

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Т. А. Кулагина
подпись

«___» _____ 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Аттестация рабочих мест цеха на предприятии по переработке ядерных отходов
20.04.01 «Техносферная безопасность»
20.04.01.03 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Научный руководитель	_____	доцент, к.т.н.	О. А. Козин
	подпись, дата		
Выпускник	_____		О. О. Телешева
	подпись, дата		
Рецензент	_____	доцент, к.т.н.	И.В. Варфоломеев
	подпись, дата		

Красноярск 2019

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Т. А. Кулагина
подпись

«___» _____ 201__ г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студенту Телешевой Ольге Олеговне

Группа ФЭ17-07М.

Направление (специальность): 20.04.01 Техносферная безопасность.

Программа: 20.04.01.01 Безопасность жизнедеятельности в техносфере

Тема выпускной квалификационной работы «Аттестация рабочих мест
цеха на предприятии по переработке ядерных отходов».

Утверждена приказом по университету № _____ от «___» _____ 201__ г.

Руководитель ВКР О. А. Козин, доцент, кандидат технических наук.

Исходные данные для ВКР:

- данные для расчета: перечень профессий, данные дозиметра-радиометра.
- научная и справочная литература;
- научные работы.

Перечень разделов ВКР:

1. литературный обзор;
2. расчет класса условий труда;
3. расчет риска возникновения злокачественных новообразований и количества дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями.

Научный руководитель

подпись

О.А. Козин

Задание принял к исполнению

подпись

О.О. Телешева

« ____ » _____ 201__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК

выполнения этапов ВКР

Сроки выполнения	Наименование и содержание этапа
30.10.17 – 01.11.17	Выбор темы для написания научной работы. Определение глав диссертации, выбор методов исследования
01.11.17 – 31.12.17	Поиск литературы по теме исследования
01.01.18 – 30.04.18	Анализ литературы по теме исследования
01.05.18 – 31.12.18	Продолжение анализа литературы по выбранной теме
01.01.19 – 31.03.19	Подбор данных, проведение расчетов по выбранной методике
01.04.19 – 31.05.19	Анализ полученных результатов, формирование выводов, полученных в результате исследования
01.06.19 – 30.06.19	Формирование диссертации
01.07.19 – 10.07.19	Подготовка доклада

Научный руководитель

подпись

О. А. Козин

Задание принял к исполнению

подпись

О. О. Телешева

« ____ » _____ 201__г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в форме магистерской диссертации по теме «Аттестация рабочих мест цеха на предприятии по переработке ядерных отходов» содержит 88 страниц текстового документа, 65 использованный источник.

ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ, КЛАСС УСЛОВИЙ ТРУДА, ВРЕДНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА, СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА, АТТКСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ, РАДИАЦИОННЫЕ РИСКИ.

Ключевые слова: источники ионизирующего излучения, класс условий труда, вредные условия труда, специальная оценка условий труда, аттестация рабочих мест, радиационные риски.

Объектом исследования являются условия труда работников предприятия по переработке ядерных отходов на предмет их соответствия санитарным нормам и правилам.

Цель – в рамках работы исследовать изменение классов условий труда при условии изменения качественного и количественного состава радиоактивных отходов.

В результате проведения исследования должности были разделены на группы в зависимости от периода воздействия источников ионизирующего излучения. Для каждой группы был произведен расчет условий труда. Затем проводились рассчитывались риски возникновения злокачественных новообразований и количества дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями при условии сохранения действующих условий труда.

В итоге было определено, что для всех групп класс условий труда изменился, однако все еще относится к группе вредных условий труда.

АННОТАЦИЯ
к выпускной квалификационной работе
на тему: Аттестация рабочих мест цеха на предприятии по
переработке ядерных отходов

Выпускная квалификационная работа выполнена на 88 страницах, включает 24 таблиц, 12 иллюстраций и 65 литературных источников.

Объектом исследования являются условия труда работников предприятия по переработке ядерных отходов на предмет их соответствия санитарным нормам и правилам.

Цель – в рамках работы исследовать изменение классов условий труда при условии изменения качественного и количественного состава радиоактивных отходов.

В магистерскую диссертацию входит введение, пять глав и итоговое заключение по проделанной работе.

Во введении раскрывается актуальность выпускной квалификационной работы по выбранному направлению, цель, задачи и актуальность.

В первой главе представлены общие сведения, литературный обзор в области оценки условий труда, а также об эффектах производственных факторов на организм человека.

Во второй главе описаны методы расчетов, используемые в работе.

В третьей главе представлена характеристика производственного процесса цеха, для которого производилась оценка условий труда.

В четвертой главе описаны расчеты класса условий труда.

В четвертой главе произведены расчеты риска возникновения злокачественных новообразований и количества дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями.

В заключении сформулированы выводы по выпускной квалификационной работе в форме магистерской диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Современное состояние проблемы.....	11
1.1 Законодательная база по вопросам оценки условий труда	11
1.2 Характеристика условий труда и их влияние на работника	14
1.3 Факторы профессионального риска в нарушении здоровья работающих	17
2 Объект и методы исследований.....	25
2.1 Методика отнесения условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии ионизирующего излучения.....	25
2.2 Расчет рисков для персонала по ионизирующему излучению	27
3 Описание объекта исследования	30
3.1 Характеристика технологического процесса цеха кондиционирования и переработки радиоактивных отходов	33
3.1.1 Узел хранения жидких высокоактивных отходов	33
3.1.2 Узел переработки и передачи высокоактивных отходов	35
3.1.3 Узлы подготовки и передачи жидких среднеактивных отходов на глубинное захоронение, хранения пульпы и отработавших ионообменных смол, выдачи пульпы из ёмкостей, накопления пульпы и их переработка (отделения 83, 84, 86, 59/II, 85)	36
3.1.4 Узлы извлечения пульпы из ёмкостей АГ-8601/3, АГ-8401/3 и АГ- 8301/2 и накопления пульпы в ёмкостях отделения 59/II.....	39
3.1.5 Узел подготовки нетехнологических жидких радиоактивных отходов к глубинному захоронению (отделение 73).....	41
3.1.6 Узел передачи нетехнологических растворов завода на очистные сооружения ИХЗ (отделение 73)	42
3.1.7 Узел дезактивации и окисловки съёмного технологического оборудования, растворения слитков природного и рециклированного урана (отделение 78).....	44

3.1.8 Узел приёма, хранения и переработки дренажно-дезактивирующих растворов, конденсата и газоочистного оборудования цехов № 1,2 (отделение 64/І,ІІ)	46
3.1.9 Узел сбора, хранения и передачи на переработку конденсата с ПВВС РЗ (отделение 64а)	47
4 Оценка условий труда по ионизирующему излучению	48
5 Оценка риска воздействия ионизирующего излучения на здоровье работающих в цехе кондиционирования и переработки радиоактивных отходов	69
5.1 Расчет рисков для руководства.....	71
5.2 Расчет рисков для технологической группы.....	73
5.3 Расчет рисков для службы механиков.....	74
5.4 Расчет рисков для аппаратчиков	75
5.5 Расчет рисков для операторов радиохимического производства	76
Заключение	79
Список использованных источников	81

ВВЕДЕНИЕ

Базовым принципом государственной политики Российской Федерации является укрепление здоровья трудоспособного населения путем внедрения системы управления профессиональными рисками на каждом рабочем месте.

Россия является одной из ведущих в мире стран по производству ядерного сырья и его использования. Внедрение новых и выведение действовавших ранее цехов, видоизменяет характер и условия труда работников большинства профессиональных групп. Еще при проведении пуско-наладочных работ на первых атомных объектах стало очевидно, что радиоактивное загрязнение поверхностей оборудования, рабочих помещений, а также спецодежды и кожных покровов персонала может явиться существенным источником радиационного воздействия. Кроме того, загрязненные радиоактивными веществами поверхности рабочих помещений, оборудования и спецодежды создают угрозу распространения радиоактивных веществ за пределы рабочей зоны. Поэтому уже на заре создания атомной промышленности стала очевидной необходимость контроля уровней радиоактивного загрязнения и их ограничения путем установления соответствующих нормативов.

В таких условиях человек подвергается как внутреннему, так и внешнему искусственному ионизирующему излучению. Радиационное повреждение тканей и/или органов зависит от полученной дозы облучения или поглощенной дозы. Ввиду чего постоянный контроль данного фактора на предприятиях ядерной отрасли является первостепенной задачей.

Цель – в рамках работы исследовать изменение классов условий труда при условии изменения качественного и количественного состава радиоактивных отходов.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1. провести аналитический обзор научной литературы с целью выявления существующих проблем в исследуемой области;

2. провести расчетные исследование по оценке изменения класса условий труда на производстве;

3. произвести расчеты риска возникновения злокачественных новообразований и количества дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями.

1 Современное состояние проблемы

1.1 Законодательная база по вопросам оценки условий труда

В соответствии со статьей 37 Конституции Российской Федерации – «Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены» [20]. Более детально положения этой статьи раскрыты в Трудовом кодексе Российской Федерации [49] и других нормативно-правовых актах по охране труда. В целях защиты жизни и здоровья работников в процессе производства, а также создания им благоприятных социальных условий трудовое законодательство устанавливает ряд существенных требований, касающихся организации охраны их труда. В приоритетах государства всегда стоит задача повышения благосостояния населения на основе динамичного и устойчивого экономического роста, и повышения конкурентоспособности страны. Выполнение поставленной задачи под силу людям профессионализм и квалификация которых отвечает современным требованиям, а совокупность физических, умственных и эмоциональных возможностей позволяет им выполнить работу определенного объема в определенные сроки без ущерба своему здоровью. Ввиду чего в России предложения по модернизации трудового права обусловлены тем, что [22]:

- во-первых, ввиду обострившихся проблем в экономике благодаря мировому кризису, для эффективного управления производством необходимо сокращение производственных затрат, а также повышение эффективности работников;
- во-вторых, предприятия встали перед проблемой поиска наиболее приемлемых мер решения проблемы осовременивания экономики с наименьшими потерями для производства;
- в-третьих, изменения, происходящие в экономике, вынуждают работодателей к поиску способов повышения выработки работников, создавая

при этом график труда, подстраивающийся под сотрудника, новые формы условий труда, условия по привлечению сотрудников в регионы с недостаточными трудовыми ресурсами.

От того в каких условиях работник осуществляет свою трудовую деятельность зависит его заработная плата. Заработная плата определяется как вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы. Заработная плата также включает компенсационные выплаты – это выплаты, получаемые работником за трудовую деятельность, осуществляемую в условиях, которые не отвечают санитарным нормам и правилам, к факторам, обеспечивающим работнику компенсационные выплаты относятся климатические условия, работа на территориях с повышенным радиоактивным фоном, и многие другие. В связи с чем работодатель, обеспечивая безопасные условия труда, сохраняет не только здоровье работника, но и сокращает собственные расходы на компенсационные выплаты [37].

До 01.01.2014 основным документом, применяемым для выявления соответствия рабочего места государственным нормативным требованиям охраны труда, являлся Приказ Минсоцразвития России от 26.04.2011 N 342н «Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда» [36]. С 01.01.2014 аттестация рабочих мест была заменена процедурой, по специальной оценке, условий труда (СОУТ), обязанность проведения которой закреплена в Федеральном законе от 28.12.2013 N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [33, 35].

Многие сходятся во мнении, что отмена аттестации рабочих мест связана с непродуктивностью данной процедуры. Это подтверждается тем, что не выполнялась одна из основных целей данной процедуры – улучшение условий труда на рабочих местах. Кроме этого, работодатели не желали проводить аттестацию рабочих мест, что требовало от них дальнейшего выполнения мер в системе охраны труда на предприятии с целью повышения ее эффективности. Аттестация рабочих мест предполагала определение

фактических условий, в которых работник осуществляет свою деятельность, специальная оценка условий труда расширила диапазон своего действия – теперь это интегральная процедура, включающая в себя определение класса условий труда, с последующим обозначением надбавок за условия работы и обеспечения работниками средствами индивидуальной защиты, кроме этого на работодателя возлагается обеспечение работника социальными льготами, кроме этого сюда также входят вопросы связанные с воплощением мер по улучшению работы сотрудников и планирование расходов, связанных с этими мерами [51].

Новая процедура дала основания для перехода от общего определения социальных льгот и доплат работникам, осуществляющим трудовую деятельность во вредных и опасных условиях труда, к установлению конкретных последствий производственного процесса и негативного воздействия негативных факторов на сотрудника. Таким образом, сокращается объем выполняемых оценок условий труда так как исключены оценки по травмоопасности рабочих мест и обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты, соответственно не предусмотрена комплексная оценка условий труда [30].

Организация по проведению СОУТ по-прежнему возлагается на работодателя и организацию, проводящую спецоценку, которая привлекается на основании гражданско-правового договора. В свою очередь с введением специальной оценки условий труда были ужесточены требования к организациям и экспертам ее проводящим. Также были конкретизированы права и обязанности организаций проводящих специальную оценку условий труда, работодателей и работников, предусмотрена процедура обжалования работодателем действий организаций, проводящей спецоценку, а также процедура обжалования результатов специальной оценки условий труда широким кругом заинтересованных лиц [16].

С принятием Федерального закона «О специальной оценке условий труда» были внесены две существенные поправки в статью 209 Трудового

кодекса РФ. Согласно первой, система управления охраной труда – это комплекс взаимосвязанных и (или) взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели в области охраны труда у конкретного работодателя и процедуры по достижению этих целей. Вторая поправка редактирует определение профрисками: управление профессиональными рисками – комплекс взаимосвязанных мероприятий, являющихся элементами системы управления охраной труда и включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков. Таким образом, при принятии 426-ФЗ и поправок, последовавших после, в охрану труда законодательно вводятся недостающие системные элементы управления. Исходя из этих изменений специальная оценка условий труда стало незаменимой частью системы управления охраной труда и не может существовать независимо от других сфер управления организацией. Таким образом, специальная оценка условий труда — это своего рода малый конструктивный элемент в системе управления охраной труда, в свою очередь система управления охраной труда является таким же конструктивным элементом во всей системе организации производства. Сама по себе, без учёта всех производственных решений, специальная оценка условий труда является процедурой пустой траты денежных и материальных ресурсов организации [25].

Таким образом, замена аттестации рабочих мест специальной оценкой условий труда должна повысить производительность работников и снизить затраты работодателей. При этом результаты оценки специальных условий труда должны учитываться во всей системе управления организацией.

1.2 Характеристика условий труда и их влияние на работника

В связи с растущими темпами развития экономики, а как следствие и наращивание темпа производства, в современных условиях все больше внимания уделяется определению условий, в которых трудится работник, тому каким

образом неблагоприятные факторы воздействуют на организм человека, и какие меры необходимо предпринять для устранения данных воздействий, а также разработке мероприятий для профилактики и снижения профессиональных травм [10, 19, 31].

В среднем от 20% до 40% потерь трудоспособности прямо или косвенно вызваны заболеваниями, появившимися в результате осуществления трудовой деятельности в условиях труда, не соответствующих санитарным нормам [42].

Согласно данным приведенным в Государственном докладе «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2017 году» [32] 73,06 % рабочих мест промышленных предприятий не отвечают требованиям, установленным законодательством в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Женщины составляют около половины работников от числа занятых на предприятиях с неудовлетворительной и крайне неудовлетворительной санитарно-эпидемиологической обстановкой.

Основная причина возникновения профессиональных болезней – это устаревшее производство, ввиду чего технологическое оборудование не соответствующим современным стандартам и как следствие человек, работающий на таком производстве сталкивается с повышенным воздействием шумового и вибрационного воздействия [4].

Для нашей страны в целом характерны высокие уровни производственно обусловленных заболеваний. По состоянию на 01.01.2017 года уровень хронических профессиональных заболеваний все еще выше в сравнении с уровнем острых заболеваний. Однако начиная с 2013 года показатели профессиональной заболеваемости снижаются, и в 2017 году относительно 2016 года данный показатель снизился на 10,8% и составил 1,31 на 10000 работающих (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Показатель профессиональной заболеваемости, случаев на 10 тыс. работников

В 2017 году сохранился высокий уровень хронической профессиональной патологии относительно уровня острой патологии. Удельный вес острых профессиональных заболеваний от общего числа профзаболеваний и отравлений в 2017 г. составлял 0,64 против 0,47% в 2016 г., в целом по Российской Федерации удельный вес острых профессиональных заболеваний и отравлений составлял 0,8%, хронических 99,2%.

В структуре нозологических форм хронических профессиональных заболеваний, связанные с воздействием физических факторов – 42,82% (в 2016 г. – 47,79%), заболевания, вызванные воздействием промышленных аэрозолей – 16,37% (в 2016 г. – 15,87%), заболевания, связанные с физическими перегрузками и перенапряжением отдельных органов и систем – 26,08% (в 2016 г. – 24,69%), заболевания (интоксикации), вызванные воздействием химических факторов – 5,98% (в 2016 г. – 6,98%), заболевания, вызванные действием биологических факторов – 1,92% (в 2016 г. – 2,66%), аллергические заболевания

– 1,47% (в 2016 г. – 1,54%) и профессиональные новообразования – 0,36% (в 2016 г. – 0,46%) (Рисунок 1.2).

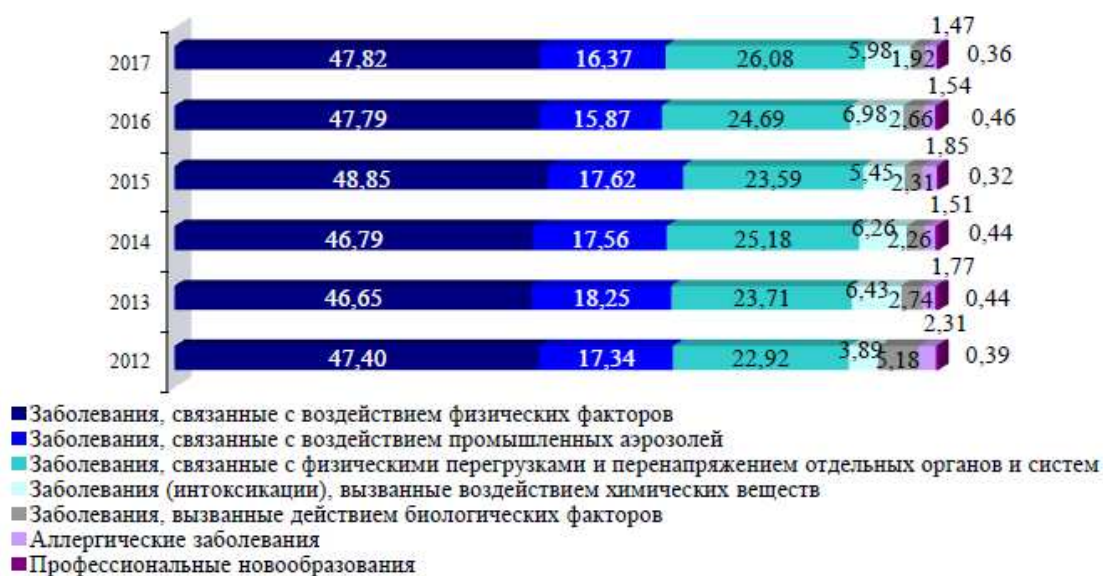


Рисунок 1.2 – Структура профессиональной патологии в зависимости от воздействующих факторов трудового процесса, %

Учитывая постоянный рост уровня профессиональных заболеваний и усиливающихся нагрузок на работников, необходим постоянный контроль за состоянием работников и уровнем воздействия неблагоприятных факторов на них.

1.3 Факторы профессионального риска в нарушении здоровья работающих

В соответствии с приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. N 33н [33, 43] для определения класса (подкласса) условий труда обязательной оценке подлежат виброакустические факторы, параметры микроклимата, световая среда и тяжесть трудового процесса.

Воздействие шума на человеческий организм проявляется не только в условиях производства. Данный фактор является одним из самых стрессовых. Шум воздействуют на различные системы организма, его влияние проявляется в

снижении защитных реакций организма (противодействие инфекциям и развитию опухолевых образований), усилении аллергических реакций, а также другие последствия снижения иммунитета организма [1,2].

Действие шума может иметь специфический характер, оказывая влияние на свойства слухового анализатора, а также неспецифический – изменение реактивности центральной нервной системы, снижение общей устойчивости организма к действию неблагоприятных факторов.

Последствия воздействия шума могут негативно сказываться том числе и на органах зрения. Это происходит из-за изменений, происходящих в центральной нервной системе при шумовом воздействии. Согласно имеющимся данным, изменения в разности потенциалов головного мозга доказали, что шумовое воздействие оказывает воздействие на физико-химические процессы, являющиеся основой обмена веществ [7].

Ввиду чего длительное воздействия интенсивных шумов приводят к нарушению гомеостаза, в частности наблюдаются изменения в белковом, холестеринном, углеводном, водно-солевом и витаминном обменах [9].

На практике каждый человек оказывался под длительным воздействием шума, и безусловно знает, что это приводит к скорому утомлению. При скором утомлении наблюдается замедление работы всех систем организма и снижение эффективности производственного процесса, а при регулярном воздействии шумового фактора на организм происходит развитие профессионально-обусловленного заболевания – тугоухости [59,62].

Работы [8, 61, 64] показали, что все области головного мозга подвергаются раздражению при воздействии шумов. При этом изменения в центральной нервной системе происходят задолго до того, как становятся заметными нарушения в слуховом аппарате.

При шумовом воздействии также страдает главный орган организма – сердце, при этом изменяется частота сердечных сокращений, систола и диастола смещаются во времени, вызывая резонанс сокращений [41].

При воздействии на организм шума и веществ, оказывающих токсическое действие, происходит их синергизм. По данным, приведенным в работе [11], для наступления летального исхода эксперимента у подопытных животных при одновременном воздействии длительных шумов и толуола концентрация химического вещества была гораздо меньше. Также отмечались изменения различных показателей крови при воздействии толуола и шума отдельно, и при их совместном действии.

Также значительно велико значение вибраций при оценке условий производственного процесса, ввиду его большей биологической активности. Уровень и частотный спектр вибраций определяет направленность, характер и глубину физиологических и ментальных изменений в организме. Нормальная работа коры головного мозга и отвечает за проявление реакций в организме. Дисбаланс между процессами возбуждения и успокоения происходит при нарушении нормального функционирования коры головного мозга, это происходит из-за того, что центральная нервная система при вибрационном воздействии изменяет поток импульсов к рецепторам, воспринимающих внешние и внутренние сигналы [57].

При воздействии на человека вибрации задействованы различные системы организма для его восприятия. Для анализа данного вида воздействия задействована соматическая нервная система, кожный покров, рецепторы внутреннего восприятия и опорно-двигательной системы, а также вестибулярный аппарат [55].

Подобно шумовому воздействию, вибрации в свою очередь также оказывают негативное воздействие на обменные функции организма, вызывая нарушения в белковом, витаминном, ферментном и холестеринном обменах. Кроме этого, при длительном вибрационном воздействии нарушаются функции эндокринной системы и изменяется слизистая оболочка желудка. [44, 58].

Воздействие на организм локальной и общей вибрации различны. Локальная вибрация происходит при работе ручными инструментами (молот, дрель, кувалда), в следствии чего нарушается работа центральной и

периферической нервной системы, также при этом страдает сосудистая система, различные рецепторы и анализаторы, в том числе органы слуха. При колебаниях, создаваемых механической работой воздействию подвергается мышечная и костная ткани [18].

Изменения в центральной нервной системе проявляются в виде психологических расстройств: изменение режима сна, мигрени, повышенная утомляемость и раздражительность. Особая роль при развитии данных нарушений отводится функционированию вегетативной нервной системе [63].

В целом длительное воздействие данного фактора производственного процесса провоцирует развитие профессионально-обусловленного заболевания – вибрационной болезни.

Вибрация, как и все остальные факторы производственного процесса, оказывает большее влияние на организм человека при совместном воздействии с шумовым воздействием, факторами, влияющими на напряженность трудового процесса (длительная работа в одной и той же позе, механические действия и т.д.), а также при работе в температурных условиях, отличных от нормальных

Соблюдение температурного режима и влажности в производственной зоне является важным аспектом, так как от этого напрямую зависит отдача тепла от тела человека в окружающую среду. Что в свою очередь влияет на все обменные процессы, а как следствие и на производительность работника [56].

Человек на 80% процентов состоит из воды, жидкость является своеобразной транспортной системой организма. При нарушении теплообменных процессов ответные негативные реакции, происходящие в организме, имеет обширный спектр [52].

Существует несколько способов передачи тепла от организма в окружающую среду: конвекция, испарение и радиация. В нормальных температурных условиях на каждый из них приходится 17%, 29% и 54% соответственно. В случаях, когда температура окружающей среды выше температуры тела, происходит выведение влаги из организма за счет испарения. Понижение количества жидкости в организме ведет к негативным изменениям –

увеличению количества солей в крови, и в результате повышается ее вязкость. При стрессовых условиях в организме происходит снижения микроэлементов, необходимых для нормального функционирования сердечно-сосудистых заболеваний. В конечном итоге, повышается вероятность образования тромбов в сосудах, а как следствие и вероятность возникновения инфаркта [14].

Нарушения водно-солевого баланса приводит к накоплению побочных продуктов, оказывающих отравляющее воздействие на организм. Также нервные окончания начинают посылать в центральную нервную систему импульсы, запускающие процессы защитных механизмов. Под воздействием этих процессов нарушаются системы кровообращения и газообмена. В организме наблюдается недостаток кислорода, следствием чего является учащение сердцебиения и частота дыхания. В условиях производственной среды с повышенным содержанием загрязняющих веществ в воздухе, увеличивается поступление данных веществ в организм человека, а как следствие и токсические действие, оказываемое химическими веществами, усиливается [65].

Повышенные или пониженные температуры окружающей среды нарушают функционирование всех систем и обменов организма. Температурный гомеостаз – основа нормального функционирования всего организма от дыхательной системы до выделительной. Возникновение стрессовых ситуации в условиях температурного обмена отличных от нормальных происходит дополнительное угнетение всех защитных функций организма. В таких условиях человек работает на пределе возможностей своего организма, ввиду чего повышается утомляемость организма в целом и увеличение вероятности возникновения профессионально-обусловленных заболеваний. При значительном отклонении микроклиматических параметров рабочей среды от нормальных, работодателю рекомендуется сокращать продолжительность трудового дня в зависимости от тяжести трудового процесса, осуществляемого работником [60].

Как правило при совместном действии неблагоприятных факторов, имеющих на рабочем месте (воздействие вредных веществ, вибрация, шум,

плохая освещенность) и трудового процесса (напряженность и тяжесть труда) происходят более интенсивные неблагоприятные изменения в основных системах организма [53,54].

Двадцатое столетие стало эпохой развития ядерной промышленности. Энергия, образуемая при делении атомов, нашла свое применение как в мирных целях, так и большая часть ее использование приходится для военных целей. Как и любой промышленный объект, радиационная промышленность столкнулась с проблемой образования и дальнейшего использования отходов данного производства. Данная проблема приобретает общемировое значение ввиду того, что объемы образования таких отходов возрастают с каждым годом, а период их полураспада превышает не период жизни ни одного поколения людей. В настоящий момент накопленные запасы радиоактивных отходов составляют около 300 000 тонн, по предварительным оценкам к 2030 году данная цифра может возрасти почти в два раза (до 500 000 тонн), активность накопленных радиоактивных отходов при этом составит 10~ Бк [6].

В связи с чем оценка условий труда на предприятии по переработке ядерных отходов обусловлена таким фактором производственной среды как ионизирующее излучение [26, 50].

Ионизирующее излучение, проникая в ткани и клетки организма, вызывает возбуждение атомов и молекул, в результате происходит образование свободных радикалов, вызывающих необратимое разрушение клеток и тканей. Такие разрушения приводят к нарушению всех физико-химических процессов и обменов организма [38,39].

Основными элементами химического состава живого организма являются углерод, кислород и водород. Последние два, как уже отмечалось выше составляют практически 80 процентов организма. Ввиду своей высокой химической активности продукты распада воды посредством цепочки вторичных химических реакций в конечном итоге преобразуются в перекись водорода. Перекись водорода является достаточно сильным окислителем, и избыток, образующийся в организме, начинает взаимодействовать практически

со всеми известными микроэлементами, нарушая целостный состав тканей и клеток [23,40].

Нарушение функций организма при воздействии ионизирующего излучения может носить обратимый, либо необратимый характер. Степень выраженности нарушений в обменных процессах организма зависит от индивидуальных особенностей организма, но главным фактором, определяющим это, является продолжительность воздействия излучения и доза, полученная организмом за этот промежуток. При относительно малых дозах и продолжительности воздействия клетки и ткани способны восстановить свое нормальное функционирование. В случае продолжительного воздействия высоких доз в организме начинают наблюдаться признаки лучевой болезни [3, 13].

Ионизирующее излучение в зависимости от расположения источника ионизирующего излучения бывает двух видов: внешнее и внутреннее. При внешнем источник ионизирующего излучения находится вне организма, от такого вида излучения можно использовать различные средства защиты. Внутреннее излучение наблюдается при попадании источника ионизирующего излучения внутрь организма через дыхательные пути или с употребляемой пищей [17, 21].

Помимо продолжительности воздействия ионизирующего излучения и дозы воздействия, нарушения в организме будут зависеть от вида радиации (альфа-, бета-, гамма-излучение), площади, подверженной облучению и защитных функций самого организма [17].

Соответственно, чем меньше поверхность организма, подверженная излучению, уменьшаются и возможные негативные последствия воздействия источника ионизирующего излучения. Кроме этого, снижение вероятного вреда происходит при разделении воздействия ионизирующего излучения во времени. Ввиду чего, на предприятиях применяется такой вид защиты от ионизирующего излучения как защита временем, когда четко регламентируется процент

нахождения работника вблизи воздействия источника ионизирующего излучения [24].

Защитные функции организма человека имеют определяющее значение лишь при воздействии малых доз. В юном возрасте человеческий организм больше подвержен изменениям при воздействии ионизирующего излучения, ввиду несформировавшейся иммунной системы [27].

При внутреннем облучении особую роль играют источники ионизирующего излучения, в частности значение приобретает период полураспада того или иного вещества и степень его усвоения организмом, способность образовывать соединения с микроэлементами, необходимыми для нормального функционирования организма. Существуют радиоактивные вещества степень усвоения, которых организмом достаточно внушительна. Одни элементы способны равномерно распределяться в организме, другие обладают способностью накопления в том или ином органе, ввиду чего последствия такого воздействия будут отличаться друг от друга [48].

2 Объект и методы исследований

Объектом исследования являются условия труда работников предприятия по переработке ядерных отходов на предмет их соответствия санитарным нормам и правилам.

2.1 Методика отнесения условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии ионизирующего излучения

При работе с источниками ионизирующего излучения вредные условия труда характеризуются наличием вредных и (или) опасных факторов, не превышающих гигиенические нормативы, отраженных в СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 июля 2009 г. N 47 (зарегистрировано Минюстом России 14 августа 2009 г. N 14534) (далее – НРБ-99/2009) [45].

При этом степень вредности (опасности) условий труда определяется увеличением риска возникновения стохастических беспороговых эффектов [46, 47].

В качестве гигиенического критерия для отнесения условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии ионизирующего излучения принимается мощность потенциальной дозы (МПД) излучения – максимальная потенциальная эффективная (эквивалентная) доза излучения, которая может быть получена за календарный год при работе с источниками ионизирующих излучений в стандартных условиях на конкретном рабочем месте [34].

В соответствии с Методикой проведения специальной оценки условий труда, утвержденной Министерством труда и социальной защиты РФ от 24.01.2014 N 33н, МПД определяется по формуле [28, 29]:

$$\text{МПД} = 1,7 \times H^{\text{внеш.}} + H^{\text{внутр.}}, \quad (2.1)$$

где: *МПД* – максимальная потенциальная эффективная доза за год, мЗв/год;

1,7 – коэффициент, учитывающий стандартное время облучения работников в течение календарного года (1700 часов в год для персонала группы «А») и размерность единиц (10^3 мкЗ/мЗв);

H^{внеш.} – мощность амбиентной дозы внешнего излучения на рабочем месте, определяется по данным радиационного контроля, мкЗв/ч;

H^{внутр.} – мощность дозы внутреннего излучения на рабочем месте, мкЗв/ч.

При воздействии на работника в течение рабочего дня (смены) или (года) различных мощностей МПД эффективной и/или эквивалентной дозы (например, при работе в разных помещениях или рабочих зонах) определяется средневзвешенное значение мощности МПД при выполнении производственных операций по формуле:

$$\text{МПД}_{\text{средневзв}} = \frac{\sum_i \text{МПД}_i \times \Delta t_i}{\sum_i \Delta t_i}, \quad (2.2)$$

где: *МПД_i* – мощность максимальной потенциальной дозы, рассчитанная для *i*-го помещения, мЗв/год;

Δt_i – время выполнения работ на *i*-м рабочем месте, час/год.

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии ионизирующего излучения осуществляется в соответствии с таблицей 2.1.

В качестве переносных приборов для измерения мощности дозы гамма - излучения используются дозиметры ДКС - 1121 , ДКС - 1123 , радиометры - дозиметры ДКС - 96 , МКС - 01Р - 01 , МКС - АТ1117М.

Таблица 2.1 – Отнесение условий труда по классу (подклассу) условий труда при воздействии ионизирующего излучения

Максимальная потенциальная доза за год, мЗв/год	Класс (подкласс) условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
		2	3.1	3.2	3.3	
Эффективная доза	≤ 5	>5-10	>10-20	>20-50	>50-100	>100
Эквивалентная доза в хрусталике глаза	$\leq 37,5$	>37,5-50	>75-150	>150-225	>225-300	>300
Эквивалентная доза в коже, кистях и стопах	≤ 125	>125-250	>250-500	>500-750	>750-1000	>1000

2.2 Расчет рисков для персонала по ионизирующему излучению

Для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации источников излучения необходимо руководствоваться следующими основными принципами:

- не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения (принцип нормирования);
- запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (принцип обоснования);
- поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (принцип оптимизации).

Для обоснования расходов на радиационную защиту при реализации принципа оптимизации принимается, что облучение в коллективной эффективной дозе в 1 чел.-Зв приводит к потенциальному ущербу, равному потере примерно 1 чел.-года жизни населения. Величина денежного эквивалента потери 1 чел.-года жизни устанавливается отдельными документами

федерального уровня в размере не менее 1 годового душевого национального дохода.

Для наиболее полной оценки вреда, который может быть нанесен здоровью в результате облучения в малых дозах, определяется ущерб, количественно учитывающего как эффекты облучения отдельных органов и тканей тела, отличающиеся радиочувствительностью к ионизирующему излучению, так и всего организма в целом. В соответствии с общепринятой в мире линейной беспороговой теорией зависимости риска стохастических эффектов от дозы, величина риска пропорциональна дозе излучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска, приведенные в таблице 2.2:

Таблица 2.2 – Значения коэффициентов риска для различных групп населения

Облучаемая группа населения	Коэффициент риска злокачественных новообразований, $\times 10^{-2} \cdot \text{Зв}^{-1}$	Коэффициент риска наследственных эффектов, $\times 10^{-2} \cdot \text{Зв}^{-1}$	Сумма, $\times 10^{-2} \cdot \text{Зв}^{-1}$
Все население	5,5	0,2	5,7
Взрослые	4,1	0,1	4,2

Усредненная величина коэффициента риска, используемая для установления пределов доз персонала и населения, принята равной $0,05 \text{ Зв}^{-1}$.

В условиях нормальной эксплуатации источников ионизирующего излучения пределы доз облучения в течение года устанавливаются исходя из следующих значений индивидуального пожизненного риска:

- для персонала – $1,0 \times 10^{-3}$;
- для населения – $5,0 \times 10^{-5}$.

Уровень пренебрежимо малого риска составляет 10^{-6} .

При обосновании защиты от источников потенциального облучения в течение года принимаются следующие граничные значения обобщенного риска (произведение вероятности события, приводящего к облучению, и вероятности смерти, связанной с облучением):

- персонал – $2,0 \times 10^{-4}, \text{ год}^{-1}$;

– население – $2,0 \times 10^{-4}$, год⁻¹.

Риск (или количество ожидаемых последствий облучения) R может быть рассчитан путем умножения эффективной дозы на принятое значение коэффициента риска.

Пункт 2.3 НРБ-2009 накладывает ограничение на приращение пожизненного риска в условиях нормальной эксплуатации, обусловленное облучением человека от техногенного облучения в течение года округленно:

- для облучения лиц из персонала – $1,0 \times 10^{-3}$ за год;
- для облучения населения – $5,0 \times 10^{-5}$ за год.

Для персонала:

$$r_{\text{перс}} = 0,057 \text{ чел.} \cdot \text{Зв}^{-1};$$

20 мЗв – годовой предел дозы персонала группы А.

$$R_{\text{перс}} = 0,057 \text{ чел.} \cdot \text{Зв}^{-1} \times 20 \times 10^{-3} \text{Зв} = 1,1 \times 10^{-3} / \text{год}.$$

$1 \times 10^{-3} / \text{год}$ – граница неприемлемого риска для персонала.

Для населения:

$$r_{\text{нас}} = 0,047 \text{ чел.} \cdot \text{Зв}^{-1};$$

1 мЗв – годовой предел дозы для населения

$$R_{\text{нас}} = 0,047 \text{ чел.} \cdot \text{Зв}^{-1} \times 1 \times 10^{-3} \text{Зв} = 4,7 \times 10^{-5} / \text{год}.$$

$5 \times 10^{-5} / \text{год}$ – граница неприемлемого риска для населения.

3 Описание объекта исследования

Радиохимическое производство (РХП) Радиохимического завода (РХЗ) Федерального государственного унитарного предприятия «Горно-химический комбинат» (г. Железногорск, Красноярский край) расположено в толще горного массива на правом берегу реки Енисей с абсолютной отметкой заложения сооружений 150-200 м.

В настоящее время РХП находится в режиме останова в части приема и переработки облученных стандартных урановых блоков (ОСУБ) и выполняет подготовительные работы по выводу из эксплуатации.

РХП РХЗ размещается на площадке ФГУП «ГХК» на территории промышленной зоны, ЗАТО г. Железногорска Красноярского края РФ. Ситуационный план размещения РХЗ приведен на рисунке 3.1.

Расстояние от ФГУП «ГХК» до границы Томской области – около 250 км, до границы Иркутской области – около 200 км. Расстояние от площадки ФГУП «ГХК» до ближайшей государственной границы с Монголией – 580 км.

Ближайшие населенные пункты:

- приобъектный г. Железногорск – 8 км;
- село Атаманово – 6 км на левом берегу р. Енисей напротив ФГУП «ГХК»;
- поселок Шивера – 4,5 км на юго-запад;
- село Большой Балчуг – 10 км на север.

Зона наблюдения ФГУП «ГХК» установлена в следующих размерах и границах с учетом воздействия радиоактивных выбросов в атмосферу:

- внешняя граница соответствует окружности радиусом 20 км с центром в месте расположения основного источника выброса ФГУП «ГХК»;
- участок р. Енисей, ограниченный пойменными берегами и островными системами от 80 км по лоцманской карте от г. Красноярска, простирающейся на 1000 км вниз по течению от места сброса сточных вод ФГУП «ГХК» до острова Искупский.

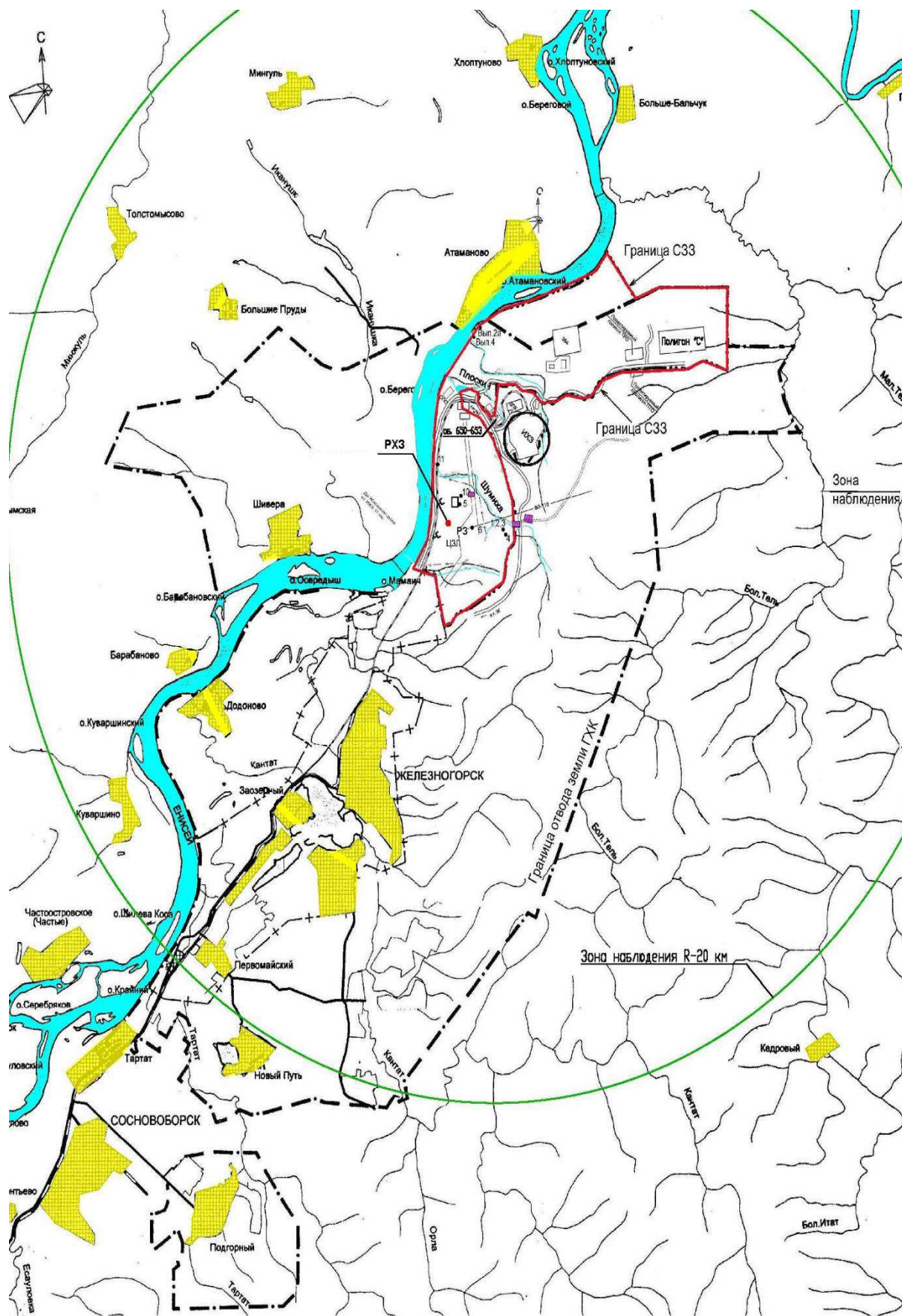


Рисунок 3.1 – Ситуационный план размещения РХЗ

Горные выработки, в которых расположено РХП, располагаются в скальном массиве (гнейсы, порфириды) на глубине 230 м от поверхности земли и в 1400 м от портала.

Размещение объекта в заглубленных горных выработках исключает негативное воздействие гидрометеорологических процессов и явлений.

Склон горного массива круто обрывается к урезу воды в р. Енисей, где образована «полка», на которой размещены железнодорожные пути, автомобильная дорога и другие инженерные коммуникации.

РХП РХЗ было введено в эксплуатацию 20 апреля 1964 года, срок службы РХЗ продлен до 2043 года.

РХП РХЗ производит следующие виды продукции:

- гексагидрат уранилнитрата («плав») марки «А»;
- гексагидрат уранилнитрата («плав») из природного и рециклированного урана;
- диоксид плутония.

В соответствии с Уставом ФГУП «ГХК» РХЗ осуществляет следующие виды деятельности в области использования атомной энергии:

- обращение с ядерными материалами и радиоактивными веществами при производстве, переработке, и хранении ядерных материалов и радиоактивных веществ (радиохимическая переработка урансодержащих материалов);

- аффинаж «энергетического» диоксида плутония после длительного хранения;

- подготовка и выдача на изотопно-химический завод (ИХЗ) и ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» (ФГУП «НО РАО») жидких радиоактивных отходов (ЖРО):

- а) подготовка и выдача ЖРО в емкости-хранилища ФГУП «НО РАО»;
- б) подготовка и выдача на ИХЗ нетехнологических ЖРО;

- классификация по категориям, подготовка к транспортированию и транспортирование твердых радиоактивных отходов (ТРО) на ИХЗ;

- ликвидация последствий эксплуатации радиохимического производства по переработке облученных стандартных урановых блоков (ОСУБ) – перевод в безопасное состояние накопленных радиоактивных пульп;
- консервация подземных ёмкостей-хранилищ радиоактивных пульп;
- дезактивация оборудования, материалов от радиоактивных элементов природного и искусственного происхождения;
- эксплуатация, реконструкция (включая модернизацию и ремонт в течение срока службы), установок, систем, оборудования, приборов и аппаратуры, используемых при обращении с ядерными материалами и радиоактивными веществами;
- монтаж, наладка и ремонт электроэнергетического, теплоэнергетического оборудования, энергоустановок, эксплуатация подъемных сооружений, деятельность, связанная с обеспечением безопасности при эксплуатации объектов котлонадзора и подъемных сооружений;
- проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по испытанию новых технологий и оборудования;
- осуществление работ природоохранного назначения;
- обеспечение защиты сведений, составляющих государственную тайну, соблюдение режима секретности и правил физической защиты завода;
- профессиональное обучение работников предприятия через ООР.

3.1 Характеристика технологического процесса цеха кондиционирования и переработки радиоактивных отходов

3.1.1 Узел хранения жидких высокоактивных отходов (отделение 59/1)

Хранение азотнокислого раствора урана, плутония, нептуния и продуктов деления после растворения пульпы от щелочного концентрирования металлов из растворов цеха №1 производится в аппаратах АГ-5901/1÷10,33,34 без уровня

декантации, после выдержки в течение 1 месяца считается азотнокислым раствором урана, плутония, нептуния и продуктов деления после осветления и выдержки.

Разрешается хранение промкислоты после обмывки оборудования завода от урана и плутония и азотнокислого раствора урана, плутония и нептуния от растворения облученных стандартных урановых блоков в аппаратах АГ-5901/1÷10,33,34. Также разрешен приём тех же продуктов из цеха № 1.

Приём продуктов в аппарат производится на предварительно залитую «подушку». В качестве «подушки» используется раствор азотной кислоты или выдержанный продукт того же шифра.

Выдача продуктов из ёмкостей производится вакуумом в аппараты отделения (АГ-8501/1,2, АГ-8528). При выдаче со дна остаточный (невыдаваемый) объём в ёмкости $0,3 \div 1,0 \text{ м}^3$.

Ёмкости без уровня деkantации работают в режиме приём – хранение – выдача. Периодически для растворения «донных» осадков», производятся промывки ёмкостей. Промрастворы для обработки осадков готовятся в аппаратах отделения 85.

В процессе хранения растворов в ёмкостях происходит снижение концентрации азотной кислоты. Для поддержания концентрации азотной кислоты в регламентируемых пределах в ёмкости периодически заливается раствор азотной кислоты из аппаратов отделения 85.

В процессе выдержки азотнокислого раствора урана, плутония, нептуния и продуктов деления после растворения пульпы от щелочного концентрирования металлов из растворов цеха №1 в ёмкостях происходит накопление осадков (пульпа после выдержки различных продуктов).

Охлаждение растворов в ёмкостях производится водой, подаваемой из ППВ в четыре секции змеевиков.

Воздух на разбавление водорода поступает в две соседние ёмкости из каньонов чётной ёмкости, предварительно пройдя через фильтр АГ-5902. Это происходит за счёт разрежения, создаваемого в ёмкостях эжекторами станции

газоочистки (СГО-2). Фильтр АГ-5902 обеспечивает очистку воздуха в случае обратного движения его из аппарата в каньон.

3.1.2 Узел переработки и передачи высокоактивных отходов (отделение 85)

Узел растворения «донных» отложений

«Донные» отложения образуются в результате длительного хранения в ёмкостях отделения 59/1 промкислоты после обмывки оборудования завода от урана и плутония и азотнокислого раствора урана, плутония и нептуния от растворения облученных стандартных урановых блоков. Процесс растворения включает следующие операции:

- приготовление моющих композиций растворов в аппаратах отделения;
- подогрев растворов в аппаратах отделения 85 и передача их в отмываемую ёмкость;
- выдержка раствора в отмываемой ёмкости;
- выдача отработавшего раствора в аппараты отделения 85.

Растворение «донных» отложений производится путём последовательной их обработки растворами азотной кислоты и гидроксида натрия. При переходе от одного раствора к другому производятся промывки отложений конденсатом.

В процессе растворения отложений в ёмкости растворы используются многократно, при повторном использовании в раствор вводится расчётное количество пероксида водорода. Отложения по мере их накопления в аппаратах отделения 85 растворяются в азотной кислоте или направляются на узел растворения пульп САО в отделении 85.

Раствор урана и плутония, полученный при растворении отложений направляется на хранение в ёмкости отделения 59/1.

Отработавшие промкислоты направляются на щелочное осаждение в отделение 57 цеха № 1 или в ёмкости отделения 59/1 на временное хранение.

Отработавшие щелочные растворы направляются на щелочное осаждение в отделение 64/1,2.

Узел для передачи высокоактивных растворов

Для передачи высокоактивных растворов используются аппараты отделения 85 (АГ-8528, АГ-8501/1,2).

В процессе эксплуатации отделения осуществляются следующие передачи:

- передача азотнокислого раствора урана и плутония после осветления и выдержки из ёмкости в ёмкость;
- передача азотнокислого раствора урана и плутония после осветления и выдержки на экстракционную переработку в цех № 1;
- передача азотнокислого раствора урана и плутония от растворения облученных стандартных урановых блоков на временное хранение и передача его на переработку в цех № 1;
- передача на временное хранение в ёмкости промкислоты после промывки оборудования завода от урана и плутония и передача его в цех № 1 на переработку;
- передача рафината первого экстракционного цикла в отделение 85 для подготовки к глубинному захоронению;
- освобождение ёмкости от раствора с целью её подготовки к осмотру и ремонту.

3.1.3 Узлы подготовки и передачи жидких среднеактивных отходов на глубинное захоронение, хранения пульп и отработавших ионообменных смол, выдачи пульп из ёмкостей, накопления пульп и их переработка (отделения 83, 84, 86, 59/П, 85)

Узел подготовки жидких среднеактивных отходов к глубинному захоронению

Подготовка щелочных САО – осветленного раствора к глубинному захоронению производится в ёмкостях отделения 84.

Подготовка САО к захоронению включает следующие операции:

- смешивание отходов с целью усреднения их состава;
- осветление раствора в ёмкостях;
- декантация осветлённого продукта осветленного раствора в баки отделения 85 (АГ-8508, АГ-8510) для последующей передачи в ёмкости-хранилища ФГУП «НО РАО».

Из емкостей-хранилищ отделения 32 ФГУП «НО РАО» осветленный раствор закачивается в пласт-хранилище I-го горизонта полигона «Северный» через нагнетательные скважины.

В ёмкости АГ-8601/1 производится подготовка щелочных САО. Подготовка заключается в осветлении раствора, с малым содержанием алюминия для передачи на выпаривание в отделении 58/II цеха № 1. Раствор после осветления, направляемый на выпаривание, образуется при смешивании растворов после обработки различных продуктов, отработавших ионообменных смол узла аффинажа плутония.

При остановке узла выпаривания щелочных отходов (отделение 58/II) в ёмкости отделения 84 поступают декантаты после контрольного отстаивания.

Подготовку азотнокислых САО (по сумме долгоживущих радионуклидов) – рафината первого экстракционного цикла к глубинному захоронению производится в отделении 85.

При подготовке раствора к глубинному захоронению выполняются следующие операции:

- приём азотнокислого раствора урана и плутония после осветления и выдержки из ёмкостей отделения 59/1 и выдача раствора в цех № 1;
- прием рафината первого экстракционного цикла в отделение 85;
- временное хранение рафината первого экстракционного цикла в емкостях АГ-5901/11,15,16;
- доводка рафината первого экстракционного цикла продуктом 31 до требуемого соотношения ацетат-ион: легкогидролизующиеся катионы металлов (хром, железо) <10, разбавление раствора и передача рафината первого

экстракционного цикла, подготовленного для глубинного захоронения непосредственно в пласт-хранилище I-го горизонта полигона «Северный» через нагнетательные скважины.

Узел передачи жидких среднеактивных отходов на глубинное захоронение

Передача подготовленных щелочных САО из ёмкостей отделения 84 на глубинное захоронение производится через баки АГ-8508, АГ-8510.

Осветленный раствор высоконапорными насосами АГ-8509/1,2, АГ-8511/1,2 передаётся в ёмкости-хранилища отделения 32 ФГУП «НО РАО». Передача осветленного раствора производится по трубопроводам Т-85002/1,2.

Передача подготовленных азотнокислых САО (по долгоживущим радионуклидам) на глубинное захоронение производится из баков АГ-8506, АГ-8508 высоконапорными насосами АГ-8507/1, АГ-8509/1,2 по трубопроводу Т-85002/1.

Узел хранения пульпы и отработавших ионообменных смол

В ёмкостях-хранилищах АГ-8401/1,3, АГ-8601/1 происходит непрерывное накопление пульпы. Динамика накопления пульпы оценивается периодическими измерениями температуры и объёмной активности раствора и пульпы по высоте ёмкости, дополнительно проводятся «прямые» измерения. Такие измерения позволяют оценивать величину слоя уплотнённой пульпы и уровень максимального разогрева пульпы. В зоне максимального разогрева пульпы проводятся непрерывные измерения температуры одновременно на шести уровнях (с интервалом 1,0 м).

Стабилизация температуры в заданных пределах обеспечивается путём отвода избыточного количества тепла из ёмкости с помощью холодной воды из ППВ или охлаждённого раствора. Раствор для охлаждения забирается с уровня декантации ёмкости и после охлаждения в холодильниках АГ-8410, АГ-8610 подаётся в зону максимального разогрева пульпы.

С целью разбавления водорода производится непрерывная продувка ёмкостей воздухом, подаваемых из трубных коридоров через фильтры АГ-8303,

АГ-8403, АГ-8603 (их назначение аналогично фильтру АГ-5902) за счёт разрежения, создаваемого в ёмкостях эжекторами АГ-8542/3,4 СГО-2.

Воздух, сдуваемый из ёмкостей, после охлаждения в конденсаторах АГ-8304, АГ-8404, АГ-8604, проходит очистку на мультициклоне АГ-8516 (первая ступень очистки), а затем на фильтрах АГ-8541/1÷6 СГО-2 (вторая ступень очистки). Конденсат стекает в гидробак АГ-8407 и далее самотёком переливается в ёмкость АГ-8401/1.

При хранении раствора (отверждённой пульпы) в ёмкостях АГ-8401/2, АГ-8301/1 осуществляется продувка ёмкости воздухом, контроль за поступлением растворов в ёмкости, контроль за возможным разогревом пульпы.

3.1.4 Узлы извлечения пульпы из ёмкостей АГ-8601/3, АГ-8401/3 и АГ-8301/2 и накопления пульп в ёмкостях отделения 59/II

Узлы извлечения пульпы предназначены для подготовки отходов из ёмкостей АГ-8601/3, АГ-8401/3 и АГ-8301/2 к переводу в более безопасные формы хранения. Извлечение пульпы возможно только при разрушении её структуры. Общий объём пульпы в ёмкости АГ-8601/3 оценивается величиной до 2500 м³. Основная часть пульпы, расположенная от дна до отметки 16,5 м по высоте ёмкости, представлена соединениями, полученными от карбонизации щелочно-алюминатных отходов – гидроалюмокарбонат и гидраргиллит натрия в объёме до 1800 м³. Остальной объём составляют пульпы от осветления щелочно-нитратных отходов и представлены, в основном, гидроксидами металлов.

Общий объём пульпы в ёмкости АГ-8301/2 и АГ-8401/3 оценивается величиной до 400 м³ и 500 м³ соответственно. Основной объём составляют пульпы от осветления щелочно-нитратных отходов и представлены, в основном, гидроксидами продуктов коррозии нержавеющей стали, алюминия.

Установлено, что пульпы в результате выдержки, воздействия радиационных полей и высокой температуры имеют прочную компактную

структуру. На примере ёмкости АГ-8301/3 концентрация твёрдой фазы в гидроксидной пульпе может достигать величины 800 г/л.

Технологической схемой предусматривается эффективное перемешивание подвижной пульпы и передачи пульпы с разрушенной структурой в ёмкости отделения 59/II.

Для перемешивания пульпы в ёмкость АГ-8601/3 установлены:

- монитор пульсационный АГ-8616/3 с воздухораспределителем АГ-8617/3;
- гидростволы поворотные АГ-8624/3,4;
- гидромониторы АГ-8623/4,5,6;
- сопло выносное поворотное АГ-8623/1.

Для выдачи пульпы из ёмкости АГ-8601/3 установлены:

- насос погружной АГ-8621/3;
- насос пульсационный с воздухораспределителем АГ-8618/3.

Для перемешивания пульпы в ёмкость АГ-8301/2 установлены:

- монитор пульсационный АГ-8331/2 с воздухораспределителем ВР-1;
- пульсационный насос АГ-8332/2 с воздухораспределителем ВР-2;
- гидростволы поворотные АГ-8337/2-1,2.

Для перемешивания пульпы в ёмкость АГ-8401/3 установлены:

- монитор пульсационный АГ-8431/3 с воздухораспределителем ВР-1;
- пульсационный насос АГ-8432/3 с воздухораспределителем ВР-2;
- гидростволы поворотные АГ-8437/2-1,2.

Работа пульсационного оборудования основа на использовании сжатого воздуха и вакуума. Управление технологическим процессом производится с помощью АСУТП из щитового отделения 85. Для визуального контроля в ёмкость АГ-8601/3 установлена видеокамера.

Пульпа из ёмкости АГ-8601/3 поступает в ёмкости отделения 59/II АГ-5901/13,14, из ёмкости АГ-8301/2, АГ-8401/3 в ёмкость отделения 59/II АГ-5901/18 для накопления с целью дальнейшей переработки.

Для накопления нерастворимого остатка пульпы, поступающего с узла переработки пульп для последующего отверждения, предназначена ёмкость АГ-5901/17. Ёмкость имеет два уровня декантации (63 м³, 126 м³). Передача нерастворимого остатка пульпы на узел отверждения будет производиться с помощью монжюсов.

Узел переработки пульп в отделении 85

Узел переработки пульп предназначен для растворения отходов и дезактивации нерастворимого остатка от долгоживущих радионуклидов: плутоний-239, стронций-90, цезий-137, церий-144, рутений-106. Увеличение степени растворения и дезактивации нерастворимого остатка обеспечивается за счёт его многократного контакта со «свежим» раствором восстановителя или комплексообразователя в растворах азотной кислоты в процессе растворения следующих порций пульпы.

Аппараты АГ-8502, АГ-8503, АГ-8504/1,2, АГ-8505 узла переработки пульп используются для растворения пульпы, осветления декантатов, эвакуации растворов.

Азотнокислые растворы от растворения пульпы направляются на временное хранение в ёмкости АГ-5901/15,16 и далее в цех№1 на щелочное осаждение. Разрешается переработка растворов без хранения в ёмкостях отделения 59/II.

Щелочные растворы от обработки пульпы направляются на временное хранение в отделение 84.

3.1.5 Узел подготовки нетехнологических жидких радиоактивных отходов к глубинному захоронению (отделение 73)

Подготовка нетехнологических жидких радиоактивных отходов к глубинному захоронению заключается в проведении следующих операций:

- смешивание отходов в аппарате АГ-7311;
- доводка рН раствора раствором гидроксида натрия до величины $7 \div 11$.

Передача подготовленного раствора в ёмкости здания 380 ИХЗ производится насосами АГ-7212/1÷3 по трубопроводу Т-64005.

Из ёмкостей здания 380 отходы перекачиваются в открытый бассейн-накопитель 354а и после усреднения в пласт-хранилище второго горизонта полигона «Северный».

На смешивание в бак АГ-7311 поступают:

- аварийные воды из аппарата АГ-7306/1;
- промводы от отмывки экстрагента из отделения 08 (АГ-0806);
- некондиционные трапные воды из АГ-7309 или из заводского трапного коллектора;
- конденсат вторичного пара с узла выпаривания сбросных технологических растворов;
- промводы с ТЭЦ РЗ.

Аварийные воды поступают непрерывно самотёком в бак АГ-7306/1. В состав аварийных вод входят:

- промводы из помещений нп МЦИК;
- загрязнённые радионуклидами и вредными химическими веществами (ВХВ) конденсат из рубашек и охлаждающая вода из змеевиков аппаратов в случае негерметичности аппарата (змеевика).

При содержании радионуклидов более $1,85 \cdot 10^7$ Бк/л ($5 \cdot 10^{-4}$ Ки/л) аварийные воды направляются для дальнейшей переработки в отделение 64/І,ІІ.

3.1.6 Узел передачи нетехнологических растворов завода на очистные сооружения ИХЗ (отделение 73)

Узел передачи нормативно-чистых вод (НЧВ)

НЧВ из отделений 64/І,ІІ, 78, 59/І,ІІ, из МЦХ отделения 85 поступают в напорный коллектор ТПС-2 (трубопровод прямого сброса), проложенный в дренажном коридоре объектов 73, 75, 78 и далее в лоток объекта 251а.

НЧВ из отделений 83, 83а, 84, 86, 86а, 85 поступают в напорный коллектор

ТПС-3, проложенный в помещении короба «К» объекта 238а, и далее в лоток объекта 251а. Возможно переключение сброса НЧВ в ТПС-2.

Узел передачи НЧВ отделения 73 законсервирован. Объединённые НЧВ самотёком по лоткам объектов 229, 251 поступают в объект 32 РЗ.

Узел передачи трапных вод

Подготовка трапных вод к передаче на технологическую схему очистки ИХЗ осуществляется путём:

- смешивания вод, поступающих в баки АГ-7308/1,2, АГ-7309;
- доводка рН раствора до величины $6,5 \div 11,0$ раствором гидроксида натрия.

На смешивание в баки АГ-7308/1,2, АГ-7309 поступают:

- воды от отмывки помещений II зоны завода и нп МЦИК;
- воды из помещений, где возможны разливы химреагентов или загрязнение их радионуклидами;
- воды из станций перекачки завода;
- воды из влагоотделителей вакуумных насосов цеха № 1.

Все растворы поступают в резервуар АГ-7308/1, где происходит их нейтрализация за счёт смешивания, далее трапные воды переливаются в резервуар-нейтрализатор АГ-7308/2 и по переливной трубе поступают в резервуар АГ-7309.

Для нейтрализации трапных вод и поддержания рН в заданных пределах предусмотрена подача раствора гидроксида натрия в АГ-7308/1.

Из резервуара АГ-7309 трапные воды после перемешивания насосом АГ-7310/1 передаются насосами АГ-7310/2,3 по трубопроводу спецканализации на технологическую схему очистки ИХЗ.

3.1.7 Узел дезактивации и окисловки съёмного технологического оборудования, растворения слитков природного и рециклированного урана (отделение 78)

Процесс дезактивации и окисловки съёмного технологического оборудования включает следующие операции:

- загрузка дезактивируемого оборудования в ванны;
- приготовление растворов для дезактивации оборудования;
- дезактивация, окисловка оборудования, подготовка его к ремонту;
- передача растворов от дезактивации оборудования на переработку в отделение 64/І,ІІ.

Дезактивация крупно- и среднегабаритного оборудования (аппараты, насосы, мешалки и т.д.) производится в ваннах АГ-7801/1(2), АГ-7802, малогабаритного – в АГ-7803, АГ-7808/3.

Дезактивация малогабаритных изделий (детали вентиля и т.д.), загружаемых в ванны в кассетах, производится в АГ-7805/1÷6, АГ-7830/1.

Бронзовые детали и вентили ХПО дезактивируются в ванне АГ-7830/2. Детали и вентили для дезактивации помещаются в специальные кассеты. Дезактивация датчиков СИА производится в ванне АГ-7804/1, а контейнеров для транспортировки датчиков – в АГ-7804/2.

Бронзовые детали и вентили ХПО дезактивируются в ванне АГ-7830/2. Детали и вентили для дезактивации помещаются в специальные кассеты. Дезактивация датчиков СИА производится в ванне АГ-7804/1, а контейнеров для транспортировки датчиков – в АГ-7804/2.

Оборудование для дезактивации транспортируется и устанавливается в ванны с помощью спецкранов, установленных в монтажных залах отделения 78 и цехов № 1,2.

Приготовление кислых дезактивирующих растворов и растворов азотной кислоты для окисловки аппаратов производится в АГ-7823/1, щелочных растворов – в АГ-7823/2.

Дезактивирующие растворы готовят смешиванием реагентов с водой в определённых соотношениях с нагреванием полученного раствора до заданного значения температуры.

Дезактивация оборудования, в основном, проводится травильно-комбинированным методом. В ванну с оборудованием последовательно сливаются кислый, а затем щелочной дезактивирующий раствор. Нагревание растворов производится острым паром, а выдержка в них оборудования – при перемешивании барботажным воздухом.

Освобождение ванн от отработавших растворов и передача их на переработку в отделение 64/І,ІІ производится с помощью монжюсов АГ-7806/1,3,4.

Оборудование после дезактивации до установленных норм промывается водой и направляется в ремонт.

Окисловка проводится путём выдержки оборудования в растворе азотной кислоты, нагретом до температуры (90 ± 2) °С, в течение трёх суток.

После дезактивации и окисловки оборудование промывается водой и подвергается осмотру.

Растворение урансодержащего материала

Растворение слитков урана производится в аппаратах АГ-7801/1, АГ-7808/2.

Передача раствора урана из отделения 78 в цех № 1 осуществляется по трубопроводу, проложенному по следующей схеме:

АГ-7801/1 → р-780148/1-1 → короб «Б» → АГ-7806/2 → в-780648/2 → короб «Б» → дренажный коридор отделения 73 → короб «К» → дренажный коридор Б-І → АГ-5004;

АГ-7808/2 → вентиляционный коридор «Л-16» → вентиляционный коридор (коридор фильтров) объекта 73-75-78 → АГ-7806/2 → в-780648/2 → короб «Б» → дренажный коридор отделения 73 → короб «К» → дренажный коридор Б-І → АГ-5004.

Очистка газовой фазы от растворения слитков урана осуществляется на узле улавливания оксидов азота цеха № 1 (отделение 10). Перед узлом улавливания оксидов азота на трубопроводе газовой фазы смонтированы эжектора АГ-7841/1,2 и конденсаторы АГ-7840/1,2 для возврата конденсата в АГ-7808/2, АГ-7801/2.

Для удаления парогазовой фазы из каньонов АГ-7801/2, АГ-7808/2 в вентиляционном коридоре отделения 78 установлены фильтры ФАРТОС Ц-500. Предусмотрен контроль процесса растворения слитков урана по показаниям гидростатического плотномера.

3.1.8 Узел приёма, хранения и переработки дренажно-дезактивирующих растворов, конденсата и газоочистного оборудования цехов № 1,2 (отделение 64/І,ІІ)

Процесс переработки дренажно-дезактивирующих растворов и конденсата с газоочистного оборудования включает следующие операции:

- сбор и хранение отработавших дезактивирующих растворов, конденсата с газоочистного оборудования цехов № 1,2, дренажных растворов в емкостях отделения 64/І,ІІ;

- щелочное концентрирование стабильных примесей и осколочных радионуклидов в виде гидроксидов путём смешивания растворов в аппаратах АГ-6440/1,2, АГ-6441/1,2;

- передача гидроксидной пульпы в ёмкости отделений 84, 86.

Кислые дезактивирующие растворы, дренажные растворы, конденсат из газоочистного оборудования, аварийные воды из отделения 73 собираются в емкостях АГ-6451, АГ-6431/1, АГ-6432. Щелочные дезактивирующие растворы, растворы от опорожнения приемков каньонов аппаратов, трубных коридоров, технологических лотков, конденсат из газоочистного оборудования, аварийные воды из отделения 73, раствор гидроксида натрия собираются в емкостях АГ-6452, АГ-6433.

Концентрация гидроксида натрия в растворах после смешивания растворов в аппаратах АГ-6440/1,2, АГ-6441/1,2 должна быть в пределах $4 \div 12$ г/л.

Гидроксидная пульпа по линии перелива самотёком поступает в ёмкости АГ-8601/1 или АГ-8401/1,3.

3.1.9 Узел сбора, хранения и передачи на переработку конденсата с ПВВС РЗ (отделение 64а)

В бак АГ-6401/1 периодически поступает конденсат из объекта 211а ПВВС РЗ. Выдача раствора производится по заполнению аппарата до рабочего объёма с помощью монжюса АГ-6429. Перед выдачей на переработку в отделение 64/І,ІІ проводится отстаивание раствора. Раствор с помощью вакуума поступает в АГ-6429 и затем передаётся на переработку в баки отделения 64/І,ІІ.

4 Оценка условий труда по ионизирующему излучению

Основной деятельностью рассматриваемого в работе цеха №2 является обращение с ядерными материалами и радиоактивными веществами при производстве, переработке, и хранении ядерных материалов и радиоактивных веществ (радиохимическая переработка урансодержащих материалов).

Анализ производственных факторов показал, что максимальное негативное влияние на здоровье работников завода оказывает один фактор – ионизирующее излучение.

Источниками ионизирующего излучения является все технологическое оборудование, используемое при производстве, переработке и хранении ядерных материалов и радиоактивных веществ. Также источниками потенциального внешнего облучения персонала завода являются твердые радиоактивные отходы, собираемые в специальные контейнеры.

В радиохимическом составе радиоактивного загрязнения основного оборудования и ТРО цеха №2 преобладают стронций-90, цезий-137, церий-144, рутений-103, рутений-106, цирконий-95, ниобий-95 (по состоянию действующей технологии 2013 года). стронций-90, цезий-137, церий-144, рутений-103, рутений-106 (по состоянию действующей технологии 2013 года).

Удельная активность нуклидов в основном оборудовании и ТРО цеха №2 приведена в таблице 4.1. МБк/кг (по состоянию действующей технологии 2013 года).

Таблица 4.1 – Удельная активность нуклидов в основном оборудовании и ТРО

Радионуклиды	Низкоактивные	Средне и высокоактивные
Цирконий-95 + ниобий-95	0,011	110
Рутений-103 + рутений-106	0,021	210
Цезий-137 + церий-144	0,068	680
Стронций-90	0,9	9000

Оценка условий труда по ионизирующему излучению проводилась отдельно для каждой должности цеха на основании данных полученных с помощью дозиметра-радиометра, при этом учитывался такой вид излучения как гамма-излучение и продолжительность его воздействия.

На основании должностных инструкций все рабочие места были разделены на группы в зависимости от продолжительности нахождения в каждом отделении в течении рабочей смены. Продолжительности воздействия излучения на персонал приведены в таблице 4.2.

Анализ изменения условий труда по ионизирующему излучению проводился по следующим группам: группа 1 – отделение по реконструкции и подготовке производства МОКС-топлива; 2 группа – начальник цеха, заместитель начальника цеха (по эксплуатации), заместитель начальника цеха (по технологии), инженер-технолог технологической группы; 3 группа – механик цеха; 4 группа – начальник смены, инженер-технолог и начальник отделения переработки и кондиционирования радиоактивных отходов; группа 5 группа – оператор радиохимического производства; 6 группа – аппаратчик по переработке, разделению и очистке химических соединений металлов и слесарь ремонтник; 7 группа – мастер по ремонту оборудования и слесарь-ремонтник участка по обслуживанию отделений; 8 группа – электрогазосварщик участка по обслуживанию отделений.

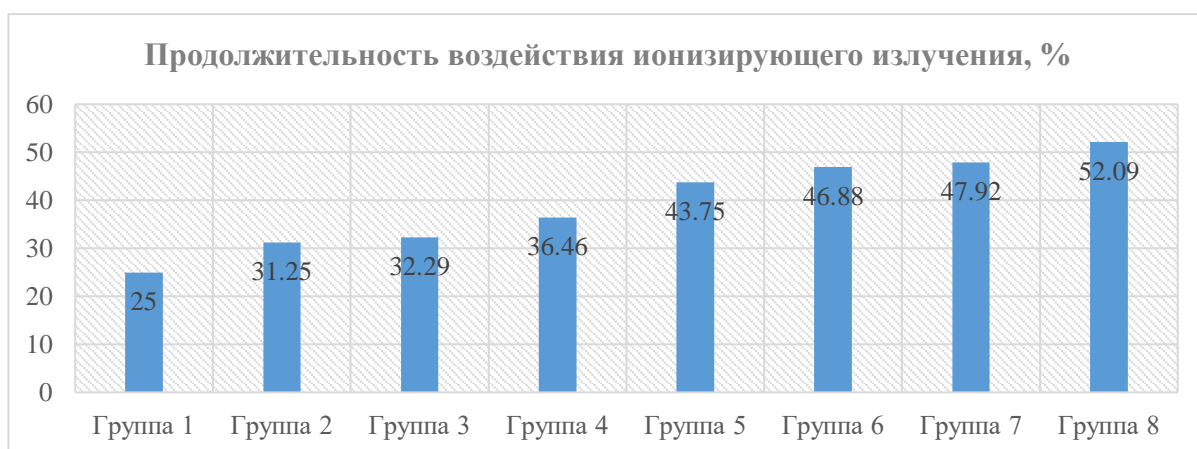


Рисунок 4.1 – Продолжительность воздействия ионизирующего излучения в разрезе рассматриваемых выборочных групп

Таблица 4.2 – Продолжительность воздействия ионизирующего излучения на работников цеха №2

№	Наименование должности	Продолжительность воздействия, %															Итого
		Отд. 85	Отд. 59/1	Отд. 59/2	Отд. 59/3	Отд. 238а	Отд. 84	Отд. 83	Отд. 83а	Отд. 86а	Отд. 86	Отд. 73	Отд. 78	Отд. 64/1	Отд. 64/2	Отд. 64а	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Руководство																	
1	Начальник цеха	2,08	2,08	2,08	2,08	3,13	3,13	3,13	1,04	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,04	1,04	31,25
2	Заместитель начальника цеха (по технологии)	2,08	2,08	2,08	2,08	3,13	3,13	3,13	1,04	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,04	1,04	31,25
3	Заместитель начальника цеха (по эксплуатации)	2,08	2,08	2,08	2,08	3,13	3,13	3,13	1,04	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,04	1,04	31,25
4	Начальник смены	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	1,04	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,04	2,08	36,46
5	Механик цеха	3,13	2,08	2,08	2,08	3,13	3,13	3,13	1,04	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,04	1,04	32,29
Технологическая группа																	
6	Инженер-технолог	2,08	2,08	2,08	2,08	3,13	3,13	3,13	1,04	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,04	1,04	31,25
Отделение переработки и кондиционирования радиоактивных отходов																	
7	Начальник отделения	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	1,04	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,04	2,08	36,46
8	Инженер-технолог	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13	1,04	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	1,08	2,08	36,46
9	Оператор радиохимического производства													18,75	15,63	9,38	43,75
10	Аппаратчик по переработке, разделению и очистке химических соединений металлов	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	1,04	2,08	4,17	2,08	3,13	2,08	1,04	2,08	46,88

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
11	Слесарь-ремонтник	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	1,04	2,08	4,17	2,08	3,13	2,08	1,04	2,08	46,88
Участок по обслуживанию отделений																	
12	Мастер по ремонту оборудования	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	2,08	2,08	4,17	2,08	3,13	2,08	1,04	2,08	47,92
13	Слесарь-ремонтник	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	2,08	2,08	4,17	2,08	3,13	2,08	1,04	2,08	47,92
14	Электрогазосварщик	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	2,08	3,13	4,17	3,13	4,17	3,13	1,04	2,08	52,09
Отделение по реконструкции и подготовке производства МОКС-топлива																	
15	Начальник отделения		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
16	Ведущий инженер по наладке и испытаниям		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
17	Инженер по подготовке производства		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
18	Инженер-технолог		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
19	Инженер-робототехник		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
20	Инженер-механотроник		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
21	Инженер-композиционные материалы		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
22	Инженер по вентиляции		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
23	Инженер-дефектоскопист		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
24	Инженер по сварке		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25

Окончание таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
25	Инженер прессовое оборудование		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25
26	Инженер- вакуумная техника		4,17	4,17		4,17	3,13	3,13			3,13		3,13				25

Ввиду изменения технологических процессов на ФГУП «ГХК», количественный и качественный состав радиоактивных отходов, подлежащих переработке на Радиохимическом заводе, претерпел изменения. Как следствие мощность дозы внешнего излучения на рабочем месте также изменилась. Мощность дозы внешнего излучения в 2013 и 2018 годах представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Радиационная обстановка в отделениях цеха №2

№	Наименование отделения	Мощность дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	
		2013	2018
1	Отделение 85	56,0	13,3
2	Отделение 59/1	10,5	11,0
3	Отделение 59/2	12,1	11,7
4	Отделение 59/3	5,5	7,2
5	Отделение 238а	10,6	18,2
6	Отделение 84	30,6	19,2
7	Отделение 83	83,4	11,2
8	Отделение 83а	3,8	5,0
9	Отделение 86а	4,0	5,0
10	Отделение 86	35,2	18,7
11	Отделение 73	45,6	30
12	Отделение 78	6,4	6,4
13	Отделение 64/1	13,7	7,9
14	Отделение 64/2	14,7	10,0
15	Отделение 64а	36,2	10,7

Во всех отделениях наблюдается значительное снижение средней мощности дозы гамма-излучения, наибольшее изменение мощности зафиксировано в отделении 85 (узел переработки и передачи высокоактивных отходов) и в отделении 83 (узел переработки и передачи среднеактивных отходов). Эти два узла являются начальными этапами переработки радиоактивных отходов и подготовки их к дальнейшему захоронению. Из-за изменения качественного и количественного состава изменился и радиохимический состав радиоактивного загрязнения основного оборудования и

ТРО, кроме того со временем происходит естественная трансформация радионуклидов.

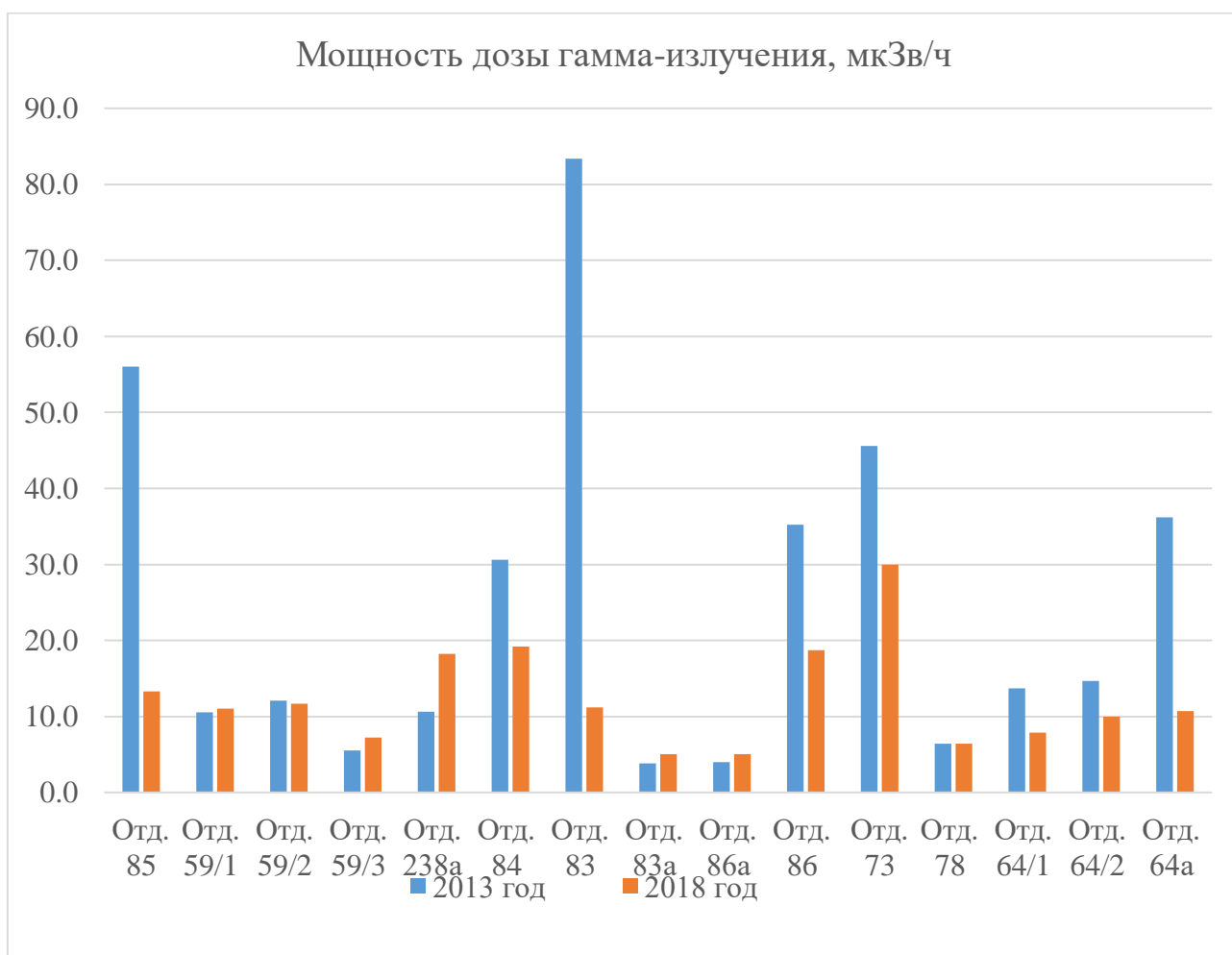


Рисунок 4.2 – Изменение радиационной обстановки в цехе № 2

Определение класса условий труда по ионизирующему излучению для каждой группы было проведено в соответствии с приказом Минтруда России от 24.01.2014 № 33н.

Минимальное время воздействия ионизирующего излучения приходится на сотрудников отделения по реконструкции и подготовке производства МОКС-топлива (группа 1) – 25% от рабочего времени. Расчет максимальной эффективной дозы, полученной работниками данного отделения в 2013 и в 2018 годах, представлен в таблицах 4.4 и 4.5.

Таблица 4.4 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2013 году для группы 1

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	Отд. 59/1	4,17%	10,5	0,74	0	0,74
2	Отд. 59/2	4,17%	12,1	0,86	0	0,86
3	Отд. 238а	4,17%	10,6	0,75	0	0,75
4	Отд. 84	3,13%	30,6	1,63	0	1,63
5	Отд. 83	3,13%	83,4	4,43	0	4,43
6	Отд. 86	3,13%	35,2	1,87	0	1,87
7	Отд. 78	3,13%	6,4	0,34	0	0,34
Итого:		25%				10,62

Таблица 4.5 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2018 году для группы 1

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
2	Отд. 59/1	4,17%	11,7	0,83	0	0,83
3	Отд. 59/2	4,17%	7,2	0,51	0	0,51
5	Отд. 238а	4,17%	19,2	1,36	0	1,36
6	Отд. 84	3,13%	11,2	0,60	0	0,60
7	Отд. 83	3,13%	5	0,27	0	0,27
10	Отд. 86	3,13%	30	1,59	0	1,59
12	Отд. 78	3,13%	7,9	0,42	0	0,42
Итого:		25%				5,58

Согласно расчетам, максимальная потенциальная эффективная доза за пять лет снизилась почти в два раза с 10,62 мЗв/год в 2013 году до 5,58 мЗв/год. Соответственно класс условий труда для работников данного отделения

изменился с 3.2 (вредные условия труда 2 степени) до 3.1 (вредные условия труда 1 степени).

Следующая группа с большим периодом воздействия ионизирующего излучения – 2 группа (начальник цеха, заместитель начальника цеха (по эксплуатации), заместитель начальника цеха (по технологии), инженер-технолог технологической группы). Продолжительность работы с источниками ионизирующего излучения для этой группы составляет 31,25% от рабочего времени. Расчет максимальной эффективной дозы, полученной работниками данной группы в 2013 и в 2018 годах, представлен в таблицах 4.6 и 4.7.

Таблица 4.6 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2013 году для группы 2

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	Отд. 85	2,08%	56	1,98	0	1,98
2	Отд. 59/1	2,08%	10,5	0,37	0	0,37
3	Отд. 59/2	2,08%	12,1	0,43	0	0,43
4	Отд. 59/3	2,08%	5,5	0,19	0	0,19
5	Отд. 238а	3,13%	10,6	0,56	0	0,56
6	Отд. 84	3,13%	30,6	1,63	0	1,63
7	Отд. 83	3,13%	83,4	4,43	0	4,43
8	Отд. 83а	1,04%	3,8	0,07	0	0,07
9	Отд. 86а	2,08%	4	0,14	0	0,14
10	Отд. 86	2,08%	35,2	1,25	0	1,25
11	Отд. 73	2,08%	45,6	1,61	0	1,61
12	Отд. 78	2,08%	6,4	0,23	0	0,23
13	Отд. 64/1	2,08%	13,7	0,49	0	0,49
14	Отд. 64/2	1,04%	14,7	0,26	0	0,26
15	Отд. 64а	1,04%	36,2	0,64	0	0,64
Итого:		31,25%				14,28

Таблица 4.7 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2018 году для группы 2

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	Отд. 85	2,08%	13,3	0,47	0	0,47
2	Отд. 59/1	2,08%	11,0	0,39	0	0,39
3	Отд. 59/2	2,08%	11,7	0,41	0	0,41
4	Отд. 59/3	2,08%	7,2	0,25	0	0,25
5	Отд. 238а	3,13%	18,2	0,97	0	0,97
6	Отд. 84	3,13%	19,2	1,02	0	1,02
7	Отд. 83	3,13%	11,2	0,60	0	0,60
8	Отд. 83а	1,04%	5,0	0,09	0	0,09
9	Отд. 86а	2,08%	5,0	0,18	0	0,18
10	Отд. 86	2,08%	18,7	0,66	0	0,66
11	Отд. 73	2,08%	30,0	1,06	0	1,06
12	Отд. 78	2,08%	6,4	0,23	0	0,23
13	Отд. 64/1	2,08%	7,9	0,28	0	0,28
14	Отд. 64/2	1,04%	10,0	0,18	0	0,18
15	Отд. 64а	1,04%	10,7	0,19	0	0,19
Итого:		31,25%				6,97

Исходя из расчетов максимальная потенциальная эффективная доза для работников группы 2 за пять лет снизилась почти в два раза с 14,28 мЗв/год в 2013 году до 6,97 мЗв/год. Соответственно класс условий труда для начальника цеха и заместителя начальника цеха (по эксплуатации) изменился с 3.2 (вредные условия труда 2 степени) до 3.1 (вредные условия труда 1 степени).

Продолжительность работы с источниками ионизирующего излучения группы 3 составляет 32,29% от рабочего времени, в данную группу входит одна должность – механик цеха. Расчет максимальной эффективной дозы, полученной механиком цеха в 2013 и в 2018 годах, представлен в таблицах 4.8 и 4.9.

Таблица 4.8 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2013 году для группы 3

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	Отд. 85	3,13%	56,0	2,98	0	2,98
2	Отд. 59/1	2,08%	10,5	0,37	0	0,37
3	Отд. 59/2	2,08%	12,1	0,43	0	0,43
4	Отд. 59/3	2,08%	5,5	0,19	0	0,19
5	Отд. 238а	3,13%	10,6	0,56	0	0,56
6	Отд. 84	3,13%	30,6	1,63	0	1,63
7	Отд. 83	3,13%	83,4	4,43	0	4,43
8	Отд. 83а	1,04%	3,8	0,07	0	0,07
9	Отд. 86а	2,08%	4,0	0,14	0	0,14
10	Отд. 86	2,08%	35,2	1,25	0	1,25
11	Отд. 73	2,08%	45,6	1,61	0	1,61
12	Отд. 78	2,08%	6,4	0,23	0	0,23
13	Отд. 64/1	2,08%	13,7	0,49	0	0,49
14	Отд. 64/2	1,04%	14,7	0,26	0	0,26
15	Отд. 64а	1,04%	36,2	0,64	0	0,64
Итого:		32,29%				15,27

Таблица 4.9 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2018 году для группы 3

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	2	3	4	5	6	7
1	Отд. 85	3,13%	11,00	0,58	0	0,58
2	Отд. 59/1	2,08%	11,70	0,41	0	0,41
3	Отд. 59/2	2,08%	7,20	0,25	0	0,25
4	Отд. 59/3	2,08%	18,20	0,64	0	0,64

Окончание таблицы 4.9

1	2	3	4	5	6	7
5	Отд. 238а	3,13%	19,20	1,02	0	1,02
6	Отд. 84	3,13%	11,20	0,60	0	0,60
7	Отд. 83	3,13%	5,00	0,27	0	0,27
8	Отд. 83а	1,04%	5,00	0,09	0	0,09
9	Отд. 86а	2,08%	18,70	0,66	0	0,66
10	Отд. 86	2,08%	30,00	1,06	0	1,06
11	Отд. 73	2,08%	6,40	0,23	0	0,23
12	Отд. 78	2,08%	7,90	0,28	0	0,28
13	Отд. 64/1	2,08%	10,00	0,35	0	0,35
14	Отд. 64/2	1,04%	10,70	0,19	0	0,19
15	Отд. 64а	1,04%	25,30	0,45	0	0,45
Итого:		32,29%				7,09

Из расчета видно, что максимальная потенциальная эффективная доза для механика цеха снизилась с 15,27 мЗв/год в 2013 году до 7,09 мЗв/год в 2018 году. Таким образом, класс условий труда для механика цеха изменился с 3.2 (вредные условия труда 2 степени) до 3.1 (вредные условия труда 1 степени).

Для следующей группы, в состав которой входят такие должности как начальник смены, инженер-технолог и начальник отделения переработки и кондиционирования радиоактивных отходов, продолжительность работы с источниками ионизирующего излучения составляет 32,46% от рабочего времени. Расчет максимальной эффективной дозы, полученной группой 4 в 2013 и в 2018 годах, представлен в таблицах 4.10 и 4.11.

Таблица 4.10 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2013 году для группы 4

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	2	3	4	5	6	7
1	Отд. 85	3,13%	56,0	2,98	0	2,98

Окончание таблицы 4.10

1	2	3	4	5	6	7
2	Отд. 59/1	3,13%	10,5	0,56	0	0,56
3	Отд. 59/2	3,13%	12,1	0,64	0	0,64
4	Отд. 59/3	3,13%	5,5	0,29	0	0,29
5	Отд. 238а	3,13%	10,6	0,56	0	0,56
6	Отд. 84	3,13%	30,6	1,63	0	1,63
7	Отд. 83	3,13%	83,4	4,43	0	4,43
8	Отд. 83а	1,04%	3,8	0,07	0	0,07
9	Отд. 86а	2,08%	4,0	0,14	0	0,14
10	Отд. 86	2,08%	35,2	1,25	0	1,25
11	Отд. 73	2,08%	45,6	1,61	0	1,61
12	Отд. 78	2,08%	6,4	0,23	0	0,23
13	Отд. 64/1	2,08%	13,7	0,49	0	0,49
14	Отд. 64/2	1,04%	14,7	0,26	0	0,26
15	Отд. 64а	2,08%	36,2	1,28	0	1,28
Итого:		36,46%				16,41

Таблица 4.11 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2018 году для группы 4

№ п/п	Место проведения измерения	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	2	3	4	5	6	7
1	Отд. 85	3,13%	11,0	0,58	0	0,58
2	Отд. 59/1	3,13%	11,7	0,62	0	0,62
3	Отд. 59/2	3,13%	7,2	0,38	0	0,38
4	Отд. 59/3	3,13%	18,2	0,97	0	0,97
5	Отд. 238а	3,13%	19,2	1,02	0	1,02
6	Отд. 84	3,13%	11,2	0,60	0	0,60
7	Отд. 83	3,13%	5,0	0,27	0	0,27
8	Отд. 83а	1,04%	5,0	0,09	0	0,09
9	Отд. 86а	2,08%	18,7	0,66	0	0,66
10	Отд. 86	2,08%	30,0	1,06	0	1,06
11	Отд. 73	2,08%	6,4	0,23	0	0,23
12	Отд. 78	2,08%	7,9	0,28	0	0,28
13	Отд. 64/1	2,08%	10,0	0,35	0	0,35

Окончание таблицы 4.11

1	2	3	4	5	6	7
14	Отд. 64/2	1,04%	10,7	0,19	0	0,19
15	Отд. 64а	2,08%	25,3	0,90	0	0,90
Итого:		36,46%				8,19

Согласно расчетам, максимальная потенциальная эффективная доза за пять лет снизилась почти в два раза с 16,41 мЗв/год в 2013 году до 8,19 мЗв/год в 2018 году. Соответственно класс условий труда для работников данной группы изменился с 3.2 (вредные условия труда 2 степени) до 3.1 (вредные условия труда 1 степени).

Следующая группа с большим периодом воздействия ионизирующего излучения – 5 группа (оператор радиохимического производства). Продолжительность работы с источниками ионизирующего излучения для этой группы составляет 43,75% от рабочего времени. Расчет максимальной эффективной дозы, полученной работниками группы 5 в 2013 и в 2018 годах, представлен в таблицах 4.12 и 4.13.

Таблица 4.12 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2013 году для группы 5

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	Отд. 64/1	18,75%	13,7	4,37	0	4,37
2	Отд. 64/2	15,63%	14,7	3,90	0	3,90
3	Отд. 64а	9,38%	36,2	5,77	0	5,77
Итого:		43,75%				14,04

Таблица 4.13 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2018 году для группы 5

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	Отд. 64/1	18,75%	7,9	2,52	0	2,52
2	Отд. 64/2	15,63%	10	2,66	0	2,66
3	Отд. 64а	9,38%	10,7	1,71	0	1,71
Итого:		47,92%				6,88

Исходя из расчетов максимальная потенциальная эффективная доза для работников группы 5 за пять лет снизилась почти в два раза с 14,04 мЗв/год в 2013 году до 6,88 мЗв/год. Соответственно класс условий труда для оператора радиохимического производства изменился с 3.2 (вредные условия труда 2 степени) до 3.1 (вредные условия труда 1 степени).

Продолжительность работы с источниками ионизирующего излучения группы 6 составляет 46,88% от рабочего времени, в данную группу входят следующие должности: аппаратчик по переработке, разделению и очистке химических соединений металлов и слесарь ремонтник. Расчет максимальной эффективной дозы, полученной группой 6 в 2013 и в 2018 годах, представлен в таблицах 4.14 и 4.15.

Таблица 4.14 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2013 году для группы 6

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	2	3	4	5	6	7
1	Отд. 85	4,17%	56,0	3,97	0	3,97

Окончание таблицы 4.14

2	Отд. 59/1	4,17%	10,5	0,74	0	0,74
3	Отд. 59/2	4,17%	12,1	0,86	0	0,86
4	Отд. 59/3	4,17%	5,5	0,39	0	0,39
5	Отд. 238а	4,17%	10,6	0,75	0	0,75
6	Отд. 84	4,17%	30,6	2,17	0	2,17
7	Отд. 83	4,17%	83,4	5,91	0	5,91
8	Отд. 83а	1,04%	3,8	0,07	0	0,07
9	Отд. 86а	2,08%	4,0	0,14	0	0,14
10	Отд. 86	4,17%	35,2	2,49	0	2,49
11	Отд. 73	2,08%	45,6	1,61	0	1,61
12	Отд. 78	3,13%	6,4	0,34	0	0,34
13	Отд. 64/1	2,08%	13,7	0,49	0	0,49
14	Отд. 64/2	1,04%	14,7	0,26	0	0,26
15	Отд. 64а	2,08%	36,2	1,28	0	1,28
Итого:		46,88%				21,47

Таблица 4.15 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2018 году для группы б

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	2	3	4	5	6	7
1	Отд. 85	4,17%	13,3	0,94	0	0,94
2	Отд. 59/1	4,17%	11,0	0,78	0	0,78
3	Отд. 59/2	4,17%	11,7	0,83	0	0,83
4	Отд. 59/3	4,17%	7,2	0,51	0	0,51
5	Отд. 238а	4,17%	18,2	1,29	0	1,29
6	Отд. 84	4,17%	19,2	1,36	0	1,36
7	Отд. 83	4,17%	11,2	0,79	0	0,79
8	Отд. 83а	1,04%	5,0	0,09	0	0,09
9	Отд. 86а	2,08%	5,0	0,18	0	0,18
10	Отд. 86	4,17%	18,7	1,32	0	1,32
11	Отд. 73	2,08%	30,0	1,06	0	1,06
12	Отд. 78	3,13%	6,4	0,34	0	0,34
13	Отд. 64/1	2,08%	7,9	0,28	0	0,28

Окончание таблицы 4.15

1	2	3	4	5	6	7
14	Отд. 64/2	1,04%	10,0	0,18	0	0,18
15	Отд. 64а	2,08%	10,7	0,38	0	0,38
Итого:		46,88%				10,33

Из расчета видно, что максимальная потенциальная эффективная доза для группы 6 снизилась с 21,47 мЗв/год в 2013 году до 10,33 мЗв/год в 2018 году. Таким образом, класс условий труда для механика цеха изменился с 3.3 (вредные условия труда 3 степени) до 3.2 (вредные условия труда 2 степени).

Продолжительность работы с источниками ионизирующего излучения группы 7 составляет 47,92% от рабочего времени, в данную группу входят следующие должности: мастер по ремонту оборудования и слесарь-ремонтник участка по обслуживанию отделений. Расчет максимальной эффективной дозы, полученной группой 7 в 2013 и в 2018 годах, представлен в таблицах 4.16 и 4.17.

Таблица 4.16 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2013 году для группы 7

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	2	3	4	5	6	7
1	Отд. 85	4,17%	56,0	3,97	0	3,97
2	Отд. 59/1	4,17%	10,5	0,74	0	0,74
3	Отд. 59/2	4,17%	12,1	0,86	0	0,86
4	Отд. 59/3	4,17%	5,5	0,39	0	0,39
5	Отд. 238а	4,17%	10,6	0,75	0	0,75
6	Отд. 84	4,17%	30,6	2,17	0	2,17
7	Отд. 83	4,17%	83,4	5,91	0	5,91
8	Отд. 83а	2,08%	3,8	0,13	0	0,13
9	Отд. 86а	2,08%	4,0	0,14	0	0,14
10	Отд. 86	4,17%	35,2	2,49	0	2,49

Окончание таблицы 4.16

1	2	3	4	5	6	7
11	Отд. 73	2,08%	45,6	1,61	0	1,61
12	Отд. 78	3,13%	6,4	0,34	0	0,34
13	Отд. 64/1	2,08%	13,7	0,49	0	0,49
14	Отд. 64/2	1,04%	14,7	0,26	0	0,26
15	Отд. 64а	2,08%	36,2	1,28	0	1,28
Итого:		47,92%				21,54

Таблица 4.17 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2018 году для группы 7

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	Отд. 85	4,17%	11,0	0,78	0	0,78
2	Отд. 59/1	4,17%	11,7	0,83	0	0,83
3	Отд. 59/2	4,17%	7,2	0,51	0	0,51
4	Отд. 59/3	4,17%	18,2	1,29	0	1,29
5	Отд. 238а	4,17%	19,2	1,36	0	1,36
6	Отд. 84	4,17%	11,2	0,79	0	0,79
7	Отд. 83	4,17%	5,0	0,35	0	0,35
8	Отд. 83а	2,08%	5,0	0,18	0	0,18
9	Отд. 86а	2,08%	18,7	0,66	0	0,66
10	Отд. 86	4,17%	30,0	2,13	0	2,13
11	Отд. 73	2,08%	6,4	0,23	0	0,23
12	Отд. 78	3,13%	7,9	0,42	0	0,42
13	Отд. 64/1	2,08%	10,0	0,35	0	0,35
14	Отд. 64/2	1,04%	10,7	0,19	0	0,19
15	Отд. 64а	2,08%	25,3	0,90	0	0,90
Итого:		47,92%				10,97

Согласно расчету, максимальная потенциальная эффективная доза для группы 7 снизилась с 21,54 мЗв/год в 2013 году до 10,97 мЗв/год в 2018 году. Таким образом, класс условий труда для механика цеха изменился с 3.3 (вредные условия труда 3 степени) до 3.2 (вредные условия труда 2 степени).

Продолжительность работы с источниками ионизирующего излучения группы 8 – 52,08% от рабочего времени. В группу 8 входит одна должность – электрогазосварщик участка по обслуживанию отделений. Расчет максимальной эффективной дозы, полученной электрогазосварщиком в 2013 и в 2018 годах, представлен в таблицах 4.18 и 4.19.

Таблица 4.18 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2013 году для группы 8

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	Отд. 85	4,17%	56,0	3,97	0	3,97
2	Отд. 59/1	4,17%	10,5	0,74	0	0,74
3	Отд. 59/2	4,17%	12,1	0,86	0	0,86
4	Отд. 59/3	4,17%	5,5	0,39	0	0,39
5	Отд. 238а	4,17%	10,6	0,75	0	0,75
6	Отд. 84	4,17%	30,6	2,17	0	2,17
7	Отд. 83	4,17%	83,4	5,91	0	5,91
8	Отд. 83а	2,08%	3,8	0,13	0	0,13
9	Отд. 86а	3,13%	4,0	0,21	0	0,21
10	Отд. 86	4,17%	35,2	2,49	0	2,49
11	Отд. 73	3,13%	45,6	2,42	0	2,42
12	Отд. 78	4,17%	6,4	0,45	0	0,45
13	Отд. 64/1	3,13%	13,7	0,73	0	0,73
14	Отд. 64/2	1,04%	14,7	0,26	0	0,26
15	Отд. 64а	2,08%	36,2	1,28	0	1,28
Итого:		52,09%				22,77

Таблица 4.19 – Расчет максимальной потенциальной эффективной дозы в 2018 году для группы 8

№ п/п	Место проведения измерений	Продолжительность воздействия	Внешнее облучение		Внутреннее облучение	Эффективная МПД (мЗв/год)
			Среднее измеренное значение (мкЗв/час)	МПД (мЗв/год)	МПД (мЗв/год)	
1	Отд. 85	4,17%	13,3	0,94	0	0,94
2	Отд. 59/1	4,17%	11,0	0,78	0	0,78
3	Отд. 59/2	4,17%	11,7	0,83	0	0,83
4	Отд. 59/3	4,17%	7,2	0,51	0	0,51
5	Отд. 238а	4,17%	18,2	1,29	0	1,29
6	Отд. 84	4,17%	19,2	1,36	0	1,36
7	Отд. 83	4,17%	11,2	0,79	0	0,79
8	Отд. 83а	2,08%	5,0	0,18	0	0,18
9	Отд. 86а	3,13%	5,0	0,27	0	0,27
10	Отд. 86	4,17%	18,7	1,32	0	1,32
11	Отд. 73	3,13%	30,0	1,59	0	1,59
12	Отд. 78	4,17%	6,4	0,45	0	0,45
13	Отд. 64/1	3,13%	7,9	0,42	0	0,42
14	Отд. 64/2	1,04%	10,0	0,18	0	0,18
15	Отд. 64а	2,08%	10,7	0,38	0	0,38
Итого:		52,09%				11,29

Из расчета видно, что максимальная потенциальная эффективная доза для группы 8 снизилась с 22,77 мЗв/год в 2013 году до 11,29 мЗв/год в 2018 году. Таким образом, класс условий труда для электрогазосварщика изменился с 3.3 (вредные условия труда 3 степени) до 3.2 (вредные условия труда 2 степени).

Расчеты показали, что для всех групп класс условий труда изменился. Для групп 1-5 класс условий труда изменился с 3.2 (вредные условия труда 2 степени) до 3.1 (вредные условия труда 1 степени), а для групп 6-8 класс условий труда изменился с 3.3 (вредные условия труда 3 степени) до 3.2 (вредные условия труда 2 степени). Однако, все условия труда работников цеха по переработке отходов не соответствуют гигиеническим нормативам и правилам, установленным для данного фактора, ввиду чего работодателю необходимо в должной степени

обеспечивать работников средствами индивидуальной защиты, направлять работников, занятых на работах с вредными производственными факторами на периодические медицинские осмотры в центры профпатологии и другие медицинские организации, имеющие лицензию на экспертизу профпригодности.

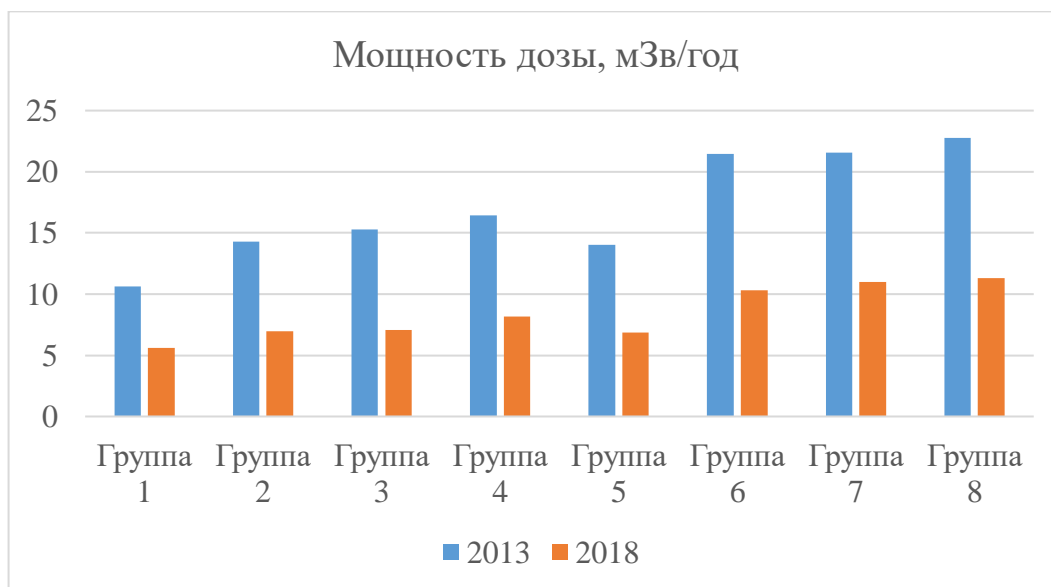


Рисунок 4.3 – Изменение максимальной эффективной дозы для рассматриваемых групп

5 Оценка риска воздействия ионизирующего излучения на здоровье работающих в цехе кондиционирования и переработки радиоактивных отходов

С середины прошлого столетия ученые всего мира стали все больше концентрировать свое внимание на изучении воздействия «малых» доз ионизирующего излучения [15]. В большей степени это связано со стремительным развитием промышленности и использованием источников ионизирующего излучения повсеместно. Под воздействием ионизирующего излучения в тканях биологических существ способны происходить различного рода мутации, приводящие к образованию злокачественных новообразований [5, 12].

Риск (или количество ожидаемых последствий облучения) R может быть рассчитан путем умножения эффективной дозы на принятое значение коэффициента риска.

Расчет риска возникновения злокачественных новообразований производится путем умножения средней величины среднегодовой эффективной дозы персонала в течение периода облучения на соответствующий коэффициент риска:

$$R = D \times K_r. \quad (5.1)$$

Если используемая величина средней годовой эффективной дозы выражена в миллизивертах (мЗв) в формуле (5.1), следует умножить значение дозы на 0,001:

$$R = D \times 0,001 \times K_r, \quad (5.2)$$

где D – среднегодовая эффективная доза персонала (Зв). Определяется для каждой группы работников радиохимического завода как среднее значение за последний год работы;

K_r – коэффициент избыточного пожизненного риска.

Таблица 5.1 – средняя эффективная доза для различных групп работников радиохимического завода

Группа	D персонала, мЗв
Руководство	1,03
Технологическая группа	0,94
Служба механиков	1,28
Аппаратчики	1,03
Служба радиохимического производства	1,19
Для всего персонала	0,87

Коэффициенты избыточного пожизненного риска онкологической заболеваемости определяется на 1 Зв равномерного техногенного облучения в течение заданного периода и принимается для возрастной группы «взрослые от 18 лет и старше», в соответствии с таблицей 5.2 [28], так как расчет производится только для работников завода, без учета влияния на население.

Таблица 5.2 – Коэффициенты избыточного пожизненного риска онкологической заболеваемости в расчете на 1 Зв равномерного техногенного облучения в течение заданного периода времени

Возрастная группа на начало облучения	Период облучения, лет								
	1	2	3	5	10	20	30	40	50
Взрослые от 18 лет и старше	0,06	0,12	0,18	0,28	0,51	0,85	1,04	1,14	1,17

Количество дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями определяется путем умножения значения Риска на Общую численность работников данной группы и на Долю данной группы работников в общей численности завода:

$$S = N \cdot C \cdot R \quad (5.3)$$

где S – количество дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями;

N – численность персонала;

C – доля численности возрастной группы в общей численности работников;

R – риск возникновения злокачественных новообразований.

В данном расчете принимается возрастная группа от 18 и старше, т.к. расчет ведется для персонала цеха по переработке ядерных отходов Радиохимического завода. Число людей в группе принимается в соответствии с численностью персонала в структурных подразделениях, указанных в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – численностью персонала в структурных подразделениях Радиохимического завода

Структурное подразделение	Численность персонала в подразделении
Руководство	11
Технологическая группа	19
Служба механиков	7
Аппаратчики	15
Служба радиохимического производства	16
Весь персонал	68

5.1 Расчет рисков для руководства

Расчет риска возникновения злокачественных новообразований и количества дополнительных случаев заболевания злокачественных новообразований для руководства:

$$R_{\text{за 1 год}}^{\text{Руководство}} = 1,03 \cdot 0,06 \cdot 0,001 = 6,18 \cdot 10^{-5}$$

$$R_{\text{за 5 лет}}^{\text{Руководство}} = 1,03 \cdot 0,28 \cdot 0,001 = 2,89 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 10 лет}}^{\text{Руководство}} = 1,03 \cdot 0,51 \cdot 0,001 = 5,3 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 30 лет}}^{\text{Руководство}} = 1,03 \cdot 1,04 \cdot 0,001 = 1,07 \cdot 10^{-3}$$

$$R_{\text{за 50 лет}}^{\text{Руководство}} = 1,03 \cdot 1,17 \cdot 0,001 = 1,21 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 1 год}}^{\text{Руководство}} = 11 \cdot 0,81 \cdot 6,18 \cdot 10^{-5} = 5,5 \cdot 10^{-4}$$

$$S_{\text{за 5 лет}}^{\text{Руководство}} = 11 \cdot 0,81 \cdot 2,89 \cdot 10^{-4} = 2,6 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 10 лет}}^{\text{Руководство}} = 11 \cdot 0,81 \cdot 5,3 \cdot 10^{-4} = 4,7 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 30 лет}}^{\text{Руководство}} = 11 \cdot 0,81 \cdot 1,07 \cdot 10^{-3} = 9,5 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 50 лет}}^{\text{Руководство}} = 11 \cdot 0,81 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3} = 1,08 \cdot 10^{-2}$$

Результаты расчетов представлены на рисунке 5.1.



Рисунок 5.1 – Результаты расчета количества дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями для руководства

Для должностей, относящимся к руководящим, при сохранении средней эффективной дозы 1,03 мЗв количество дополнительных случаев заболеваний злокачественными новообразованиями за 50 лет возросло 19,6 раз.

5.2 Расчет рисков для технологической группы

Расчет риска возникновения злокачественных новообразований и количества дополнительных случаев заболевания злокачественных новообразований для технологической группы:

$$R_{\text{за 1 год}}^{\text{Тех.груп}} = 0,94 \cdot 0,06 \cdot 0,001 = 5,6 \cdot 10^{-5}$$

$$R_{\text{за 5 лет}}^{\text{Тех.груп}} = 0,94 \cdot 0,28 \cdot 0,001 = 2,6 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 10 лет}}^{\text{Тех.груп}} = 0,94 \cdot 0,51 \cdot 0,001 = 4,8 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 30 лет}}^{\text{Тех.груп}} = 0,94 \cdot 1,04 \cdot 0,001 = 9,7 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 50 лет}}^{\text{Тех.груп}} = 0,94 \cdot 1,17 \cdot 0,001 = 1,1 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 1 год}}^{\text{Тех.груп}} = 19 \cdot 0,81 \cdot 5,6 \cdot 10^{-5} = 8,6 \cdot 10^{-4}$$

$$S_{\text{за 5 лет}}^{\text{Тех.груп}} = 19 \cdot 0,81 \cdot 2,6 \cdot 10^{-4} = 4,0 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 10 лет}}^{\text{Тех.груп}} = 19 \cdot 0,81 \cdot 4,8 \cdot 10^{-4} = 7,4 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 30 лет}}^{\text{Тех.груп}} = 19 \cdot 0,81 \cdot 9,7 \cdot 10^{-4} = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

$$S_{\text{за 50 лет}}^{\text{Тех.груп}} = 19 \cdot 0,81 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 1,7 \cdot 10^{-2}$$

Результаты расчетов представлены на рисунке 5.2.



Рисунок 5.2 – Результаты расчета количества дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями для технологической группы

Для должностей, относящимся к технологической группе, при сохранении средней эффективной дозы 0,94 мЗв количество дополнительных случаев заболеваний злокачественными новообразованиями за 50 лет возросло в 19,8 раз.

5.3 Расчет рисков для службы механиков

Расчет риска возникновения злокачественных новообразований и количества дополнительных случаев заболевания злокачественных новообразований для службы механиков:

$$R_{\text{за 1 год}}^{\text{Мех}} = 1,28 \cdot 0,06 \cdot 0,001 = 7,6 \cdot 10^{-5}$$

$$R_{\text{за 5 лет}}^{\text{Мех}} = 1,28 \cdot 0,28 \cdot 0,001 = 3,6 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 10 лет}}^{\text{Мех}} = 1,28 \cdot 0,51 \cdot 0,001 = 6,5 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 30 лет}}^{\text{Мех}} = 1,28 \cdot 1,04 \cdot 0,001 = 1,3 \cdot 10^{-3}$$

$$R_{\text{за 50 лет}}^{\text{Мех}} = 1,28 \cdot 1,17 \cdot 0,001 = 1,5 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 1 год}}^{\text{Мех}} = 7 \cdot 0,81 \cdot 7,6 \cdot 10^{-5} = 4,3 \cdot 10^{-4}$$

$$S_{\text{за 5 лет}}^{\text{Мех}} = 7 \cdot 0,81 \cdot 3,6 \cdot 10^{-4} = 2,0 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 10 лет}}^{\text{Мех}} = 7 \cdot 0,81 \cdot 6,5 \cdot 10^{-4} = 3,7 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 30 лет}}^{\text{Мех}} = 7 \cdot 0,81 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3} = 7,4 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 50 лет}}^{\text{Мех}} = 7 \cdot 0,81 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 8,5 \cdot 10^{-3}$$

Результаты расчетов представлены на рисунке 5.3.

Для должностей, относящимся к группе механиков, при сохранении средней эффективной дозы 1,28 мЗв количество дополнительных случаев заболеваний злокачественными новообразованиями за 50 лет возросло в 19,3 раз.



Рисунок 5.3 – Результаты расчета количества дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями для группы механиков

5.4 Расчет рисков для аппаратчиков

Расчет риска возникновения злокачественных новообразований и количества дополнительных случаев заболевания злокачественных новообразований для аппаратчиков:

$$R_{\text{за 1 год}}^{\text{Аппарат}} = 1,03 \cdot 0,06 \cdot 0,001 = 6,2 \cdot 10^{-5}$$

$$R_{\text{за 5 лет}}^{\text{Аппарат}} = 1,03 \cdot 0,28 \cdot 0,001 = 2,9 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 10 лет}}^{\text{Аппарат}} = 1,03 \cdot 0,51 \cdot 0,001 = 5,2 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 30 лет}}^{\text{Аппарат}} = 1,03 \cdot 1,04 \cdot 0,001 = 1,1 \cdot 10^{-3}$$

$$R_{\text{за 50 лет}}^{\text{Аппарат}} = 1,03 \cdot 1,17 \cdot 0,001 = 1,2 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 1 год}}^{\text{Аппарат}} = 15 \cdot 0,81 \cdot 6,2 \cdot 10^{-5} = 7,5 \cdot 10^{-4}$$

$$S_{\text{за 5 лет}}^{\text{Аппарат}} = 15 \cdot 0,81 \cdot 2,9 \cdot 10^{-4} = 3,5 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 10 лет}}^{\text{Аппарат}} = 15 \cdot 0,81 \cdot 5,2 \cdot 10^{-4} = 6,3 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 30 лет}}^{\text{Аппарат}} = 15 \cdot 0,81 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^{-2}$$

$$S_{\text{за 50 лет}}^{\text{Аппарат}} = 15 \cdot 0,81 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

Результаты расчетов представлены на рисунке 5.4.

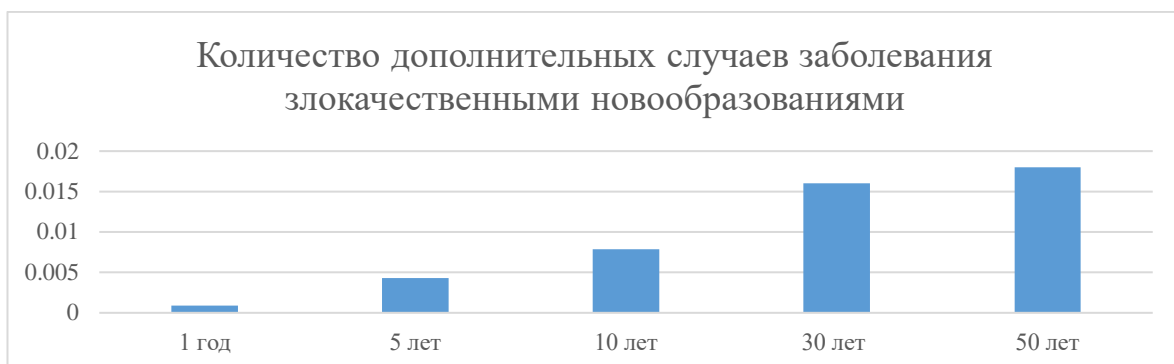


Рисунок 5.4 – Результаты расчета количества дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями для аппаратчиков

Для аппаратчиков, при сохранении средней эффективной дозы 1,03 мЗв количество дополнительных случаев заболеваний злокачественными новообразованиями за 50 лет в 20 раз.

5.5 Расчет рисков для операторов радиохимического производства

Расчет риска возникновения злокачественных новообразований и количества дополнительных случаев заболевания злокачественных новообразований для операторов радиохимического производства:

$$R_{\text{за 1 год}}^{\text{Операт}} = 1,19 \cdot 0,06 \cdot 0,001 = 7,1 \cdot 10^{-5}$$

$$R_{\text{за 5 лет}}^{\text{Операт}} = 1,19 \cdot 0,28 \cdot 0,001 = 3,3 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 10 лет}}^{\text{Операт}} = 1,19 \cdot 0,51 \cdot 0,001 = 6,1 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{\text{за 30 лет}}^{\text{Операт}} = 1,19 \cdot 1,04 \cdot 0,001 = 1,2 \cdot 10^{-3}$$

$$R_{\text{за 50 лет}}^{\text{Операт}} = 1,19 \cdot 1,17 \cdot 0,001 = 1,4 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 1 год}}^{\text{Операт}} = 16 \cdot 0,81 \cdot 7,1 \cdot 10^{-5} = 9,2 \cdot 10^{-4}$$

$$S_{\text{за 5 лет}}^{\text{Операт}} = 16 \cdot 0,81 \cdot 3,3 \cdot 10^{-4} = 4,3 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 10 лет}}^{\text{Операт}} = 16 \cdot 0,81 \cdot 6,1 \cdot 10^{-4} = 7,9 \cdot 10^{-3}$$

$$S_{\text{за 30 лет}}^{\text{Операт}} = 16 \cdot 0,81 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 1,6 \cdot 10^{-2}$$

$$S_{\text{за 50 лет}}^{\text{Операт}} = 16 \cdot 0,81 \cdot 1,4 \cdot 10^{-3} = 1,8 \cdot 10^{-2}$$

Результаты расчетов представлены на рисунке 5.5.

Для операторов радиохимического производства, при сохранении средней эффективной дозы 1,19 мЗв количество дополнительных случаев заболеваний злокачественными новообразованиями за 50 лет возросло почти в 19,6 раз.



Рисунок 5.5 – Результаты расчета количества дополнительных случаев заболевания злокачественными новообразованиями для операторов радиохимического производства

Для всех групп должностей риск возникновения злокачественных новообразований в течении года не превышает границы неприемлемого риска для персонала – рисунок 5.6.

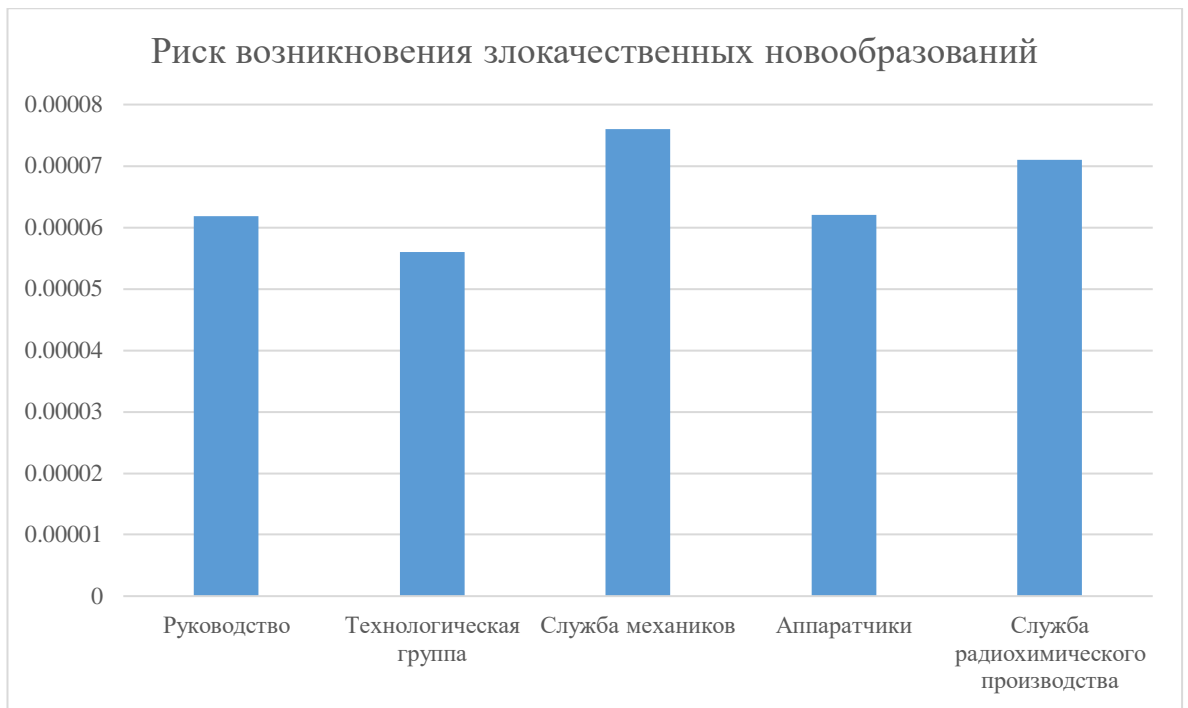


Рисунок 5.6 – Результаты расчета риска возникновения злокачественных новообразований за 1 год

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате решения поставленных задач настоящей работы можно сделать следующие выводы:

1. Проведенный аналитический обзор научной литературы показал, что на сегодняшний день проблеме оценки условий труда на предприятиях различных областей промышленности уделяется значительное внимание. Кроме того, обеспечение работников условиями труда, соответствующими гигиеническим нормативам, является одной из первостепенных задач государственной политики.

2. Проведенный аналитический обзор научной литературы показал, что существует проблема, связанная в целом с методами оценки условий труда и выявления факторов профессионального риска для работников.

3. Проведенный аналитический обзор научной литературы показал, что существует проблема, связанная с оценкой вероятного вреда здоровью, нанесенного ионизирующим излучением. Использование источников ионизирующего излучения получает все большее применение в различных областях промышленности и медицины, а биологическое воздействие на организм человека до конца еще не изучено, ввиду чего необходим постоянный контроль данного вида воздействия.

4. При учете вышеперечисленного было принято решение изучить изменения условий труда работников, занятых на производстве по переработке ядерных отходов.

5. Расчетным путем были определены классы условий труда для работников цеха №2. Расчеты показали, что для всех групп класс условий труда изменился. Для групп 1-5 класс условий труда изменился с 3.2 (вредные условия труда 2 степени) до 3.1 (вредные условия труда 1 степени), а для групп 6-8 класс условий труда изменился с 3.3 (вредные условия труда 3 степени) до 3.2 (вредные условия труда 2 степени). Однако, все условия труда работников цеха по переработке отходов не соответствуют гигиеническим нормативам и правилам,

установленным для данного фактора, ввиду чего работодателю необходимо в должной степени обеспечивать работников средствами индивидуальной защиты, направлять работников, занятых на работах с вредными производственными факторами на периодические медицинские осмотры в центры профпатологии и другие медицинские организации, имеющие лицензию на экспертизу профпригодности.

б. По результатам расчета количества дополнительных случаев заболевания злокачественных новообразований можно сделать вывод о том, что за 50 лет работы на указанном производстве при имеющейся эффективной дозе облучения риск возникновения злокачественных новообразований возрастет:

- руководства в среднем в 19,6 раз;
- технологической группы в среднем в 19,8 раз;
- службы механиков в среднем в 19,3 раза;
- аппаратной службы в среднем в 20 раз;
- операторов радиохимического производства в среднем в 19,6 раз.

При этом годовой риск возникновения злокачественных новообразований для каждой группы не превышает границу неприемлемого риска. Однако, данные уровни риска в профессиональных группах предприятия требуют постоянного контроля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авдеева, И.А. Профилактика заболеваний органов дыхания у рабочих мебельных предприятий / И.А. Авдеева // Борьба с пылью на производстве – основа профилактики проф. болезней органов дыхания. – Москва, 1986. – С. 173-176.
2. Авдеева, И.А. Характеристика работоспособности и состояния здоровья женщин работниц деревообрабатывающей промышленности / И.А. Авдеева // Гиг. труда и профзабол. – 1981. – № 10. – С. 11-13.;
3. Алексахин, Р.М. Дозы облучения человека и биоты в современном мире: состояние и некоторые актуальные проблемы / Р.М. Алексахин // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2009. – Т.54. – №4. – С. 25-31.;
4. Беккер, В.Н. Гигиеническая гуманизация производственной среды на предприятиях агропромышленного комплекса. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Москва, 2003. – 23 с.;
5. Бирюков, А.П. Ионизирующее излучение как фактор риска развития злокачественных новообразований органов пищеварения (научный обзор) / А.П. Бирюков, В.К. Иванов, М.А. Максюттов, И.Н. Иванова // Радиация и риск. – 2001. – Вып.12. – С. 99-108.;
6. Богданов, И.М. Проблема оценки эффектов воздействия «малых» доз ионизирующего излучения / И.М. Богданов, М.А. Сорокина, А.И. Маслюк // Бюллетень сибирской медицины. – 2005. – 2005. – С. 145-151.;
7. Болезни опорно-двигательной системы у рабочих лесодеревообрабатывающей промышленности. / Г.А. Друзь, Л.А. Кирсанова и др. // Ортопедия, травматология и протезирование. 1989. – №2. – С. 61-64.
8. Булатова, С.И. Организация Госсанэпиднадзора на предприятиях деревообрабатывающей отрасли / С.И. Булатова, Е.В. Куневская // Матер. X съезда гигиенистов и сан. врачей. М., 2007. – С. 1024-1027.

9. ВОЗ Серия техн. докл.: Выявление и профилактика болезней, обусловленных характером работы. Женева, ВОЗ, 2012. – 120 с.

10. Гигиеническое нормирование факторов производственной среды и трудового процесса / Под редакцией Н.Ф. Измерова, А.А. Каспарова // Медицина, Москва: 1986. – 230 с.;

11. Гимранова, Г.Г. Комплексная оценка условий труда и состояния здоровья нефтяников / Г.Г. Гимранова, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – №8. – С. 1-5.;

12. Голивец, Т.П. Актуальные аспекты радиационного канцерогенеза: проблема оценки эффектов воздействия «малых» доз ионизирующего излучения. Аналитический обзор / Т.П. Голивец, Б.С. Коваленко, Д.В. Волков // Научные ведомости БелГУ. – 2012. – №16(135). – С. 5-13.;

13. Григорьев, Ю.Г. Отдаленные эффекты хронического воздействия ионизирующего излучения и электромагнитных полей применительно к гигиеническому нормированию / Ю.Г. Григорьев, А.В. Шафиркин, В.Н. Никитина, А.Л. Васин // Радиационная биология. Радиология. – 2003. – Т.43. – №5. – С. 565-578.;

14. Дёмин, В.Ф. Общая методика оценки риска воздействия на здоровье и человека разных источников опасности / В.Ф. Дёмин, С.И. Иванов, С.М. Новиков // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – Т.54. – №1. – С. 5-15.;

15. Дёмин, В.Ф. Риск воздействия ионизирующего излучения и других вредных факторов на здоровье человека: методы оценки и практическое применение / В.Ф. Дёмин, И.Е. Захарченко // Радиационная биология. Радиоэкология. – Т.52. – №1. – С.77-83.;

16. Евстигнеева, Ю.В. Аттестация рабочих мест по условиям труда и специальная оценка условий труда: порядок проведения / Е.В. Евстигнеева, Н.А. Евстигнеева // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – №6.;

17. Иванов, И.В. Критериальные показатели воздействия ионизирующих излучений в сублетальных и летальных дозах / И.В. Иванов // Москва: 2005. – 56 с.;

18. Иванченко, А.В. Прогноз риска возникновения временной утраты трудоспособности на основе комплексной оценки состояния здоровья, условий труда и качества жизни работников судостроения / А.В. Иванченко, С.А. Саенко, М.А. Дохов, С.А. Баулин // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – №3(91). – С. 79-82.;

19. Измеров, Н.Ф. Роль профилактической медицины в сохранении здоровья населения // Медицина труда. – 2000. – №1. – 1-2 с.

20. Конституция Российской Федерации : офиц. текст. – М : Маркетинг, 2001. – 39 с.;

21. Карпов, А.Б. Роль ионизирующего излучения в развитии гомеостатического дисбаланса / А.Б. Карпов, Р.М. Тахаухов, В.В. Удут, Ю.В. Семенов, Е.Ю. Шестобоев, И.А. Воронова, Е.В. Бородулина, А.А. Чурин, А.А. Колтунов, С.А. Грибов, О.В. Авдеева, Ю.Е. Живова // Бюллетень сибирской медицины. – 2005. – №2. – С. 82-88.;

22. Коршунова, Т.Ю. Реформирование трудового законодательства / Т.Ю. Коршунова // Журнал российского права. – №8. – 2011. С. 5-19.;

23. Кострюкова, Н.К. Биологические эффекты малых доз ионизирующего излучения / Н.К. Кострюкова, В.А. Карпин // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2005. – №1. – С. 17-23.;

24. Котеров, А.Н. Малые дозы и малые мощности доз ионизирующей радиации: регламентация диапазонов, критерии их формирования и реалии XXI / А.Н. Котеров // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – Т.54. – №3. – 2009. – С. 5-26.;

25. Крюков, Н.П. Взаимосвязь системы управления охраной труда, системы управления профессиональными рисками и специальной оценки условий труда / Н.П. Крюков, С.А. Жукова // Охрана и экономика труда. – 2014. – №2(15). – С. 61-63.;

26. Литвяков, Н.В. Возможности совершенствования системы охраны здоровья персонала предприятий атомной индустрии / Н.В. Литвяков, Р.М. Тахауов, Е.О. Васильева, Н.В. Мамонтова, Е.В. Скобельская, А.Б. Карпов // Здравоохранение Российской Федерации. – 2010. – №6. – С. 19-23.;

27. Логановский, К.Н. Влияет ли ионизирующая радиация на головной мозг человека? / К.Н. Логановский // Український медичний часопис. – 3(71). – 2009. – С. 56-69.;

28. МУ 2.1.10.3014-12. Оценка радиационного риска у населения за счет длительного равномерного техногенного облучения в малых дозах: – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 26 с.;

29. МУ 2.2/2.6.1.20-04. Оценка и классификация условий труда персонала при работах с источниками ионизирующего излучения: – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2004. – 10 с.;

30. Нагуманов, М.М. Специальная оценка условий труда – основа системы оценки профессиональных рисков на производстве / М.М. Нагуманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов междунвродной научно-технической конференции. – 2014. – Т.2. – С. 3-7.;

31. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения : федер. закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ // Российская газета. – №64-65. – 06 апр.;

32. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2018. – 268 с.;

33. О специальной оценке условий труда : федер. закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ // Российская газета. – №295. – 30 дек.;

34. О радиационной безопасности населения : федер. закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ // Российская газета. – №9. – 17 янв.;

35. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкций по

ее заполнению : приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н // Российская газета. – №71. – 24 янв.;

36. Об утверждении Порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда : приказ Минздравсоцразвития России от 26.04.2011 № 342н // Российская газета. – №135. – 24 апр.;

37. Парушина, Н.В. Система эффективного управления и контроля оплаты труда и соблюдения трудового законодательства в организациях / Н.В. Парушина, Н.А. Лытнева // Фундаментальные исследования. – 2014. – №12 (часть 7). – С. 1498-1502.;

38. Петин, В.Г. Анализ действия малых доз ионизирующего излучения на онкозаболеваемость человека / В.Г. Петин, М.Д. Пронкевич // Радиация и риск. – 2012. – Т. 21. – №1. – С. 39-57.;

39. Петин, В.Г. Комбинированное биологическое действие ионизирующих излучений и других вредных факторов окружающей среды (научный обзор) / В.Г. Петин, И.П. Дергачева, Г.П. Жураковская // Радиация и риск. – 2001. – Вып.12. – С. 117-134.;

40. Петрашова, Д.А. Цитогенетические эффекты воздействия природных источников ионизирующего излучения на работников горно-рудного производства Мурманской области / Д.А. Петрашова, В.В. Пожарская, Т.С. Заводская, Н.К. Белишева // Вестник уральской медицинской академии наук. – 2014. – №2. – С. 40-42.;

41. Потоцкий Е.П. Подход к разработке методики определения интегральной оценки условий труда с учетом совокупного воздействия факторов / Е.П. Потоцкий, Т.В. // Безопасность жизнедеятельности. №5. – 2004. С. 15-18.

42. Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: НИИ медицины труда Российской академии медицинских наук, 2005.;

43. Прокопенко, Л.В. Здоровье работающих и безопасный труд: гигиенические критерии и классификация условий труда при воздействии факторов рабочей среды и трудового процесса / Л.В. Прокопенко, Р.Ф.

Афанасьева, О.К. Кравченко, В.В. Матюхин, Н.Н. Молодкина, Ю.П. Пальцев, Е.С. Почтарева // Здоровье населения и среда обитания. – 2007. – №10(175) – С. 23-32.;

44. Рыжиков, М.А. К вопросу о безопасности кратковременного воздействия высокоинтенсивного шума изменяющейся тональности / М.А. Рыжиков, М.С. Кузнецов, С.М. Логаткин, С.М. Кузнецов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2018. – №1. – С. 57-64.;

45. Санитарные правила и нормативы Сан-ПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 – М.: Минздрав России, 2009.;

46. Санитарные правила и нормативы. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). М.: Минздрав России, 2010.;

47. Санитарные правила. СП 2.6.6.1168-02. Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002). М.: Минздрав России, 2002.;

48. Семенов, С.В. Ионизирующие излучения в нашей жизни / С.В. Семенов // Энергобезопасность и охрана труда. – 2009. – №3(27). – С. 3-12.;

49. Трудовой кодекс Российской Федерации : федер. закон от 30.12.2001. № 197-ФЗ. – М : ОТиСС, 2002. – 142 с.;

50. Устав о дисциплине работников организаций, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты в области использования атомной энергии : федер. закон от 08.03.2011 № 35-ФЗ // Российская газета. – №51. – 11 мар.;

51. Федосов, А.В. Некоторые вопросы проведения специальной оценки условий труда / А.В. Федосов, Л.С. Хазинурова, Н.В. Вадулина // Нефтегазовое дело : эл. науч. журнал. – 2015. – №2. – С.457-476.;

52. Шарпов, М.Н. специальная оценка условий труда и безопасность работников АПК / М.Н. Шарпов, В.Ю. Мисюряев, И.С. мартынов, Е.Ю. Гузенко

// Известия Нижневолжского аграрноуниверситетского комплекса – 2014. – №4(36). – С. 1-4.;

53. Шепин, В.О. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности населения Российской Федерации / В.О. Шепин // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2012. – С. 6-9.;

54. Шклярчук, В.Я. Адаптация человека к отрицательным воздействиям окружающей среды / В.Я. Шклярчук // Вестник ТГУ. – 2009. – 7(75). – С. 159-164.;

55. Abercromby, A.F. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training / A.F. Abercromby, W.E. Amonette, C.S. Layne, B.K. McFarlin, M.R. Hinman, W.H. Paloski // Medicine and science in sports and exercises. – 2007. – 39(10). – P.1794-1800.;

56. Bortkiewicz, A. Physiological reaction to work in cold microclimate / A. Bortkiewicz, E. Gadzicka, W. Szymczak, A. Szyjkowska, W. Koszada-Włodarczyk, T. Makowiec-Dabrowska // International journal of occupational medicine and environmental health. – 2006. – 19(2). – P. 123-131.;

57. Bovenzi, M. Health effects of mechanical vibration / M. Bovenzi // Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia. – 2005. – 27(1). – P.58-64.;

58. David, L. Occupational safety and health for technologists, engineers, and managers / L. David. – 7th ed. – 2011. – 733 P.;

59. Dratva, J. Impact of road traffic noise annoyance on health-related quality of life: results from a population-based study / J. Dratva, E. Zemp, D. Felber Dietrich, P.O. Bridevaux, T. Rochat, C. Schindler, M.W.Gerbase // Quality of life research. – 2010. – 19(1). – P.37-46.;

60. Chen-Peng, C. Effects of temperature steps on human skin physiology and thermal sensation response / C. Chen-Peng, H. Ruey-Lung, C. Shih-Yin, L. Yu-Ting // Building and Environment. – 2011. P. 51.;

61. Hammer, M.S. Environmental noise pollution in the United States: developing an effective public health response / M.S. Hammer, T.K. Swinburn, R.L. Neitzel // Environmental health perspectives. – 2014. – 122(2). P. 115-119;

62. Kamp, I. Environmental noise and mental health: Five year review and future directions / I. Kamp, D. Hoge // 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN). – 2008. – P. 33-40.;

63. Park, M.S. Health risk evaluation of whole-body vibration by ISO 2631-5 and ISO 2631-1 for operators of agricultural tractors and recreational vehicles / M.S. Park, T. Fukuda, T.G. Kim, S. Maeda // Industrial health. – 2013. 51(3). – P. 364-370.;

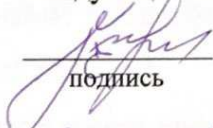
64. Shepherd, D. Exploring the relationship between noise sensitivity, annoyance and health-related quality of life in a sample of adults exposed to environmental noise / D. Shepherd, D. Welch, K.N. Dirks, R. Mathews // International journal of environmental research and public health. – 2010. – 7(10). P. 3579-3594.;

65. Vanos, J.K. Review of the physiology of human thermal comfort while exercising in urban landscapes and implications for bioclimatic design / J.K. Vanos, J.S. Warland. T.J. Gillespie, N.A. Kenny // International journal of biometeorology. – 2010. – 54(4). – P. 319-334.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


_____ Т. А. Кулагина
подпись

«13» 04 2019 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Аттестация рабочих мест цеха на предприятии по переработке ядерных отходов

20.04.01 «Техносферная безопасность»

20.04.01.01 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

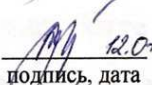
Научный руководитель


_____ 12.07.19
подпись, дата

доцент, к.т.н.


О. А. Козин

Выпускник


_____ 12.07.19
подпись, дата

О. О. Телешева

Рецензент


_____ 13.07.19
подпись, дата

доцент, к.т.н.

И.В. Варфоломеев

Красноярск 2019