанций» Проблемы радиозологии и пограничных дисциплин. Сборник научных трудов. Выпуск 12. Екатеринбург, 2009 г.
- 7 Былкин Б.К., Егоров Ю.А., Емельянов А.Г. и др «Экологическая безопасность АЭС. как это понимать» Проблемы радиозологии и пограничных дисциплин. Сборник научных трудов. Выпуск 12. Екатеринбург, 2009 г.
- 8 А.В.Носов Вопросы обоснования экологической безопасности инвестиционно-строительных проектов АЭС, семинар 20.05.2009 ОАО «Атомэнергопроект», г.Москва.
- 9 Инструкция о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в Республике Беларусь. Утверждена Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 17 июня 2005 г. № 30.
- 10 ТКП 099-2007 (02120/02300). Размещение атомных станций. Руководство по разработке и содержанию обоснования экологической безопасности атомных станций. Утверждено постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 10 октября 2007г №6-т/88.
- 11 Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте, ООН, Нью-Йорк и Женева, 1994.
- 12 Хмельницкая АЭС, энергоблок 2 Оценка воздействий на окружающую среду, КИЭП «Энергопроект», 43-915.201.012.ОВ13.
- 13 Отчет по оценке влияния на окружающую среду Новая атомная электростанция в Литве 21 августа 2008 года, NNPP_EIAR_D2_Combined_Ru_200808_FINAL.
- 14 Нижегородская АЭС. Энергоблоки № 1 и 2. Предварительный вариант материалов по оценке воздействия на окружающую среду. ПКФ «Концерн Энергоатом», 2009.
- 15 АЭС-2006 Обоснование инвестиций в строительство Ленинградской АЭС-2. Том 5 Оценка воздействия на окружающую среду. ФГУП «СПБАЭП».
- 16 АЭС-2006 Обоснование инвестиций в строительство Балтийской АЭС. Том 5 Оценка воздействия на окружающую среду. ФГУП «СПБАЭП».
- 17 Об использовании атомной энергии. Закон Республики Беларусь от 30 июля 2008 года, № 426-З.
- 18 О радиационной безопасности населения. Закон Республики Беларусь от 5 января 1998 года, № 122-З.
- 19 Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000), утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22 января, № 5.
- 20 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002), утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22 февраля 2002 года, № 6.
- 21 Обоснование инвестирования в строительство атомной электростанции в Республике Беларусь. Книга 1. Разработка исходных данных. РУП «Белнипиэнергопром», 2009 г.

Изн. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

1588-ПЗ-ОИ4

Лист

520

22 Провести исследование природно-географических условий конкурентной площадки, расположенной на выбранном на предыдущем этапе исследований пункте (оптимальный пункт) и представить выводы с итоговой оценкой конкурентной площадки по сумме всех показателей. ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси, № 558, 2008.

23 Дать описание экологических условий конкурентной площадки и представить выводы с итоговой оценкой конкурентной площадки по сумме всех экологических показателей. ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси, Отчёт, № 555, 2008.

24 Сводный том «Комплекс исследовательских и изыскательских работ по выбору площадки для размещения атомной станции в Республике Беларусь». Общая пояснительная записка. РУП «Белнипиэнергопром», 2008 г.

25 Сценарии энергетической политики до 2050 года: европейский регион. Аналитический обзор итогового доклада по исследованию МИРЭС (октябрь 2007 года). Энергохозяйство за рубежом. 2008г., № 2.

26 Международное энергетическое агентство обновило прогнозы мирового потребления энергетического сырья 6 марта 2008 года, 23:40 [Новости отрасли](#) Интернет.

27 Протокол Государственной комиссии от 20.12.2008 г № 3.

28 Ян Гор-Лесси, директор Уранового информационного центра, Австралия. Ядерное электричество. Ростовский информационно-аналитический центр РоАЭС.

29 «Ядерная энергетика - устойчивая технология». Бюллетень Европейского атомного форума, № 62.

30 Риски воздействия атмосферных выбросов электростанций на здоровье населения». Теплоэнергетика. №1. Москва. 2009.

31 Яковлев Р.М. «О реакторах нового поколения». ПроАтом. 2005

32 Кошелев Ф.П. Ядерный энергоисточник в Томске: экология, экономика, безопасность. Томск, 7-8 июня 2007 г, ТПУ, 2007г, с.32//Физико-технические проблемы энергетики: Сборник тезисов докладов IУ Международной научно-практической конференции.

33 Крылов Д.А., Крылов Е.Д., Путинцева В.П. «Оценки выбросов в атмосферу SO₂, N_{ox}, твердых частиц и тяжелых металлов при работе ТЭС, использующих кузнецкий и канско-ачинский уголь», Бюл. по атомной энергии.2005. №4. С.32-36.

34 Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций СПАС-03, Минздрав РФ, 2003 г.

35 Ф.Ран, А.Адаментиадес, Дж.Кентон, Ч.Браун Справочник по ядерной энерготехнологии. Под редакцией В.А.Легасова М.Энергоиздат, 1989 г.

36 Энтони Фрогатт Ядерная энергия: миф и реальность № 2 декабрь 2005 г. русская версия.

37 Основные положения АЭС-2006. ЗАО «Атомстройэкспорт», г.Москва, январь 2009 г

38 Проект АЭС-2006. Ленинградская АЭС-2. ОАО «СПБАЭС», 2009 г.

39 [ФГУП ОКБ Гидропресс](#) ДАТА: 03.07.2007.

40 Безопасность атомных станций: проектирование. Требования № NS-R-1 МАГАТЭ, Вена, 2003 г.

41 Воронин Л.М, Засорин Р.Е, Кайоль А., Щаплю К, и др. Безопасность атомных станций EDF-FPN-DSN-Paris-September 1994 г.

42 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций ОПБ-88/97. Госатомнадзор России. 14.11.1997 № 9.

43 Требования европейских энергетических компаний к АЭС с легководными реакторами. Том 2 Глава1 Требования Безопасности Версия С Редакция 10 Апрель 2001 г.

Изм. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

44 Условия отведения технических стоков Белорусской АЭС. ОАО «СПБАЭП», 2009.

45 Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2005 году

46 НП -019-2000 Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности. Госатомнадзор РФ, 2000.

47 НП-020-2000 Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности. Госатомнадзор РФ, 2000.

48 НП-021-2000 Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности. Госатомнадзор, 2000.

49 Правилами безопасности при хранении и транспортировании ядерного топлива на объектах использования атомной энергии НП-061-05

50 Серия изданий по безопасности, № 115, МАГАТЭ, Вена, 1997 г.).

51 Development of an extended framework for emergency response criteria» (IAEA-TECDOC-1432, Vienna, Austria, 2005)

52 Generic procedures for medical response during a nuclear or radiological emergency» EPR-MEDICAL, IAEA, Vienna, Austria, 2005

53 Дывод из эксплуатации установок ядерного топливного цикла. Руководства №WS-G-2.4, , IAEA, Vienna, Austria, 2005

54 НП-007-98 Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации промышленных реакторов Госатомнадзор РФ, 1998 год

55 Общие положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских ядерных реакторов (НД306.2.02/1.004-98), утверждены приказом Минэкобезопасности от 09.01.98 № 2 и зарегистрированы Минюстом Украины 23.01.98 под № 47/2487.

56 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций" (ОПБ-88/97).

57 Атомная энергия надежна и безопасна по сравнению с другими источниками: эксперт Постоянный адрес новости: www.regnum.ru/news/1224826.html 15:14 13.11.2009).

58 Эксперт: Строительство АЭС сказывается на жизни местных жителей в лучшую сторону Постоянный адрес новости: www.regnum.ru/news/1220176.html 12:49 30.10.2009.

59 Дозы облучения в связи с выбросами от атомных станций в 10 000 раз ниже, чем облучение от природного фона: Рафаэль Арутюнян Постоянный адрес новости: www.regnum.ru/news/1210953.html 19:40 01.10.2009 Версия для печати.

60 Обеспечение локализующих функций защитной оболочки НВ АЭС – 2 (АЭС - 2006) при ЗПА с течами из реакторной установки В-392 М». Д.И.Козлов, С.А.Константинов, М.Б.Мальцев, В.Г.Пересадыко ФГУП «Атомэнергопроект», Москва, В.Б.Проклов, С.С.Пылев ИПБ ЯЭ РНЦ «Курчатовский институт» Москва.

61 Экология на АЭС. Как предусмотреть все остальное? ОАО ТВЭЛ. Представительство на Украине. // www.tvel.com.ua/ru/materials/ecology/1330.

62 Проведение комплекса исследовательских и изыскательских работ с целью выбора площадки для места размещения атомной электростанции и подготовки необходимых материалов к акту выбора места размещения соответствующего земельного участка.

Островецкий пункт, площадка Островецкая – 1. (Геофизические материалы к сводному тому «Пояснительной записки к этапу выбора площадки строительства АЭС»).

УДК Государственный регистрационный. № 01-08-214/1. РУП «Белгеология».

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

63 Информационный отчет по заданию: «Выполнить комплексную геофизическую съемку с характеристикой ресурсов подземных вод и прогнозом миграции радионуклидов с подземными водами территории Островецкого пункта возможного размещения АЭС» Этап 16.15. Составление схематических карт – геоморфологической, четвертичных, дочетвертичных отложений в масштабе 1:100 000, построение геолого-геофизических разрезов. РУП «Белгеология».

64 Промежуточный отчет по заданию: «Выполнить комплексную геофизическую съемку с характеристикой ресурсов подземных вод и прогнозом миграции радионуклидов с подземными водами Территории Островецкого пункта возможного размещения АЭС» Этап 16.6. Выполнить полевые работы методами гравиразведки, магнито-разведки масштаба 1:5 000 -1:10 000, радонометрии электроразведки ближнего радиуса по линиям расчетных профилей ЗМПП по площади. РУП «Белгеология».

65 Заключительный отчет о комплексной инженерно-геологической и гидрогеологической съемке в масштабах 1:50 000–1:5 000 Островецкой площадки возможного размещения АЭС. Этап 5. Объект № 333/08-02, инв. № 53470. РУП «Геосервис».

66 ТКП 098-2007.

67 Отчет о результатах работ «Комплекс сейсмоструктурных исследований на Островецком пункте и площадке возможного размещения АЭС». Этап 19,3 «Составление обобщенной сейсмоструктурной модели района размещения пункта и площадки возможного строительства АЭС 1:100 000 -1:50 000». НАН Б Институт природопользования, Центр геофизического мониторинга.

68 Arapis G., Petrayev E., Shagalova E., Zhukova O., Sokolik G. & Ivanova T. Effective Migration Velocity of ^{137}Cs and ^{90}Sr as a Function of the type of Soils of Belarus. // J. Environ. Radioactivity. - 1997. – Vol. 34. – N 2. – P. 171–185.

69 Петряев Е.П., Соколик Г.А., Иванова Т.Г., Морозова Т.К., Сурмач Н.Г. Динамика вертикальной миграции радионуклидов в чернобыльских почвах. // Геохимия. – 1993. – № 11. – С. 1649–1656.

70 Petryaev E.P., Sokolik G.A., Ivanova T.G., Ovsyannikova S.V., Kilchitskaya S.L., Leynova S.L. Forms of occurrence and migration of Chernobyl radionuclides in Byelorussian soils. // SPETRUM'94, Proceeding of Nuclear and Hazardous waste Management International Topical Meeting. Atlanta. – Georgia, USA, 1994. – P. 182–187.

71 Ovsyannikova S.V., Sokolik G.A., Eismont E.A., Rubinchik S.Ya. The Occurrence of ^{137}Cs and ^{90}Sr and their Mobility in Peat Soils of Byelorussia. // International Peat Journal. International Peat Society, 1998. № 8. P. 32–41.

72 Овсянникова С.В., Соколик Г.А., Эйсмонт Е.А. Содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в почвенной влаге как критерий подвижности радионуклидов. // Доклады НАН Беларуси. 1998. Вып. 42. № 3. – С. 103–116.

73 Овсянникова С.В., Соколик Г.А., Эйсмонт Е.А., Кильчицкая С.Л., Кимленко И.В., Жукович Н.В., Рубинчик С.Я. Почвенные поровые растворы в процессах миграции ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{241}Am // Геохимия. – 2000. – № 2. – С.222–234.

74 Sokolik G., Ovsyannikova S., Kimlenko I. Distribution and mobility of ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239, 240}\text{Pu}$ and ^{241}Am in solid phase-interstitial soil solution system. // Radioprotection-Colloques.– 2002. – V. 37. – P. 259–264.

75 Соколик Г.А., Овсянникова С.В., Кимленко И.М., Рубинчик С.Я. Сорбционные процессы и миграция ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в системе «твердая фаза – раствор» в почвах водосборов озерных экосистем. // Озерные экосистемы, биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы II Междунар. науч. конф. 22–26 сентября 2003 г., Минск – Нарочь / Под общ. ред. Т.М. Михеевой. Мн.: БГУ, 2003. – С. 73–76.

76 Блакітны скарб Беларусі: энцыклапедыя. – Мн.: БелЭн, 2007. – 480 с.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

77 Основные гидрографические характеристики малых водотоков и их водосборов. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. Главное управление гидрометслужбы при Совете Министров СССР. Управление гидрометслужбы Белорусской ССР. 1975 г.

78 Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. Ч.1/ Под ред. К.А. Ключевой. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1971. – 1105 с.; Блакітны скарб Беларусі: энцыклапедыя. – Мн.: БелЭн, 2007. – 480 с.

79 Водохозяйственный расчет головного водохранилища на р. Виля в 5 км выше г. Вилейки.// Укровокааналпроект № 1532-ТГ-пз/1.

80 Разработать и апробировать систему оценки экологического состояния рек с использованием эталонных показателей: отчет о НИР (заключ.) / Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов; рук. А.П. Станкевич. – Минск, 2008. – 180 с. - № ГР 20063015.

81 Обоснование выбора створов наблюдения на фоновых участках водотоков в бассейнах рек Западная Двина, Днепр, Припять, Неман, Западный Буг: Отчет о НИР / Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов; рук. А.П. Станкевич. – Минск, 2008. – 71 с. - № ГР 20071579.

82 Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. Государственный комитет СССР по гидрометеорологии. – М.: 1988 .

83 Отчет о НИР «Выполнение экологического обоснования и разработка проекта водоохранных зон и прибрежных полос рек Неман, Западная Березина, Виля и Щара в пределах Гродненской области». Мн., ЦНИИКИВР. 2004.

84 Акимова О. Д. Биомасса фитопланктона озер Нарочанской группы и других озер Белоруссии // Уч. зап. БГУ. – Вып. 17. – Сер. биол. наук – Мн., 1954. – С. 109–115.

85 Блакітны скарб Беларусі: Энцыклапедыя. – Мн.: БелЭн, 2007. – 480 с.

86 Винберг Г. Г. Материалы к гидрохимической характеристике озер Нарочанской группы. – С.11–19.

87 Власова Б. П., Якушко О. Ф., Гигевич Г. С. и др. Озера Беларуси: Справочник. – Мн.: БГУ, 2004. – 284 с.

88 Гигевич Г. С., Власов Б. П., Вынаев Г. В. Высшие водные растения Беларуси: эколого-биологическая характеристика, использование и охрана // Под общ. ред. Г. С. Гигевич. – Мн.: БГУ, 2001. – С. 29.

89 Гигевич Г. С., Власов Б.П., Вынаев Г.В. Высшая водная растительность Беларуси: эколого-биологическая характеристика, использование и охрана. – Минск, БГУ. 2001. С. 76–86.

90 Кудельский А. В. Рассказы о воде: Белорусские криницы. – Мн.: Наука и техника, 1981. – 119 с.

91 Мороз М. Д., Гигиняк Ю. Г., Голубев А. П., Мухин Ю. Ф. Фауна родников как составляющая часть биоразнообразия водоемов Белорусского Поозерья // Проблемы ландшафтной экологии животных и сохранения биоразнообразия: Материалы республ. научно-практ. конф. – Минск. 1999.

92 Провести инвентаризацию родников Мядельского, Вилейского, Воложинского и Логойского районов Минской области, выявить наиболее ценные в природном отношении с целью рекомендации для создания особо охраняемых природных территорий / Отчет о НИР / НИЛ озераведения, БГУ. – 2004.

93 Родники Минской области, охрана и использование / Отчет о НИР / Институт зоологии НАН Беларуси. – № ГР 19961986. – 1996.

94 Аннотированный отчет о комплексной инженерно-геологической и гидрогеологической съемке в масштабе 1:50 000 Островецкого пункта (площадь 25 км²) // Дорогокупец Л.В., Таран В.В., Лярский С.П. Минск, УП «Геосервис», 2009.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недлок	Подп.	Дата

95 СанПиН 10-124 РБ 99. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Минск, 1999.

96 Пашкевич В.И. Основные черты зональности химического состава подземных вод зоны активного водообмена центральной части Припятского артезианского бассейна // Режим, баланс и геохимия подземных вод Припятского Полесья. Минск, Наука и техника, 1983, С. 113-121.

97 Пашкевич В.И., Шелухин С.В. Оценка естественного геохимического фона подземных вод четвертичных отложений Беларуси // Материалы научно-технической конференции «Водные ресурсы и устойчивое развитие экономики Беларуси», т.2, Минск, ЦНИИКИВР, 1996, с. 63-65.

98 Кудельский А.В., Пашкевич В.И., Ясовеев М.Г. Подземные воды Беларуси // ИГН НАН Беларуси. Минск, 1998. 260 с.

99 Отчет о комплексной инженерно-геологической и гидрогеологической съемке в масштабе 1:10 000 Островецкой площадки. Этап 3. Объект № 333/08-02, инв.№ 53091. РУП «Геосервис».

100 Справочное пособие к СНиП 2.06.15-85 «Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях».- М., Стройиздат, 1991 г.

101 Рекомендации по выбору гидрогеологических параметров для обоснования способа дренирования подтопления городских территорий. ПНИИС Госстроя СССР. – М., Стройиздат, 1986 г.

102 Отчет о НИР «Разработать региональную гидродинамическую схему потоков подземных вод трансграничных территорий в районе возможного размещения Островецкой АЭС». РУП «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт». Мн., 2009. – 53 с.

103 СНиП 2.06.15-85 Инженерная защита территории от затопления и подтопления.

104 Крышев И.И., Алексахин Р.М., Сазыкина Т.Г. и др. Радиоактивность районов АЭС. Под ред. И.И. Крышева. М.:ИАЭ И.В. Курчатова, 1991.

105 Перцов Д.А. Ионизирующее излучение биосферы. М.:Атомиздат, 1973.

106 Маргулис У.Я. Атомная энергия и радиационная безопасность. М., Энергоатомиздат, 1988.

107 Алексахин Р.М. Ядерная энергия и биосфера. М.:Энергоиздат, 1982.

108 Ильин Л.А., Иванов А.А., Кочетков О.А. и др. Техногенное излучение и безопасность человека. Под ред. акад. Л.А. Ильина. М.: Издат, 2006.

109 Израэль Ю. А., Вакуловский С. М., Ветров В. А. и др. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред. Под ред. акад. Ю. А. Израэля. Л.:Гидрометеоздат, 1990.

110 Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере: Справочник. М.:Энергоатомиздат, 1991.

111 Допустимые выбросы радиоактивных и вредных химических веществ в приземный слой атмосферы. Под ред. Е.Н. Теворовского и И.А. Терновского М.:Атомиздат, 1980.

112 Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. М.:Энергоатомиздат, 1991.

113 Техногенное излучение и безопасность человека. Под ред. акад. Л.А.Ильина; М.: Издат, 2006.

114 Сельскохозяйственная радиозоологии. Под ред. Р.М. Алексахина, Н.А.Корнеева. М.:Экология, 1992.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недлок	Подп.	Дата

115 Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А. и др. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. Под ред. Л.А. Ильина и В.А. Губанова. М.:ИздАТ, 2001.

116 ГН 10-117-99 "Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)".

117] Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственном сырье и кормах

118 Ландшафтная карта Белорусской ССР. М. 1:600000. ГУГК, 1984.

119 Ландшафты Белоруссии / Под ред. Г.И. Марцинкевич, Н.К. Клицуновой. Мн., 1989.

120 Полезные ископаемые Беларуси / Редкол.: П.З. Хомич и др. Мн., 2002.

121 Кадастровый справочник. Торфяной фонд БССР. Могилевская область. Управление государственного торфяного фонда «Госторффонд» при Госплане БССР. Мн., 1979.

122 Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. М., 1988

123 Пологинов Б.Б. Учение о ландшафтах // Вопросы географии. Сб. 33, 1953.

124 Paces T. Critical loads of Trace Metals in Soils: a Method of Calculation. Water Air and Soil Pollution, 105, 1998. – 451–458 pp.

125 Боровик Е.А. Рыбопромысловые озера Белоруссии. Мн., 1970.

126 Рыбы: Справочник. Мн., 1989.

127 Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. – Минск, БелЭН, 2004.

128 Пикулик М.М. Земноводные Белоруссии. - Мн., 1985.

129 Пикулик М.М., Бахарев В.А., Косов С.В. Пресмыкающиеся Белоруссии. – Мн., 1988

130 Никифоров Е., Яминский Б.В., Шкляр Л.П. Птицы Белоруссии. – Мн., 1989.

131 Здоровоохранение в Республике Беларусь: офиц. стат. сб. за 2005 г. / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. — Минск: ГУ РНМБ, 2006. — 276 с.

132 Здоровоохранение в Республике Беларусь: офиц. стат. сб. за 2006 г. / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. — Минск: ГУ РНМБ, 2007. — 280 с.

133 Здоровоохранение в Республике Беларусь: офиц. стат. сб. за 2007 г. / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. — Минск: ГУ РНМБ, 2008.

134 Здоровоохранение в Республике Беларусь: офиц. стат. сб. за 2008 г. / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. — Минск: ГУ РНМБ, 2009.

135 Население Республики Беларусь: стат. сб. за 2008 г. / Министерство статистики и анализа Республики Беларусь. — Минск, 2008.

136 Регионы Республики Беларусь: стат. сб. за 2008 г. / Министерство статистики и анализа Республики Беларусь. — Минск, 2008.

137 Население Республики Беларусь, 2008: стат. сб. / Мин-во статистики и анализа Республики Беларусь. — Минск, 2008.

138 Регионы Республики Беларусь, 2008: стат. сб. / Мин-во статистики и анализа Республики Беларусь. — Минск, 2008..

139 Боровиков, В.Б. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В.Б. Боровиков. — СПб.: Питер, 2001. — 656 с.

140 Петри А., Наглядная статистика в медицине / А. Петри, К. Сэбин; пер. с англ. В.П. Леонова. — М.: ГЭОТАР МЕД, 2003. — 144 с.

141 Здоровоохранение в Республике Беларусь, 2005: офиц. стат. сб. / Мин-во здравоохранения Республики Беларусь. — Минск: ГУ РНМБ, 2006. — 276 с.

142 Здоровоохранение в Республике Беларусь, 2006: офиц. стат. сб. / Мин-во здравоохранения Республики Беларусь. — Минск: ГУ РНМБ, 2007. — 280 с.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

143 Здравоохранение в Республике Беларусь, 2007: офиц. стат. сб. / Мин-во здравоохранения Республики Беларусь. — Минск: ГУ РНМБ, 2008.

144 Здравоохранение в Республике Беларусь, 2008: офиц. стат. сб. / Мин-во здравоохранения Республики Беларусь. — Минск: ГУ РНМБ, 2009.

145 Поляков, С.М. Злокачественные новообразования в Беларуси 1998-2007: стат.сб. / С.М. Поляков, Л.Ф. Левин, Н.Г. Шебеко; под ред. А.А.Граковича [и др.]. — Минск: РНПЦ МТ, 2008. — 197 с.

146 Письмо Гродненского областного исполнительного комитета №01-01-30/32 от 30.01.2009г.

147 Кочановский С.Б., Ванеева И.П., Неверова Т.А., Удовенко С.А., Якубовская Н.С. Особенности экологических ограничений при размещении народнохозяйственных объектов по видам природных ресурсов // Природопользование и охрана окружающей среды / Сб. статей: Мн. — 2000.- С. 11.

148 Шахов И.С., Черняк В.Я. Экологические ограничения использования стока рек // Мелиорация и водное хозяйство. — 2000. - №2. — С. 37-38.

149 Станкевич А.П. Расчет неустановившегося движения воды в системе водотоков с закольцованными участками. // Сб. Гидравлика открытых русел. М.-ВНИИГИМ, 1984, с.35-39

150 Анализ однородности рядов речного стока. Рекомендации. — Мн.: ЦНИИКИВР, 1985. — 40 с.

151 Пруды Беларуси как антропогенные водные объекты, их особенности и режим: монография/ И.И. Кирвель. Мн.: БГПУ, 2005 - 234 с.

152 Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2007 г.)/ Мн., ЦНИКИВР. 2008 г.

153 Усовершенствованные методы прогностических расчетов распространения по речной сети высокозагрязненных вод с учетом форм миграции наиболее опасных загрязняющих веществ. Рекомендации// ГУ «Гидрохимический институт» Росгидромета, Ростов на Дону: 2008 г., 166 с.

154 Обязательные технологические правила строительства атомных электростанций с реакторами ВВЭР-1000. ОТП-86. Том I. Сводный том / Министерство энергетики и электрификации СССР. Главное техническое управление по строительству и Стройиндустрии. М., 1988 г. - с. 112.

155 Обоснование инвестирования в строительство атомной электростанции в Республике Беларусь. Этап 4. Оценка воздействия на окружающую среду. Пояснительная записка. 1588-ПЗ-ОИ4. Книга 3. Описание АЭС. Характеристика источников воздействия АЭС. Министерство энергетики Республики Беларусь. Проектное научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «БЕЛНИПИЭНЕРГОПРОМ» / Мн., 2009 г. — 69 с.

156 Протасов А. А., Силаева А.А. Состав, распределение, обилие моллюсков в водоемах, подверженных воздействию сбросных подогретых вод электростанций // Вісн. Житомир. держ. пед. ун-ту. — 2002. — № 10. — С. 16-17.

157 Протасов А. А. Пресноводный перифитон.— Киев: Наук. думка, 1994. — 307 с.

158 Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере: Справочник. М.:Энергоатомиздат, 1991.

159 Допустимые выбросы радиоактивных и вредных химических веществ в приземный слой атмосферы. Под ред. Е.Н. Теверовского и И.А. Терновского М.:Атомиздат, 1980.

160 Сельскохозяйственная радиоэкологии. Под ред. Р.М. Алексахина, Н.А.Корнеева. М.:Экология, 1992.

161 Георгиевский В.Б. Экологические и дозовые модели при радиационных авариях. Киев:Навукова думка, 1994.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

162 Романов Г.Н. Ликвидация последствий радиационных аварий: Справочное руководство. М.:ИздАТ, 1993.

163 Подоляк А. Г., Богдевич И. М., Агеев В. Ю., Тимофеев С. Ф. Радиологическая оценка защитных мероприятий, применяемых в агропромышленном комплексе Республики Беларусь в 2000-2005 гг. (к 20-й годовщине аварии на Чернобыльской АЭС). Радиационная биология. Радиоэкология. 2007. том 47. № 3.

164 Алексахин Р.М., Фесенко С.В., Санжарова Н.И. Основные итоги работ в области сельскохозяйственной радиоэкологии по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986-2001 гг. Радиационная биология. Радиоэкология. 2001. Т. 41. № 3.

165 Кашпаров В.А, Лазарев Н.М, Полищук С.В. Проблемы сельскохозяйственной радиологии в Украине на современном этапе. Агроэкологічний журнал, 2005, № 3.

166 Пристер Б.С. Проблема долгосрочного прогнозирования динамики накопления ¹³⁷Cs растениями. Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий: Труды Международной конференции, Москва, 5-6 декабря 2005 г. Том 3. Воздействие радиоактивного загрязнения на антропогенные и сельскохозяйственные экосистемы. Дозы облучения населения в результате радиоактивного загрязнения окружающей среды при ядерных взрывах и авариях. Стратегии и контрмеры. Под ред. акад. Ю.А.Израэля.

167 Мошаров О.В. Прогнозирование накопления долгоживущих радионуклидов в сельскохозяйственных растениях: статистические методы и модели. Дисс. на соискание ученой степени канд. наук. Обнинск, ВНИИСХРАЭ, 2006.

168 ГН 2.6.1.8-127-2000 Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000), утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25 января 2000 г. № 5

169 «The International Nuclear Event Scale (INES)». User,s Manual. 2001 Edition. Jointly prepared by IAEA and OECD/NEA. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2001

170 Проект АЭС-2006. Основные характеристики. Технические решения по системе безопасности. Доклад Первого заместителя генерального директора. Директор по проектированию объектов. И.И.Копытов. ФГУ «Атомэнергопроект» г.Томск, 13 мая 2008 года.)

171 АЭС-2006. Техническое задание на разработку базового проекта. 2006г.

172 USA-APWR DCD. 2008 г

173 INSAG-3. Доклады по безопасности. Основные принципы безопасности атомных электростанций. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности.-1989.-92с.

174 Предварительный отчет по обоснованию безопасности Ленинградской АЭС-2, гл.15 Анализ аварий, книга 7. ФГУП «СПбАЭП», 2007 г.

175 A simplified approach to estimating reference source terms for LWR desing. IAEA-TECDOC-1127.

176 Отчет по обоснованию безопасности Тяньваньской АЭС-2, гл.15 Анализ аварий, книга 4. ФГУП «СПбАЭП», 2002 г.

177 Fennovoima. Environmental Impact Assessment Report for a Nuclear Power Plant. Fennovoima Ltd., October 2008;

178 New Nuclear Power Plant in Lithuania. Environmental Impact Assessment Report Summary. International hearing. August 27th, 2008.

179 Supplementing the Loviisa NPP with a third Plant Union - Loviisa 3. Environmental Impact Assessment Report Summary. Fortum Power and Heat Oy, 2008.

180 Шамов Г.И. Речные наносы. Л.: «Гидрометеорологическое издательство», 1959. - 378 с.

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата
------	---------	------	-------	-------	------

181 Анненков Б.Н., Юдинцева Е.В. Основы сельскохозяйственной радиологии. М.: Агропромиздат, 1991.

182 Кривоулицкий Д.А., Тихомиров Ф.А., Федоров Е.А. и др. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз. М.: Наука, 1988.

183 Effects of ionizing radiation on non-human biota. Report of 56 Session United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Vienna, 2008.

184 Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency. Safety Guide, Safety Standards Series №GS-G-2.1 / International Atomic Energy Agency. — Vienna: IAEA, 2007.

185 Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions during a Reactor Accident. IAEA-TECDOC-955 / International Atomic Energy Agency. — Vienna: IAEA, 1997. — 259 p.

186 Серия изданий по безопасности, № 115. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и опасного обращения с источниками излучения / Международное агентство по атомной энергии. — Вена: МАГАТЭ, 1997.

187 RASCAL 3.0, Description of Model and Methods, NUREG-1741 / USNRC: — Washington, DC 2001.

188 Generic Procedures for Assessment and Response during a Radiological Emergency. IAEA-TECDOC-1162 / International Atomic Energy Agency. — Vienna: IAEA, 2002.

189 Инструкция по применению. Определение поглощенных доз облучения щитовидной железы населенных пунктов Республики Беларусь: утверждено Мин-вом здравоохранения Респ. Беларусь 03.10.08, № 048-0508. — Гомель, 2008.

190 Рекомендации международной комиссии по радиологической защите. Публикация № 60 — Москва. 1994.

191 Criteria for use in Preparedness and Response to a Nuclear or Radiological Emergency. Safety Guide. Safety Standards Series №GS-R-2.2 / International Atomic Energy Agency. — Vienna: IAEA, (in preparation).

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

21 ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АСРТК – автоматическая система радиационного технологического контроля
АСУ ТП – автоматическая система управления технологическим процессом
АЭС – атомная электрическая станция
АЯЭ – агенство по ядерной энергии
БКП₅ - биохимическое потребление кислорода
БПУ – блочный пункт управления
БРУ-А - быстродействующее редуцирующее устройство сброса в атмосферу
БЭР – блок электроразводок
БТЕ – британская тепловая единица
ВВП – валовый внутренний продукт
ВАО – высокоактивные отходы
ВКУ – внутри корпусное устройство
ВВК – вывод внутриреакторного устройства
ВАБ – вероятностный анализ безопасности
ВХВ – вредные химические вещества
ВКР – верхний концевой выключатель
ВХР – водный химический режим
ВПП – валовая первичная продукция
ВПФ – внешние природные факторы
ВХБ – водохозяйственный баланс
ВМВС- Вилейско-Минская водная система
ГЦНА – главный циркуляционный насосный агрегат
ГЦН – главный циркуляционный насос
ДР – дистанционирующая решетка
Д – деструкция
ЖУ – жесткий упор
ЖРО – жидкие радиоактивные отходы
ЖРС – жидкая радиоактивная среда
ЗА – запроектная авария
ЗО - защитная оболочка
ЗКД – зона контролируемого доступа
ЗРУ – защитное распределительное устройство
ЗН – зона наблюдения
ИС – исходное событие

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

ИЗВ – индекс загрязнения воды
 КИУМ – коэффициент использования установленной мощности
 КИП – контрольно измерительный прибор
 КГС – коэффициент гидравлического сопротивления
 КТП – коэффициент теплового перемешивания
 МЭА – мировое энергетическое агенство
 МДР – минимально допустимый расход
 МД – мощность дозы
 НК – направляющий канал
 НЗХК – Новосибирский завод химических концентратов
 НКВ – нижний концевой выключатель
 НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
 НТД – нормативно техническая документация
 НЭ – нормальная эксплуатация
 ННЭ – нарушения нормальной эксплуатации
 НЗК – невозвратный защитный контейнер
 ОЭСР – организация экономического сотрудничества и развития
 ОЯТ – отработавшее ядерное топливо
 ОАО – открытое акционерное общество
 ОКБ ПГ – опытное конструкторское бюро «Гидропресс»
 ОКБ – общие колимфорные бактерии
 ООПТ – особо охраняемая природная территория
 ОВК – объединенный вспомогательный корпус
 ПС СУЗ – поглощающий стержень СУЗ
 ПЭЛ - поглощающий элемент
 ПООБ – предварительный отчет по обоснованию безопасности
 ПГ – парогенератор
 ПДК – предельно допустимая концентрация
 ПАВ – предельный аварийный выброс
 РАО – радиоактивные отходы
 РУ – реакторная установка
 РНУ КИ – Российский научный центр «Курчатовский институт»
 РВ – радиоактивные вещества
 РСА – рассеивающая способность атмосферы
 РП – реперная площадка
 СУЗ – система управления защитой

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч.	Лист	Недок	Подп.	Дата

СРК – система радиационного контроля
 СПП – сепаратор-промперегреватель
 СПОТ ПГ – система пассивного отвода тепла парогенератора
 СПОТ ЗО – система пассивного отвода тепла защитной оболочки
 СПОТ – система пассивного отвода тепла
 СЗЗ – санитарно-защитная зона
 СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества
 СКУ АЭС – система контроля и управления атомной станции
 ТЭЦ – теплоэлектроцентраль
 ТЭР – топливо энергетические ресурсы
 ТЭС – тепловая электрическая станция
 ТЭК – топливо энергетический комплекс
 ТВС – тепловыделяющая сборка
 ТЗ – техническое задание
 ТТО – транспортно-технологические операции
 ТРО – твердые радиоактивные отходы
 УТВС – усовершенствованная ТВС
 УЛР – устройство локализации расплава
 УУФ – установка ультрафильтрации
 УОО – установка обратного осмоса
 УВ – уровень вмешательства
 ХТРО – хранилище твердых радиоактивных отходов
 ХПК – химическое потребление кислорода
 ЦМС – центральный материальный склад
 ЦВД – цилиндр высокого давления
 ЦНД – цилиндр низкого давления
 ЦДР – циркониевая дистанционирующая решетка
 ЭБ – энергетический блок
 ОООКС – здание переработки низкоактивных отходов
 УКС – вспомогательные реакторные здания
 УИС – помещения реакторных зданий

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Коп.вч	Лист	Недок	Подп.	Дата