

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка проектного решения по ремедиации радиоактивно загрязненных земель УДК <u>504.5:628.4.047:631.433.2</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Кабыкенов Нурсултан Сабитулы		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И.И.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

Томск – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие знания для создания новых методов по ремедиации зараженной земли
P2	Применять глубокие знания в области ремедиации зараженной земли
P3	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проведения восстановительных работ на зараженной почве
P4	Исследовать новые подходы к решению задач по ремедиации зараженной техногенными радионуклидами земли
Универсальные компетенции	
P5	Эффективно работать, индивидуально в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работ и готовность следовать корпоративной культуре организации
P6	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P7	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.03.01 Техносферная безопасность
_____ А.Н. Вторушина
04.02.2019 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы <small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>

Студенту:

Группа	ФИО
1E51	Кабыкенову Нурсултану Сабитулы

Тема работы:

Разработка проектного решения по ремедиации радиоактивно загрязненных земель	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.11.2018 г., 10128/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Проектирование технологического комплекса по ремедиации загрязненной земли Семипалатинского испытательного полигона.
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Провести обзор мирового опыта при проведении восстановительных работ заражённой почвы радионуклидами. 2. Обосновать необходимость проведения ремедиации загрязнённых земель конкретной площадки «Опытное поле» СИП. 3. Разработать проект технологического комплекса по ремедиации загрязнённой земли Семипалатинского испытательного полигона.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Таблицы и рисунки</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Доцент отделения социально-гуманитарных наук Подопригора Игнат Валерьевич</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Старший преподаватель отделения контроля и диагностики Романцов Игорь Иванович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>04.02.2019 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент</p>	<p>Бородин Юрий Викторович</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		<p>04.02.2019 г.</p>

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>1E51</p>	<p>Кабыкенов Нурсултан Сабитулы</p>		<p>04.02.2019 г.</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2018/2019 учебного года
Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
Выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполняемой работы:	07.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела модуля/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.03.2019г.	Раздел «Ремедиация земель подверженных радиоактивному загрязнению». Подбор литературы, теоретические данные.	35
15.05.2019	Раздел «Разработка проекта по ремедиации загрязненных земель». Создание технологического комплекса.	35
21.05.2019 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».	10
04.06.2019 г.	Оформление и представление ВКР.	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Юрий Викторович	к.т.н., доцент		04.02.2019

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2019

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1E51	Кабыкенов Нурсултан Сабитулы

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01. Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Доплаты и надбавки студента 20%; Дополнительная заработная плата 15%; Накладные расходы 50%; Районный коэффициент 30% Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 28 %
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Анализ конкурентных технических решений -SWOT-анализ -QuaD-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: -определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- <i>Определение эффективности исследования</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E51	Кабыкенов Н.С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1E51	Кабыкенов Нурсултан Сабитулы

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Семипалатинский ядерный полигон, проведение ядерных взрывов, загрязнение почвы техногенными радионуклидами, проведение рекультивации почвы путём снятия верхнего слоя и последующим её захоронением.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Федеральный закон "О радиационной безопасности населения" № 3-ФЗ от 09.01.96г.; СанПиН 42-129-11-3938-85 Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-85) ГН2.6.1.054-96 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-96)
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности 2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности	Рассмотреть опасные и вредные факторы, предложить способы защиты от них. Физические, вредные и опасные производственные факторы: запыленность и загазованность; повышенная или пониженная температура воздуха; шум; вибрация; повышенная или пониженная влажность воздуха; ионизирующие излучения; ультрафиолетовая радиация; инфракрасная радиация;
3. Экологическая безопасность	Участок захоронения радиоактивных материалов по периметру ограждён проволокой, а с наружи имеется частично разрушенный ров. Расстояние до населённого пункта 60 км. СанПиН 2.2.1/2.1.1.567—96 Радиоактивные выпадения от атмосферных испытаний ядерного оружия относится к зоне повышенного радиационного риска (доза воздействия на население от 7 до 35 бэр за весь период испытания). Закон Республики Казахстан от 11.03.2002 N 302-2 "ОБ ОХРАНЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА"(ред. от 29.12.2006 г.)

	Анализ воздействия на гидросферу и литосферу: загрязнились водоемы продуктами ядерного распада, традиционные пастбища для выпаса совхозного и личного скота.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Рассмотреть возможные ЧС на месте хранения ГСМ в результате нарушения правил ТБ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е51	Кабыкенов Нурсултан Сабитулы		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 97 с., 18 рис., 29 табл., 20 источников, 1 прил.

Ключевые слова: Семипалатинский испытательный полигон, ремедиационные мероприятия, радиоактивное загрязнение, радионуклиды.

Объектом исследования является Семипалатинский ядерный полигон, на котором проводились ядерные испытания, в результате чего были заражены эти земли и прилегающие к полигону территории.

Цель работы – разработка проекта технологического комплекса для проведения работ по ремедиации загрязненных земельных участков техногенными радионуклидами, с целью последующей передачи данных земель в сельскохозяйственное пользование населению без каких либо ограничений.

В процессе исследования проводился обзор мирового опыта в решении данной проблемы, оценка содержания радионуклидов в почве Семипалатинского испытательного полигона.

В результате исследования был предложен проект создания технологического комплекса по ремедиации загрязненной радионуклидами земли. С передачей данных земель в сельскохозяйственное использование.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: пункт хранения радиоактивных отходов, бокс для дезактивации, ангар для СВХ (склада временного хранения)

Область применения: данный проект можно использовать для проектирования и проведения ремедиационных мероприятий земель, зараженных техногенными радионуклидами.

В будущем планируется проводить работы по обеспечению радиационной безопасности эксплуатации технологических комплексов по хранению и захоронению радиоактивных отходов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- СИП – Семипалатинский испытательный полигон;
- РК – Республика Казахстан;
- НЯЦ РК – Национальный ядерный центр Республики Казахстан;
- ВМ – воздушные массы;
- П-1 – площадка 1;
- П-2 – площадка 2;
- П-3 – площадка 3;
- БРВ – боевые радиоактивные вещества;
- РВ – радиоактивные вещества;
- ВАП – выливные авиационные приборы;
- МЭД – мощности эквивалентной дозы;
- М – могильник;
- ИРН – искусственные радионуклиды;
- ЯТЦ – ядерно-топливный цикл;
- ПД – пределы доз;
- ПГП – пределы годового поступления;
- ДОО – допустимые среднегодовые объемные;
- ПХРО – пункт хранения радиоактивных отходов;
- СВХ – склада временного хранения;
- ПХРО – пункт хранения радиоактивных отходов;
- ОПП – опытное поле;
- ж/б – железобетонные;
- ЛЭП – линии электропередач;
- СИЗ – средства индивидуальной защиты;
- ГСМ – горюче-смазочные материалы;
- РАО – радиоактивные отходы;
- МОИ – материалы ограниченного использования.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	9
Список сокращений	10
Введение	17
1 Восстановление земель подверженных радиоактивному загрязнению	21
1.1 Планирование восстановительных мероприятий.....	21
1.2 Заграничный опыт.....	22
1.3 Итог проведенных работ	24
2 Общая характеристика района загрязненных участков на территории Семипалатинского полигона	25
2.1 Климатическая и ландшафтно-географическая характеристика исследуемой территории.....	25
3 Основные факторы формирования техногенной обстановки на исследуемой территории	28
3.1 Актуальная радиационная обстановка в загрязненных районах, которые непосредственно оказывают влияние на формирование радиационной обстановки на территории СИП	28
3.2 Испытания на площадке "Опытное поле"	35
3.3 Зональное распределение искусственных радионуклидов на загрязненных территориях.....	37
3.4 Участок захоронения радиоактивных материалов ("могильник")	39
3.5 Современное состояние радиационной обстановки на территории "могильника"	40
4 Современный статус территории СИП и условия ведения деятельности в местах испытаний.....	42

5	Проектное решение по восстановлению радиоактивно загрязненных земель	44
5.1	Обоснование необходимости проведения работ по восстановлению загрязненных участков.....	44
5.2	Основные этапы создания технологического комплекса для проведения работ по восстановлению загрязненных площадок СИП	45
5.2.1	Создание физической защиты площадки «Опытное поле».....	46
5.2.2	Лагерь на БРВ (Боевые радиоактивные вещества)	47
5.2.3	Рабочая зона	47
5.2.4	Бокс для дезактивации.....	48
5.2.5	Площадка для разбраковки, паспортизации и отгрузки РАО и МОИ49	
5.2.6	Лагерь на ОПП (опытном поле)	49
5.2.7	Ангар для СВХ (склада временного хранения).....	49
5.2.8	Жилая зона лагеря на опытном поле	50
5.2.9	Заправочная станция.....	52
5.2.10	Крупномасштабная радиационная съемка	53
5.2.11	Создание карты распределения РАО (радиоактивных отходов) на площадках	54
5.2.12	Радионуклидная идентификация радиоактивных отходов.....	54
5.2.13	Поэтапное изъятие загрязненного грунта и сортировка радиоактивных отходов	55
5.2.14	Транспортировка загрязненного грунта на СВХ	57
5.2.15	Паспортизация и размещение РАО на СВХ.....	57
5.2.16	Захоронение радиоактивных отходов на пункте хранения радиоактивных отходов	58
5.2.17	Заключительное обследование площадок «4», «4а» и объекта «Могильник»	58
5.2.18	Восстановление почвенного покрова площадок «4», «4а» и объекта	

«Могильник»	59
6 РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»	60
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	60
Сегментирование рынка услуг по разработке программы осуществляется по следующим критериям: размер компании и фирмы конкуренты.....	60
Таблица 8 – Сегментирование рынка услуг по деятельности предприятий	60
6.2 Анализ конкурентных технических решений	60
6.3 Технология QuaD	61
6.4 SWOT-анализ.....	62
6.5 Планирование научно-исследовательских работ	66
6.5.1 Структура работ в рамках научного исследования	66
6.6 Определение трудоемкости выполнения работ	67
6.7 Разработка графика проведения научного исследования	68
6.8 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	72
6.9 Расчет материальных затрат НТИ.....	72
6.10 Основная заработная плата исполнителей темы.....	73
$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн_i} , \quad (7)$	73
где t_i - затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях, $C_{зн_i}$ - среднедневная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).....	73
6.11 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	74

6.12 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ...	74
6.13 Накладные расходы.....	75
6.14 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	76
Минимальный бюджет НИИ представлен первым исполнением и составляет около 46669 рублей.....	76
Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	76
7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	80
7.1 Производственная безопасность	80
7.1.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	81
7.2 Средства индивидуальной защиты	83
Источники факторов, наименование видов работ	85
Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)	85
Нормативные документы.....	85
Вредные	85
Опасные.....	85
Обслуживаемые работы:.....	85
1) погрузочно-разгрузочные работы;	85
2) работа с заражённой землёй;	85
1. Превышение уровней шума и вибрации;	85
2. Повышенная загазованность и запыленность.....	85
3.Повышенный уровень радиации	85

1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, оборудования;	85
2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;	85
3. Пожар.	85
ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	85
СанПиН 2.2.4-548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»	85
ГОСТ 12.1.1003– 83 «ССБТ. Шум, общие требования безопасности»	85
ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ "Организация обучения безопасности труда"	85
7.3 Экологическая безопасность	85
Таблица 29 – Значение предельно допустимых концентраций некоторых радиоактивных веществ	86
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	89
7.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
Список литературы	94
ПРИЛОЖЕНИЕ А	96

№прикопки	Глубина отбора, см	²⁴¹ Am, Бк/кг	¹³⁷ Cs, Бк/кг	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu, Бк/кг
9 К ₂ [^]	0-2	2,1 ± 0,2	51,8 ± 1,0	23,5 ± 0,7
	2-5	0,5 ± 0,3	15,8 ± 0,9	5,4 ± 0,6
	5-10	1,3 ± 0,2	1,8 ± 0,3	< 0,2
	10-15	1,8 ± 0,2	0,4 ± 0,2	< 0,2
10 Сн	0-2	< 0,4	16,2 ± 0,6	1,8 ± 0,2
	2-5	< 0,4	2,0 ± 0,5	< 0,4
	5-10	< 0,4	2,2 ± 0,5	< 0,1
	10-15	< 0,4	< 0,6	< 0,1
11 К ₂ [^]	0-2	2,2 ± 0,3	63,2 ± 1,6	10,4 ± 0,6
	2-5	< 0,3	3,5 ± 0,3	0,7 ± 0,2
	5-10	< 0,4	< 0,4	< 0,1
	10-15	< 0,5	< 0,4	< 0,1
12 К ₂ [^]	0-2	1,7 ± 0,2	34,0 ± 0,8	8,2 ± 0,5
	2-5	0,5 ± 0,3	9,7 ± 0,8	2,2 ± 0,3
	5-10	< 0,4	2,5 ± 0,3	< 0,2
	10-15	0,4 ± 0,2	1,2 ± 0,2	0,2 ± 0,1
13 Ск	0-2	< 0,3	12,2 ± 0,5	0,9 ± 0,2
	2-5	< 0,4	4,6 ± 0,3	< 0,3
	5-10	2,0 ± 0,2	1,8 ± 0,3	< 0,1
	10-15	< 0,4	1,9 ± 0,3	< 0,2
14 К ₂ [^]	0-2	1,6 ± 0,3	54,1 ± 1,0	5,3 ± 0,3
	2-5	< 0,4	3,3 ± 0,3	< 0,5
	5-10	< 0,5	0,9 ± 0,2	< 0,1
	10-15	< 0,5	0,4 ± 0,2	< 0,1
Примечание: К ₂ [^] - каштановые, щепнистые; К ₁ - светло-каштановые; Сн – солонцы; Ск – солончаки				

.....97

ВВЕДЕНИЕ

Деятельность Семипалатинского полигона, начатая 29.08.1949 г. И закончившаяся в 1989 г., - это одна из многих страниц в истории бывшего Советского Союза, а ликвидация последствий этой деятельности – одна из первых страниц в истории нового государства - Республики Казахстан.

В современных условиях для Республики Казахстан огромное значение имеют результаты объективной оценки масштабов и степени радиоактивного загрязнения природной среды в период проведения на этом полигоне ядерных испытаний в атмосфере и под землей, а также степени их влияния на здоровье населения, проживавшего в прилегающих к полигону районах.

На Семипалатинском полигоне, имеющем площадь около 18,5 тыс. км, ядерные взрывы проводились как в атмосфере, так и под землей. Кроме того, в 50 годах XX века на этом полигоне испытывалось радиологическое оружие – боевые радиоактивные вещества (БРВ). Земли бывшего полигона такие как: Карагандинская область (131,7 тысяч га), Павлодарская область (706 тысяч га), Восточно-Казахстанская область (978,9 тысяч га) ,были переведены в состав земель запаса постановлением Правительства Казахстан № 172 от 07.02.1996 года. Площадь загрязненных земель была оценена в 305 000 км²[1].

Последнее в истории Казахстана ядерное испытание было произведено 19 октября 1989 года. 29 августа 1991 года Президентом РК Н. А. Назарбаевым был подписан Указ № 409 «О закрытии Семипалатинского ядерного полигона» Учеными Казахстана вместе с международным сообществом было приобретено большое количество сведений о настоящей радиационной обстановке СИП и граничащих с полигоном землях. Так же были определены основные зоны радиоактивного загрязнения, а в дальнейшем основные маршруты и механизмы настоящего и возможного заражения радиоактивными веществами данной территории. Полученные данные, дают возможность сделать нам

соответствующий вывод, что в настоящее время СИП не оказывает никакого негативного воздействия на население, проживающее на прилегающих к полигону территориях. Можно однозначно утверждать, что соблюдение норм закона и специально разработанных правил, распространяющихся на деятельность на территории СИП, обеспечивает радиационную безопасность при осуществлении на ней хозяйственной деятельности.

Одновременно с этим, радиоэкологическая ситуация данной территории не является стабильной, и выявлены значительные процессы миграции радиоактивных веществ, и всё это вызывает необходимость проведения регулярного мониторинга радиационной ситуации на СИП и дальнейшего продолжения исследований ситуации на полигоне. Можно отметить, при учёте масштабы СИП и многообразия проведенных на ней испытаний, имеющаяся информация не являются исчерпывающей, но она позволяет предложить научно обоснованный план исследовательских работ и практических ликвидационных мероприятий таких как ремедиация зараженной земли[2].

Весь комплекс экспериментальных данных, полученных НЯЦ РК к настоящему времени, позволяет сделать соответствующие выводы, о том, что на основной части территории исследуемого полигона уровень концентраций искусственных радионуклидов сравним с уровнем глобальных выпадений, что говорит о возможности передачи этих земель в сельскохозяйственное пользование, без каких-либо на то ограничений. Необходимость планомерных работ и постепенной передачи земель СИП в народнохозяйственный оборот было поддержано руководством страны, что непосредственно нашло отражение в решениях Совета Безопасности от 06 апреля 2009 года и Протокольном решении Межведомственной Комиссии при Совете Безопасности от 7 мая 2009 года. В соответствии с законодательством РК, в настоящее время вся территория СИП относится к землям запаса, согласно (Постановлению РК от 7

февраля 1996 года №172). В соответствии со статьёй 143 "Земельного Кодекса РК". Земельные участки, на которых соответственно проводились испытания ядерного оружия, на основании данной статьи могут быть предоставлены Правительством РК в собственность, землепользование только после завершения всех необходимых мероприятий по ликвидации последствий испытания ядерного оружия и комплексного экологического обследования при наличии заключения государственной экологической экспертизы соответственно положительной [3].

Исходя из вышеперечисленного, необходимым этапом передачи земли является проведение экологического обследования конкретных передаваемых земель. Одной из главных целей и конечной целью работ по СИП должна стать постепенная передача земель СИП в народное хозяйство и использование по назначению. Передача земель возможна только после проведения на ней всех комплексных экологических исследований и реабилитационных мероприятий на наиболее опасных участках радиоактивного загрязнения земли полигона.

Целью моей работы является – разработка проекта технологического комплекса для проведения работ по ремедиации загрязнённых земельных участков СИП техногенными радионуклидами, с целью последующей передачи данных земель в сельскохозяйственное пользование населению без каких либо ограничений. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Произвести обзор мирового опыта при проведении восстановительных работ заражённой почвы радионуклидами и выбрать верное техническое решение данной проблемы.

2. Обосновать необходимость проведения ремедиации загрязнённых земель конкретной площадки «Опытное поле» и прилегающих территорий загрязнённых радионуклидами.

3. Разработать проект по проведению восстановительных работ на площадке «Опытное поле» и соседних загрязнённых территорий.

Первым этапом длительной работы по ремедиации земли мной была выбрана "северная" территория СИП. На карте территория обозначена красной границей.

Оснований для такого решения было несколько:

- именно на этом ядерном полигоне в такой промежуток времени как с 1995 по 2007 годы было сформировано и накоплено большое количество информации о конкретном содержании искусственных радионуклидов в различных объектах окружающей среде;
- эта территория находится на минимальном расстоянии к такому основному населенному пункту района как г. Курчатов;
- на данной заражённой территории полигона ведётся несанкционированная сельскохозяйственная деятельность населения;

Имеющейся уже информации недостаточно для передачи данных земель в пользование населению:

- недостаточная плотность исследования почвенного покрова по трансурановым изотопам и недостаточная надежность этих данных;
- недостаток надежных экспериментальных данных и необходимых расчетов о содержании радионуклидов в различных природных средах (водных источниках, воздухе);
- отсутствия расчетов о дозовых нагрузках на население территории;
- отсутствия данных по конкретному содержанию некоторых радионуклидов, которые могут внести определённое значение в дозовые нагрузки (плутоний-241, тритий) и другие.

По результатам проведенных работ были выявлены локальные земельные участки, уровни загрязнений которых превышают допустимые пределы для ведения сельскохозяйственной деятельности населения.

1 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПОДВЕРЖЕННЫХ РАДИОАКТИВНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

1.1 Планирование восстановительных мероприятий

Воздействия радиоактивных отходов делает места, на которые они воздействуют, непригодными для жизни. Земли, подвергшиеся загрязнению теряют свои полезные для человека качества, возможность их использования в своих целях практически сводится на нет. Экологическое состояние земель, подвергшихся радиоактивному загрязнению, оставляет желать лучшего, поэтому необходимо применять различные меры для улучшения их экологического состояния, что в свою очередь позволит людям в дальнейшем использовать их в своих целях.

Одна из важнейших проблем, связанных с загрязнением земель является их использование в сельскохозяйственных целях с дальнейшим получением необходимой продукции. Как и любая другая, она должна находиться в соответствии с определенными санитарными нормами. Изначально, загрязняющие вещества, попавшие в почву, не оказывают влияния на количество продукции и ее качество, однако радиоактивные элементы имеют свойство накапливаться, что в дальнейшем достаточно быстро приводит к непригодности продукции и, соответственно, земель. Именно поэтому существует необходимость проводить определенные восстановительные работы для реабилитации земель, направленные на снижение уровня загрязняющих веществ (радиоактивных нуклидов) до минимальной безопасной дозы [4].

В ходе планирования в первую очередь, основываясь на изучении распределения загрязняющих веществ в агроценозах в результате выпадения радиоактивных осадков, а также учитывая принципы дальнейшего распределения радионуклидов, их последующую динамику, выделяются наиболее рентабельные мероприятия, направленные на реабилитацию земель.

1.2 Заграничный опыт

Радиоактивное загрязнение является проблемой для многих стран. Среди них можно выделить другие страны СНГ, такие как Россия или Украина, а также страны Азии и Океании (Австралия, Япония) и др. Любой полигон ядерных испытаний характеризуется своими свойствами и показателями загрязнения. В качестве примера рассмотрим полигон в районе Маралинга страны Австралии [5].

Земли, и даже граждане Австралии были использованы Великобританией в своих целях в 1950-е, 1960-е года. В те года там были проведено множество ядерных испытаний на различных островах и местностях океанской страны (Монте Белло, острова Молден и Рождества и др). И одним из таких районов проведения испытаний как раз таки был Маралинг, расположенный в Южной Австралии. Помимо Великобритании, которая до 1962 г. проводила на данной территории испытания, имевшие названия Grapple, на данной земле также проводили свои испытания США [5].



Рисунок 1 – Стелла памяти в районе ядерных испытаний (Маралинг)

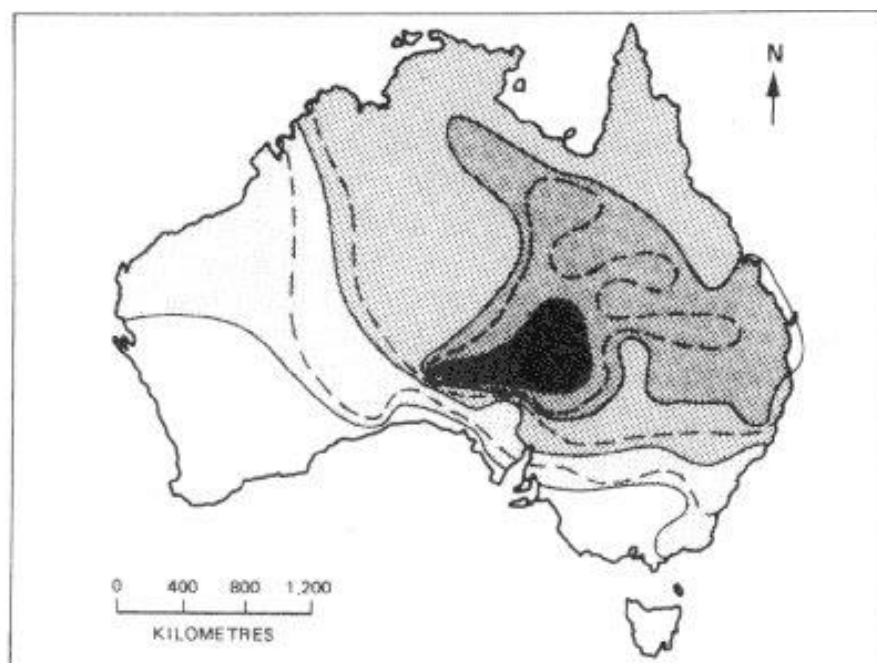


Рисунок 2 – Карта выпавших радиационных осадков (Маралинг)

Основным загрязняющим радиоактивным веществом в районе проведения испытаний был плутоний. Данный загрязнитель в течение быстрого времени был распространен по всей площади района. Также, в районе Маралинга, были найдены и другие загрязняющие вещества, например, уран. Все определенные радиоактивные загрязнители оказывали влияния на жизнедеятельность человеческого организма. Наибольшее влияние данных веществ проявлялось при непосредственном попадании в организм, к примеру, через желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) [6].

После всех испытаний в данном районе были проведены реабилитационные работы, которые проходили в несколько этапов.

На первой стадии реабилитации был удален верхний слой земли, который содержался наибольшее количество загрязняющих веществ. В общей сложности, верхний слой был удален приблизительно с 2 км² территории района. Удаленная почва была погружена на глубину примерно 15 м в специальных траншеях, сверху которых находилось несколько метров незараженной почвы.

Далее на второй стадии обрабатывались ямы с отходами. Общее количество ям, на которых проводилось исследование и дальнейшая обработка, составило 11 штук. Для их обработки был использован метод ISV, заключающийся в создании на зараженной почве монолита стекла или керамики в результате плавления загрязненной земли. Целью данного метода была дальнейшая иммобилизация загрязненных почв [6].

После этого земли данной территории подверглись рекультивации, а также установке на них специальных знаков, сигнализирующих о том, что на данной территории были захоронены радиоактивные отходы, и что данная земля не предназначена для постоянного или долгосрочного проживания на ней.

1.3 Итог проведенных работ

Итогами проделанной работы стало значительное снижение опасных доз загрязняющих веществ. Служебный орган Австралии, который отвечает за защиту от радиации и ядерную безопасность страны (ARPNSA), контролировало в дальнейшем данные территории и в итоге признало данные земли очищенными от радиации. Другим результатом также стало снижение возникновения раковых заболеваний приблизительно в 200 раз [6].

2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ЗАГРЯЗНЕННЫХ УЧАСТКОВ НА ТЕРРИТОРИИ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПОЛИГОНА

2.1 Климатическая и ландшафтно-географическая характеристика исследуемой территории

В данной работе проводилось исследование земель полигона, находящихся на юге Павлодарской области, в районе Майском. На юго-западе данная территория имеет общие границ с Карагандинской областью, на востоке же граничит с Бескарагайским районом по средства общей для обеих областей реки Иртыш.

Исследуемые земли расположены на северо-востоке Казахского мелкосопочника, и занимают всю его крайнюю часть. Также данная территория характеризуется переходом в область плоской равнины, имеющей уклон в направлении долины реки Иртыш. Максимальная высота рельефа на данной местности находится в диапазоне 200-300 м. Превышения рельефа относительного характера в среднем составляют 15 м [7].

Рельеф данной местности в основном включает в себя сопки и равнинами между ними, массивы гор небольшой высоты, представлены низкогорными массивами и степями.

Можно выделить отдельно некоторые виды ландшафта:

- Район гранитного низкогорья, на котором стоит отметить горы Аршалы и Достар, высота которых составляет 343 и 336 м соответственно.
- Район мелкосопочников, характеризующийся высотой и наличием кварца и гранита на верхних слоях сопок.
- Район глубоких углублений, который преимущественно состоит из высыхающих или уже высохших водоемов. Почва данных мест характеризуется

повышенным уровнем солей.

- Район мелкосопочников с невысокими сопками.
- Делювиально-пролювиальные равнины, флора которых в основном представлена степной растительностью из различных трав.
- Район, охватывающий территории, ландшафт которых сформировался в результате антропогенного воздействия. Данные районы характеризуются деградацией земель и растительного мира за счет превышения выпаса скота и нарушений техногенного характера.

Земли северного района исследуемой территории представлены по большей части каштановыми почвами и используются здесь в целях выпаса скота [7].

Климатической особенностью данной территории является засушливость, что влечет за собой нестабильность урожая. Растительный мир представлен с основном степными травами (полынно-ковыльные, ковыльно-типчаковые и др), а также степными кустарниками.

Гидроресурс северной части местности составляет в основном река Иртыш, а также небольшое количество ручьев и множество озер. В речной долине имеют место быть постоянные и кратковременные водотоки в связи с изрезанностью долины множеством протоков меандрирующего характера. Руслу ручьев же наполнены водой только в период таяния снега. За исключением двух последних месяцев лета, подъем воды в долине составляет приблизительно 5 м [4].

В период лета наполненные теплыми водами впадины озер пересыхают, вследствие чего данные котловины засаливаются и наполняются илистыми осадками.

В основном же, климат данной местности засушливый, резко-континентальный. Характеристиками континентальности данного района являются температур и высокая испаряемость. Данный показатель испаряемости превышает число выпадающих в среднем осадков. Также для данной территории характерна чередование засушливости и влажности (хотя засушливость преобладает), нестабильность погоды в период вегетации, а также небольшой период демисезона, т.е. быстрой сменяемостью лета и зимы.

Лето почти всегда сухое с высокими температурами воздуха, однако имеется и дождевой период, представленный в основном ливнями и грозами.

Во время зимы температура воздуха достаточно низкая, с небольшим количеством выпадающих осадков (толщина снега обычно не превышает 30 см). Вторая половина данного сезона является более морозная и ясная, нежели первая, для которой характерна пасмурность.

Межсезонье характеризуется переменчивой погодой, половину сезона составляет прохладная и пасмурная погода, а другую половину – теплая и ясная погода (осенью тепло и ясно в первой половине, весной же наоборот). Снег начинает выпадать обычно в середине осени (октябре), а таять в апреле [8].

3 ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

3.1 Актуальная радиационная обстановка в загрязненных районах, которые непосредственно оказывают влияние на формирование радиационной обстановки на территории СИП

Площадка "Опытное поле"

Основными методами оценки радиационного фона исследуемой площадки являлись гамма-съемка (съемка производилась без использования транспортных средств) и анализу лабораторных проб на наличие в земле радионуклидов.

Первый метод позволил выделить участки территории, на которых уровень концентрации загрязнителей был выше нормы. Данные участки по большей части находились на местах проведения испытаний (П1 – П7).

На участках воронок, оставшихся после ядерных испытаний, были зафиксированы максимальные дозы (МЭД), значение которых уменьшалось по мере удаления от воронок [9]. Так, на расстоянии приблизительно 2 км значение опускалась до средних показателей фона, характерных для данной местности (0,1-0,2 мк³в/ч). Рисунок 5 отображает распределение максимальных доз.

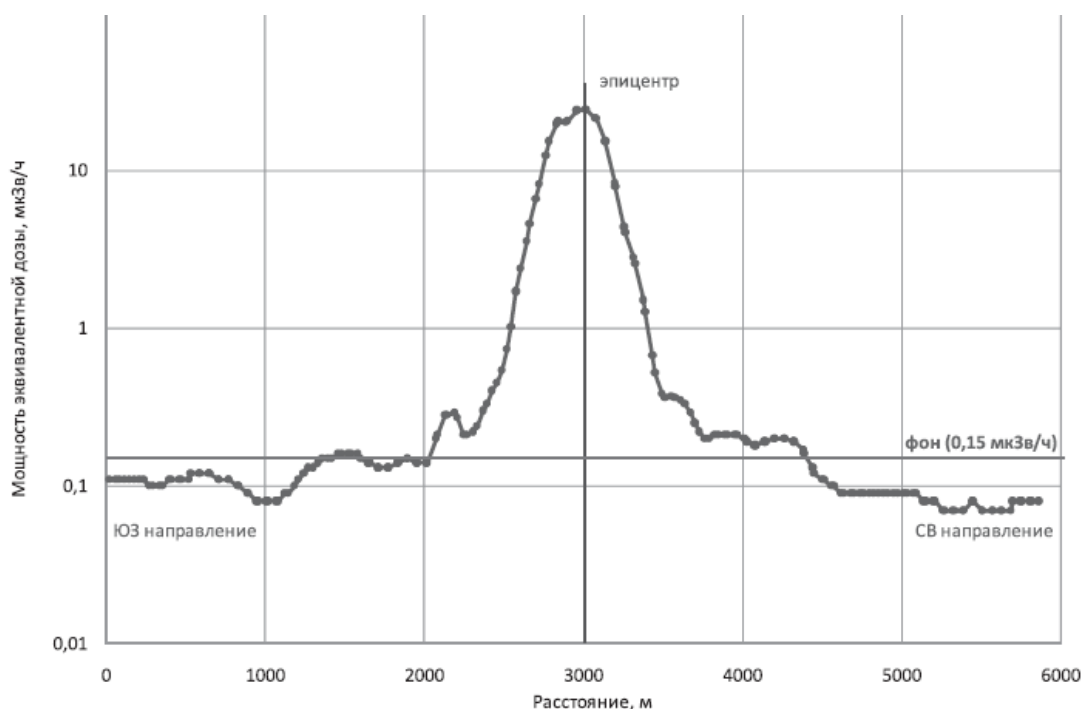


Рисунок 5 – Распределение МЭД на участке П-1

Второй используемый метод (анализ лабораторных данных) позволил найти показатели удельной активности радионуклидов, находящихся в землях данной территории. Данные лабораторные анализы можно увидеть в таблице 1. Уровень количества загрязнителей на данных площадках находится в сравнении с радиоактивными отходами в твердом состоянии. На определенных участках данный уровень сравним с РАО средней активности [11].

Таблица 1 – Показатели удельной активности радионуклидов в землях исследуемой площадки

Площадка	Удельная активность, Бк/кг							
	⁶⁰ Со	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	¹⁵² Eu	¹⁵⁴ Eu	¹⁵⁵ Eu	²⁴¹ Am	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
П-1	$n \cdot 10^2$	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^1$	$n \cdot 10^1$	$n \cdot 10^2$	$n \cdot 10^3$
П-2	$n \cdot 10^1$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^3$	-	-	$n \cdot 10^5$	$n \cdot 10^4$
П-3	$n \cdot 10^1$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^1$	$n \cdot 10^0$	-	$n \cdot 10^3$	не изм.
П-5	$n \cdot 10^2$	$n \cdot 10^5$	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^2$	$n \cdot 10^2$	$n \cdot 10^4$	не изм.
П-7	$n \cdot 10^2$	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^4$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^1$	$n \cdot 10^1$	$n \cdot 10^3$	не изм.

Рисунок 6 отображает распределение радионуклида ¹³⁷Cs на данной территории, начиная с зоны П-1, на которой непосредственно проводились ядерные испытания, до границы севера СИП (движение в направлении северо-восток).

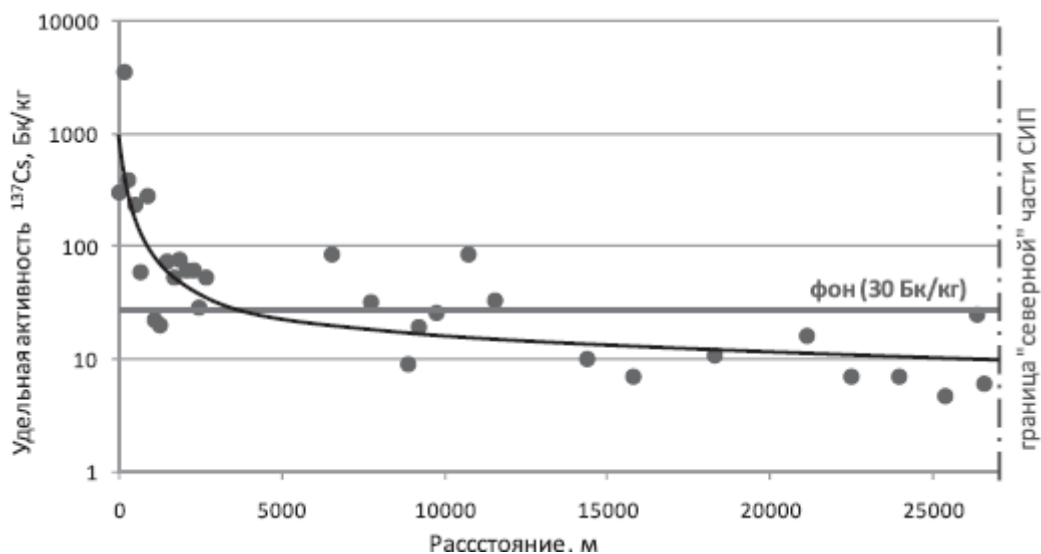


Рисунок 6 – Распределение радионуклида ^{137}Cs

Можно наблюдать резкое уменьшение показателя удельной активности ^{137}Cs в зонах, находящихся на расстоянии 1 км и более от эпицентра исследуемой площадки. На территории, выходящей за границы площадки П-1, данный показатель находится на уровне меньшем, чем 100 Бк/кг и по мере увеличения расстояния данное значение уменьшается еще больше и в радиусе более 10 км от эпицентра составляет 30 Бк/кг, что является средним показателем глобального фона [10].

Исходя из материала, представленного выше, можно сделать вывод, что непосредственное радиоактивное загрязнение имеет место быть в зонах эпицентров испытаний, а значит, исследуемую территорию стоит рассматривать как источник возможного радиационного заражения, в следствие чего участки, уровень загрязнения которых наиболее высок, следует оградить от людей и других живых организмов.

Площадка "4а"

В результате исследования данной территории, было найдено свыше 30 точек радиационного загрязнения. Данные локальные участки загрязнения были обведены контуром и сформировали 25 участков загрязнения. (Ошибка! Источник ссылки не найден. 7).

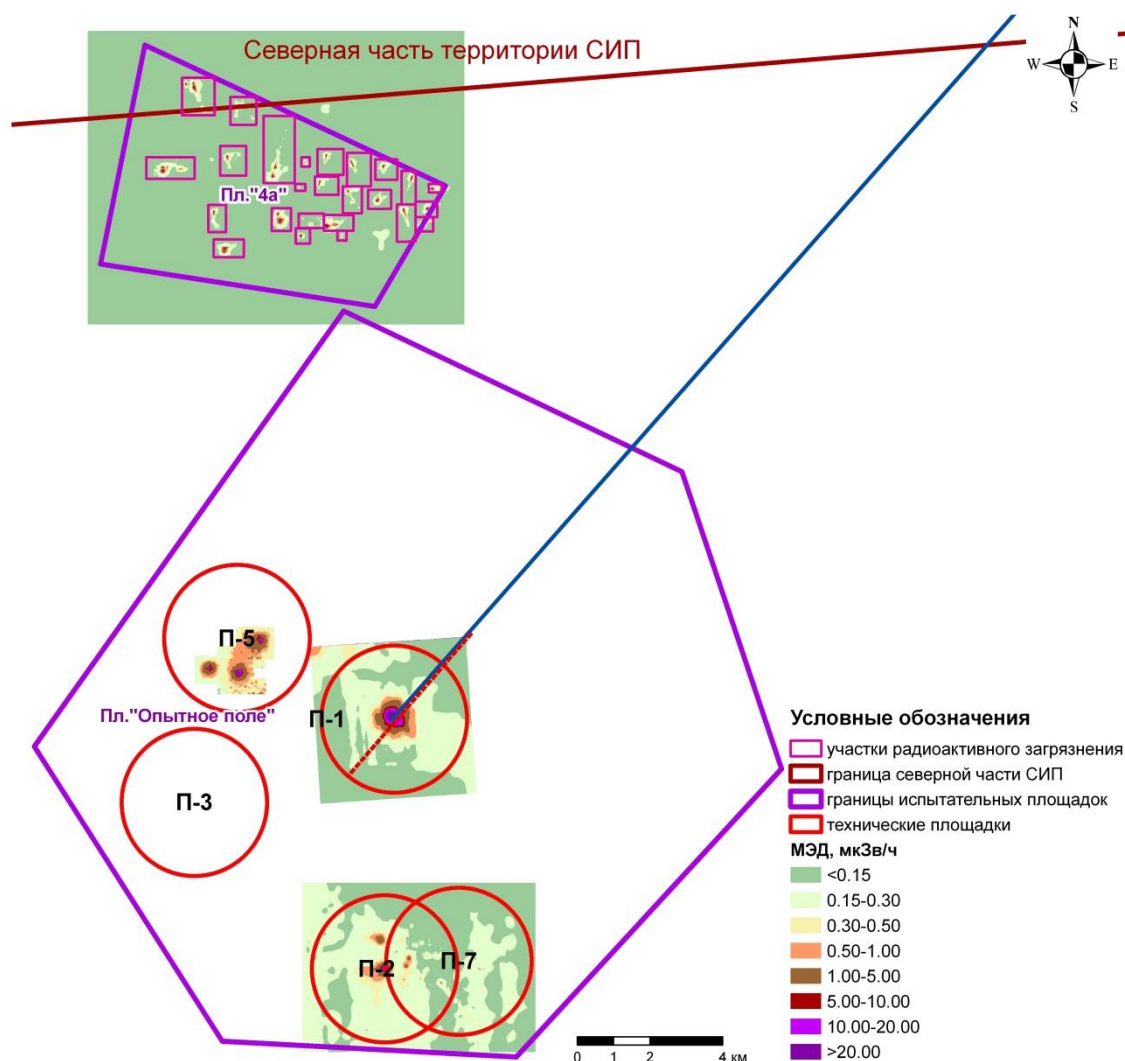


Рисунок 7 – Распределения исследуемых площадок

Площадь данных участков варьируется от небольших (несколько метров) до обширных (тысячи метров). На севере исследуемой площадки имеется 2 участка, расположение которых захватывает непосредственно территорию исследования. Еще одной причиной повышения уровня радиоактивности исследуемой территории могли послужить испытания БРВ. Следы данных испытаний можно обнаружить в направлении северо-востока. Также за пределами площадки на расстоянии нескольких километров можно найти следы загрязнения, что тоже в данном случае повышает общий фон радиоактивности исследуемой площадки [12].

Уровень количества загрязнителей на исследуемой территории находится в сравнении с твердыми РАО. На определенных участках данный уровень сравним с РАО средней активности. Максимальные значения показателя удельной активности загрязнителей отображены в таблице 2.

Таблица 2 – Максимальные показатели удельной активности радионуклидов в почве площадки «4а»

Вид пробы	Удельная активность, Бк/кг							
	²⁴¹ Am	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	¹⁵² Eu	¹⁵⁴ Eu	¹⁵⁵ Eu	⁹⁰ Sr	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
почва	п*10 ³	п*10 ⁵	п*10 ²	п*10 ²	п*10 ³	п*10 ³	п*10 ⁸	п*10 ⁴

В растительных пробах уровень такого радионуклида, как ⁹⁰Sr достигает значения, равного 4*10⁷ Бк/кг. В почвенном покрове данный загрязнитель обнаруживается на глубине до 20 см, причем распределение характеризуется равномерностью. Помимо данного радионуклида, наибольшую угрозу также представляет ²³⁹⁺²⁴⁰Pu. Оба загрязнителя содержатся в почвенном покрове и в растительности и могут оказаться источником вторичного заражения.

Рисунок 8 показывает распределение радиоактивных показателей на в зонах №1 и №2, которые находятся севере исследуемого СИП.

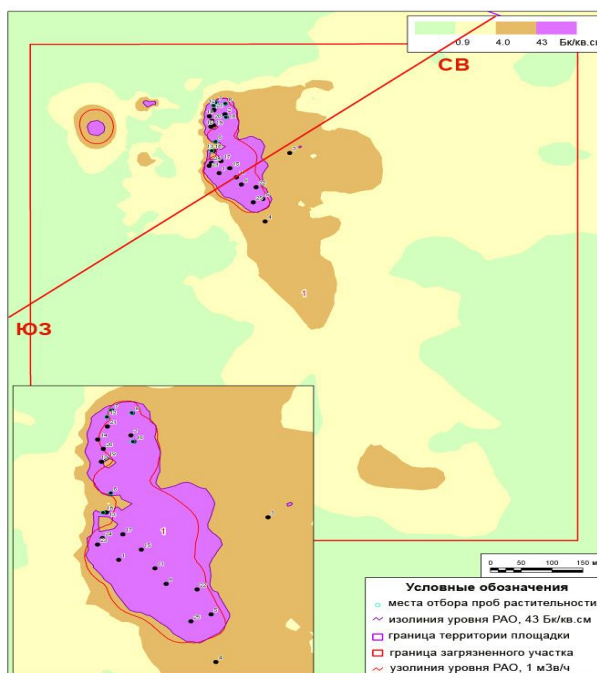


Рисунок 8 – Распределение параметров радиации в зонах №1 и №2

Можно наблюдать радиоактивное загрязнение протяженностью примерно 800 м в направлении северо-востока от отметки предельного загрязнения участка. Это хорошо видно при анализе распространения бета-частиц в северо-восточном направлении от юго-запада (бета-частицы распределены вдоль профиля данного направления). Снижение плотности потока данных частиц до нормы (до значений фона) наблюдается за пределами площадки, на расстоянии примерно 100 м. за ее границами. Эти данные отображены на рисунке 9.

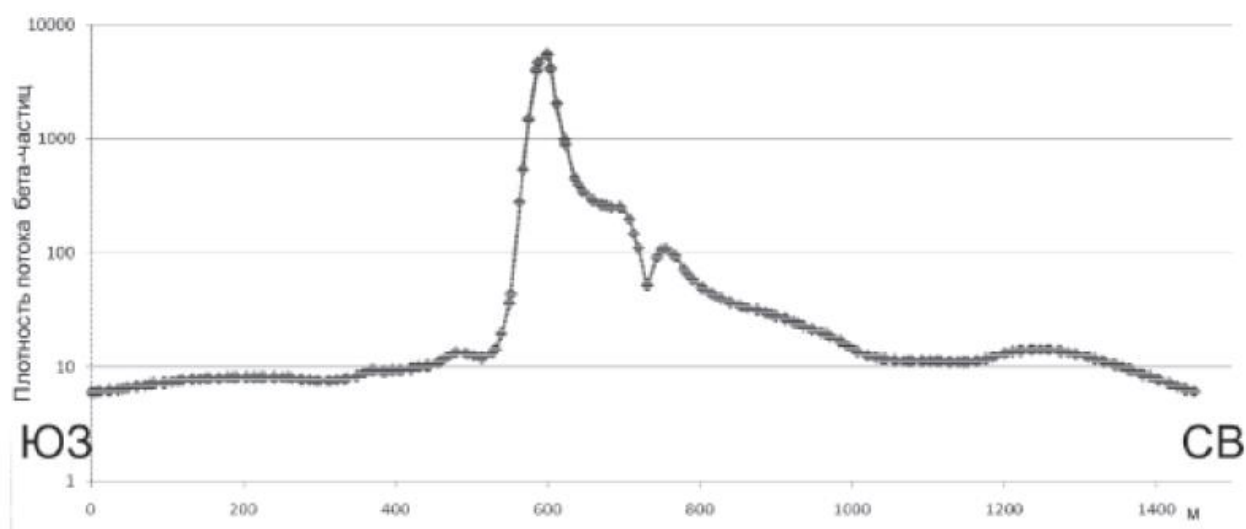


Рисунок 9 – График распределения плотности потока бета-частиц (частиц/см²*мин) в направлении северо-востока

Исходя из этого, можно предположить, что есть вероятность распространения загрязнителей за границы зоны (площадки "4а").

Чтобы оценить уровень загрязнения, на территории, граничащей с зоной исследуемой площадки, с радиусом удаления от границ до 1 км, было проведено специальное радиологическое обследование, в результате которого были найдены 3 участка, на которых уровень радиационных параметров был превышен. Данное обследование схематично показано на рисунке 10.



Рисунок 10 – Схематичное изображение радиологического обследования участка

Анализ полученных данных этого обследования дал следующие результаты:

- Уровень радиоактивного заражения на участке №1 имеет примерно фоновые значения (показатель МЭД не превышает $0,15 \text{ мк}^3/\text{ч}$).
- Имеется небольшое превышения (не более, чем в 2 раза) уровней плотности потока бета-частиц ($<10 \text{ част}/(\text{мин} \cdot \text{см}^2)$). Данное превышение нельзя отнести к локальному загрязнению.
- Участок №2 характеризуется превышением фоновых значений МЭД более чем в 1,5 раза.
- Уровень плотности потока бета-частиц на участке №2 в разы превышает значения фона и может достигать показателя $90 \text{ част}/(\text{мин} \cdot \text{см}^2)$. Зона, где обнаружено данное превышения (примерно 500 м^2), имеет четкий характер локального загрязнения.

Наличие данных частиц на участке №1 обусловлено выпадением осадков после проведенных на исследуемой площадке испытаний БРВ. Превышения показателей на участке №2, возможно, образовались в результате

испытаний за пределами исследуемой площадки [13]. Данные участки следует оградить от людей и других живых организмов.

3.2 Испытания на площадке "Опытное поле"

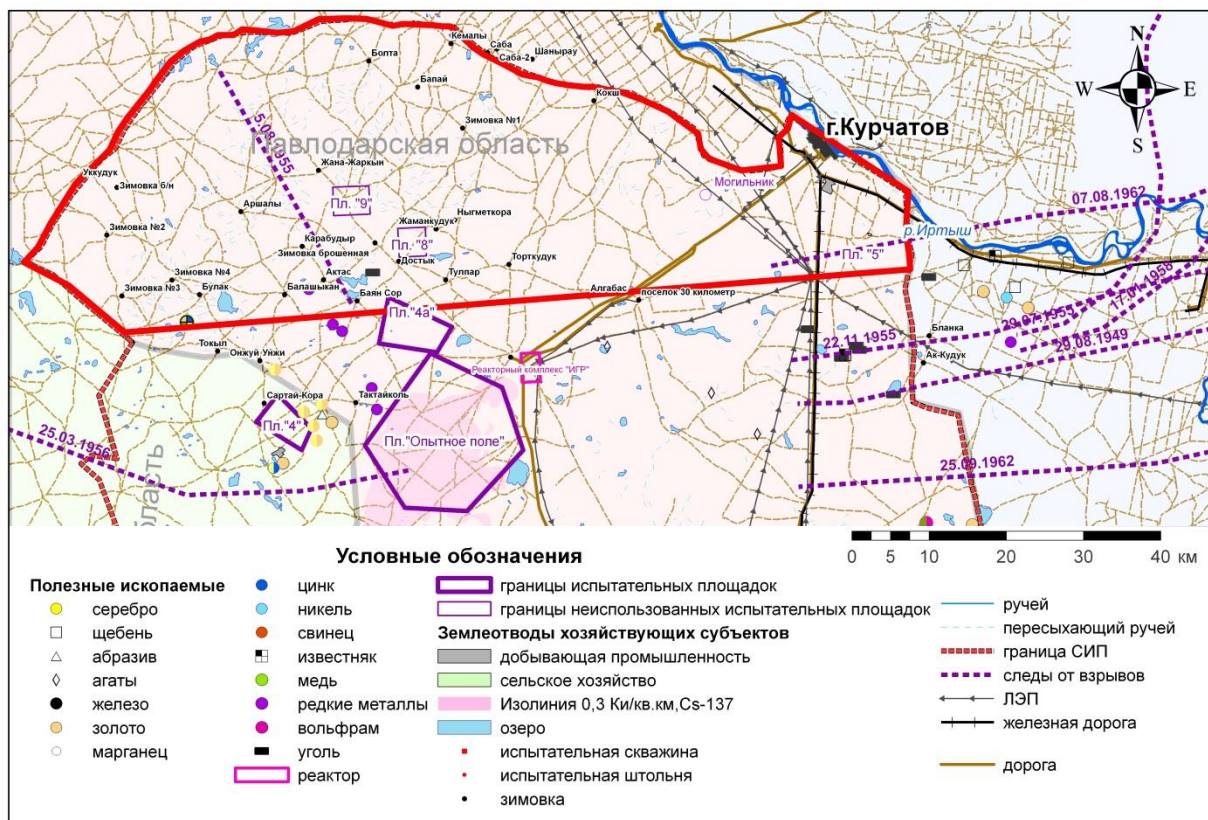


Рисунок 11 – Расположение загрязненных территорий

Различные испытания, проведенные в период 1949-1989 годов оказали значительное влияние на радиационный фон земель полигона и прилегающих к нему территорий. На рисунке 11 можно увидеть расположение загрязненных территорий. За данное время всего было проведено порядка 200 различных испытаний, и большая часть из них проведена как раз на площадке "Опытное поле" [8].

Одно из таких испытаний в 1961 году повлекло за собой выброс плутония с активностью радионуклидов порядка 46 Ки, что стало причиной серьезного изменения общего фона изотопами данного загрязнителя. Рисунок

12 показывает, какого было влияние проведенных на данной территории гидроядерных испытаний.

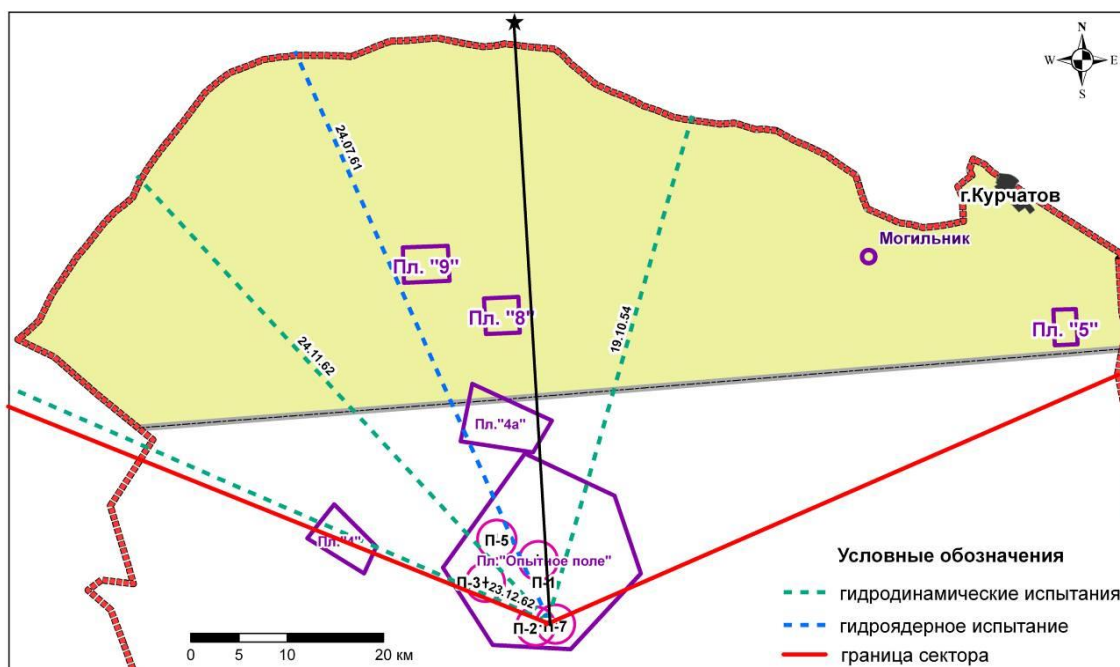


Рисунок 4 – Загрязнение территории вследствие гидроядерных испытаний

Помимо ядерных взрывов, СИП также был подвергнут испытаниям оружия с БРВ. Основу данного вида оружия составляют жидкие или порошкообразные РВ, получаемые из отходов химического и радиохимического производств. Основой оружия, испытываемого на территориях СИП, был продукт, общий показатель активности радионуклидов которого мог достигать 10 тыс. Кюри, хотя удельный показатель активности загрязнителей данной рецептуры находился в диапазоне от 0,1 до 1-2 Ки/л. Данная рецептура (рецептура 904) имела крайне агрессивные химические свойства и наносила ущерб практически всеми веществами, за исключением нержавеющей стали. Из-за данной характеристики рецептуры, оборудование, использованное для данных испытаний, было захоронено под землей на глубине 5 метров в неизвестных местах [9].

Основными площадки данных испытаний были площадки "4" и "4a",

вторая из которых частично находится в зоне исследования. Проведение данных испытаний оружия с БРВ привело к появлению локальных участков загрязнения. Описываемые выше испытания также могли внести свой вклад в общее состояние всей исследуемой территории [10].

3.3 Зональное распределение искусственных радионуклидов на загрязненных территориях

В приложении А данной работы отображено распределение радионуклидов ^{137}Cs , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$, характерное для данной территории исследования. Распределение было изучено в нескольких слоях почвы: 0-2, 2-5, 5-10, 10-15 см.

Загрязнители ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$ распределены согласно характерным для практически всех радионуклидов закономерностям, а именно максимальное содержание находится в верхних слоях почвы, и с постепенным углублением данное содержание резко снижается. Однако в солонцах распределение данных радионуклидов имеет другой вид, например, в прокопке 4 содержание достигает своего максимума как раз в слое последнем исследованном слое (глубина 10 – 15 см) [18].

Следующий радионуклид ^{90}Sr содержится на данных территориях в небольших количествах, поэтому о его распределении можно судить по данным, которые были получены при исследовании прилегающей площадки "4а". Распределение данного загрязнителя аналогично распределению радионуклидов ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$.

Гистограммы на рисунках 13 – 15 показывают содержание загрязнителей в процентах от общей суммы их содержания в профиле.

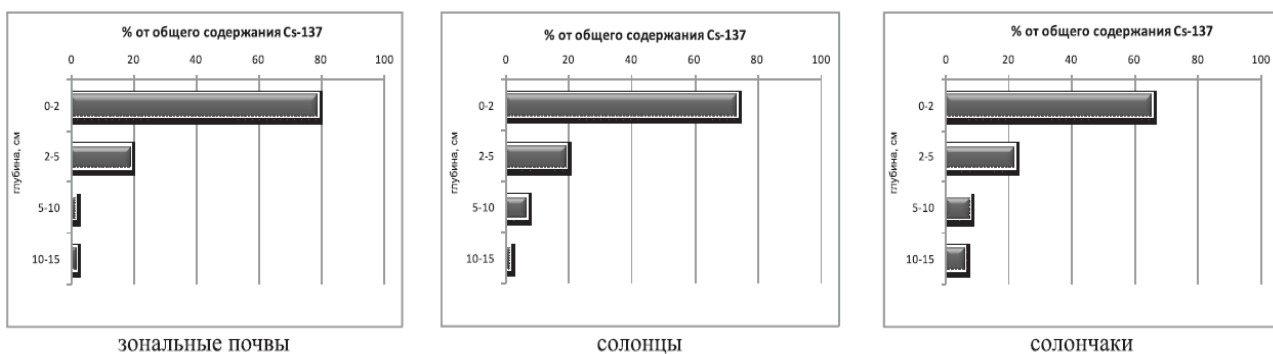


Рисунок 13 – Процентное содержание радионуклида ^{137}Cs в слоях почвы

На рисунке 13 наглядно видно, что высокая концентрация содержания радионуклида ^{137}Cs обнаружено в слое глубиной до двух сантиметров. Далее с увеличением глубины содержание резко падает и составляет примерно 2-3 процента. Исключение составляют солончаки, где из-за рыхлости верхних слоев на глубине 15 см возможно содержание порядка 10% данного радионуклида[17].

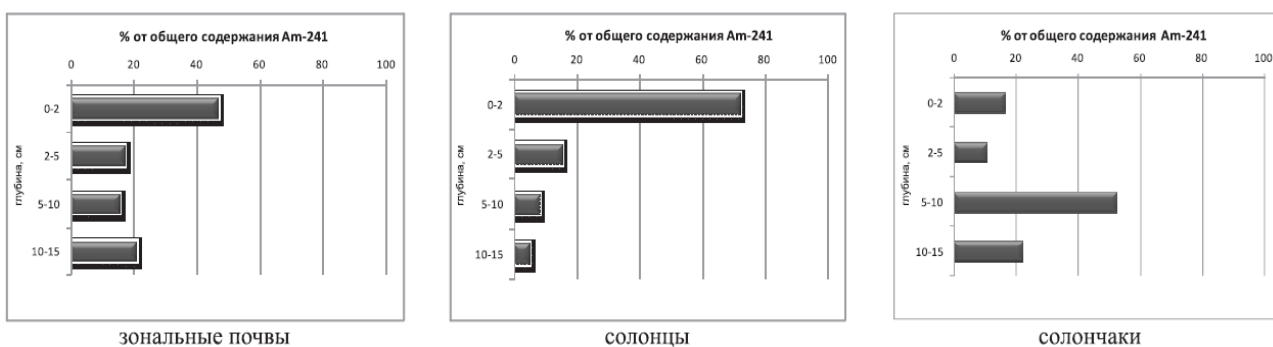


Рисунок 14 – Процентное содержание радионуклида ^{241}Am в слоях почвы

На рисунке 14 видно, что распределение ^{241}Am отличается и не всегда поддается общим закономерностям распределения. Так, максимальный показатель (порядка 65%) в солончаках можно обнаружить на глубине почвы 5-10см [18].

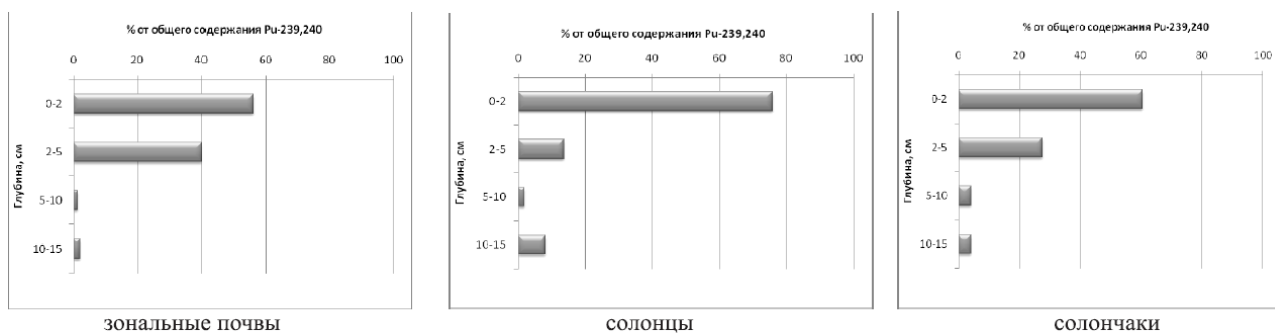


Рисунок 15 – процентное содержание радионуклида $^{239+240}\text{Pu}$ в слоях почвы

Распределение же радионуклида $^{239+240}\text{Pu}$ схоже с распределением радионуклида ^{137}Cs и имеет те же характерные черты (рисунок 15).

3.4 Участок захоронения радиоактивных материалов ("могильник")

Другой причиной радиоактивного загрязнения земель СИП является захоронения в них промышленных отходов. Данный участок захоронения (могильник) отделен забором с проволокой. Первичное обследование данной местности позволило обнаружить 3 раскопа, 4 искусственные насыпи, недалеко от которых были найдены различные предметы (крышки из алюминия, фильтры противогазов, кости животных и контейнеры). Фотографию данного участка можно увидеть на рисунке 16 [13].



Рисунок 16 – Фотография исследуемого участка

Также был обнаружен контейнер, который служил местом хранения источников ионизирующего излучения. Данный металлический контейнер был

частично разрушен. Можно предположить, что в результате разрушения данного контейнера, радиоактивное вещество, хранимое там, попало в окружающую среду. На это указывает обнаруженные на небольшом расстоянии (не более 0,5 м) от контейнера радиоактивные загрязнения. Количество захороненных контейнеров и их содержание достоверно не известно. Причины их повреждений тоже, однако можно предположить, что в некоторых контейнерах были захоронены источники радиоактивного загрязнения, что также влияет на общее состояние почвы в исследуемой местности [14].

3.5 Современное состояние радиационной обстановки на территории "могильника"

Повторное изучение территории могильника было проведено в 2009 году, и в ходе него было обнаружено нарушение ограждающих барьеров. На рисунке 17 представлена схематичная карта могильника.

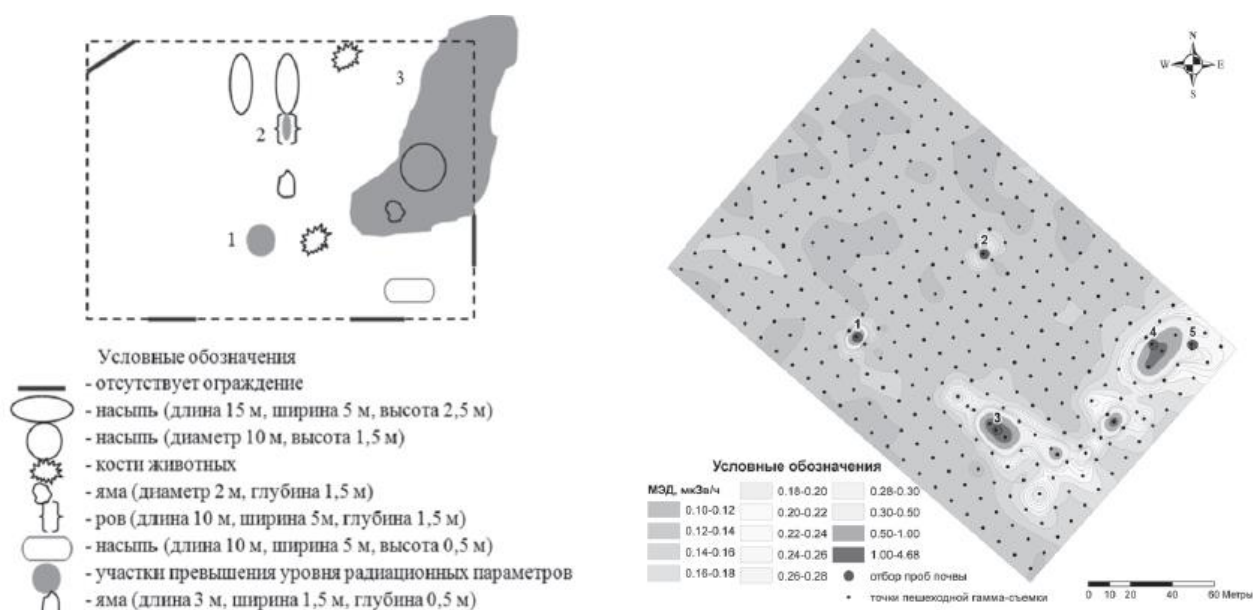


Рисунок 17 – Схематичная карта загрязнения "могильника"

В ходе обследования были взяты 5 проб почвы для лабораторного изучения из мест с повышенным радиоактивным фоном. Результаты анализа представлены в таблице 3. На участке №4 (рисунок 17) был найден шарообразный предмет диаметром примерно 14 см, величина МЭД на поверхности которого достигла отметки в 1,05 м³в/ч [15].

Таблица 3 – Показатели удельной активности радионуклидов в пробах почв «могильника»

Вид пробы	Удельная активность, Бк/кг						
	²⁴¹ Am	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	¹⁵² Eu	¹⁵⁴ Eu	¹⁵⁵ Eu	⁹⁰ Sr
почва	n*10 ⁰	n*10 ⁵	<n*10 ¹	<n*10 ²	<n*10 ¹	n*10 ⁴	n*10 ²

Наиболее распространенным в почвах территории захоронения является радионуклид ¹³⁷Cs. Другие загрязнители обнаружены в меньших количествах и их содержания не является причиной локального загрязнения. Однако на отдельных участках (точка №1) можно обнаружить большее, по сравнению с другими, содержание радионуклида ⁹⁰Sr. Это особенность распределения свидетельствует о захоронении в землях могильника источников загрязнения, различающихся по составу его загрязнителей. Судя по всему, большая часть загрязнения произошла в результате искусственного разрушения верхних слоев земли и извлечением содержащих радионуклиды веществ [16].

На данный момент на землях могильника не проведено специальных охранных мероприятий, кроме периодических визуальных осмотров работниками службы ИРБЭ. Проведенных исследований недостаточно для определения полной картины загрязнения данной территории, однако и исходя из полученных данных, можно сделать вывод о целесообразности ограждения земель могильника и запрете на передачу их в хозяйственный оборот. Также в дополнение к этому желательно установление охраняемой санитарной зоны в радиусе 500 м от могильника до момента, пока к землям данной территории не будут применены меры по уменьшению содержания радионуклидов [16].

4 СОВРЕМЕННЫЙ СТАТУС ТЕРРИТОРИИ СИП И УСЛОВИЯ ВЕДЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МЕСТАХ ИСПЫТАНИЙ

Современный статус СИП определяется Постановлением Правительства РК от 7 февраля 1996 года №172 "О переводе земель бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона в состав земель запаса".

Правительство РК постановляет:

Принять предложение Государственного комитета Республики Казахстан по земельным отношениям и землеустройству, согласованное с акимами Семипалатинской, Павлодарской и Карагандинской областей, Министерством экологии и биоресурсов, Министерством сельского хозяйства и Министерством экономики РК, о переводе земель бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона в состав земель запаса Карагандинской, Павлодарской и Семипалатинской областей согласно приложению [18].

Определение земель запаса представлено в Земельном кодексе Республики:

Казахстан "Кодекс Республики Казахстан" от 20 июня 2003 года №442.

Статья 137. Состав земель запаса.

Землями запаса являются все земли, не предоставленные в собственность или землепользование, находящиеся в ведении районных исполнительных органов. Земельные участки, на которых проводились испытания ядерного оружия, переводятся по решению Правительства РК в состав земель запаса. Правовой режим указанных земель определяется в соответствии со статьей 143 Кодекса РК.

В настоящее время на территории полигона проводится санкционированная хозяйственная и научная деятельность: добыча и разведка полезных ископаемых, научные исследования в области изучения природной среды, сейсмические исследования, функционируют два исследовательских ядерных реактора. Согласно статьи 5 "Основные виды деятельности в области

использования атомной энергии" Закона РК от 14 апреля 1997 года №93-І "Об использовании атомной энергии (с изменениями, внесенными Законом РК от 20.12.04 г. №13-ІІІ)" к деятельности, связанной с использованием атомной энергии, относятся все виды деятельности в местах проведения ядерных взрывов. Все виды деятельности, связанные с использованием атомной энергии, осуществляются под постоянным контролем со стороны государства [18].

Деятельность, связанная с использованием атомной энергии, подлежит обязательному лицензированию в порядке, установленном законодательством РК. (Статья 11. Лицензирование деятельности, связанной с использованием атомной энергии).

Закон Республики Казахстан "О лицензировании" (с изменениями от 27.07.2007 г.) в Статье 13 "Лицензирование деятельности в сфере использования атомной энергии" также указывает, что наличие лицензии требуется для занятия следующими видами деятельности: пункт 8) "деятельность на территориях бывших испытательных ядерных полигонов и других территориях, загрязненных в результате проведенных ядерных взрывов" [19].

Выполнить требования для получения лицензии каким-либо крестьянским хозяйством практически невозможно. Поэтому, для законного ведения сельскохозяйственной деятельности на территории бывшего СИП, необходимо часть территории, соответствующей требованиям Земельного кодекса, передать в хозяйственный оборот.

5 ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

5.1 Обоснование необходимости проведения работ по восстановлению загрязненных участков

Исходя из описанных выше исследований, можно заключить, что в настоящее время в районе СИП существует несколько радиоактивно загрязнённых зон (площадка «4», «4а», место захоронения отходов – могильник), расположение которых занимает достаточно обширную площадь. Загрязнителями данных зон в основном являются радионуклиды, которые существуют и оказывают вредное воздействие в течение большого промежутка времени. Данный факт в совокупности с обширной занимаемой загрязненными площадками площадью обуславливает наличие постоянного контроля над местностью, но в то же время делает данные мероприятия крайне дорогостоящими. Вдобавок к этому, наличие контроля над местностью не исключает возможности того, что, в результате чего-либо, радиоактивное загрязнение не распространится на соседние земли или же в продукты сельского хозяйства [20].

Учитывая все вышесказанное, предлагается провести мероприятия, которые позволили бы исключить возможный доступ к данным загрязненным местам и объектам. В качестве того мероприятия может быть предложена реабилитация загрязненных участков за счет забора почвы (грунта) с данных мест и его перезахоронением на специально созданных площадках, контроль над которой и, соответственно, ее охрана будет обеспечиваться в непрерывном режиме.

Одним из этапов реализации данных мероприятий (данной программы) будет создание специальных ПХРО и проведение ремедиационных мероприятий на загрязненных землях СИП. Первоначальной задачей для реализации этого этапа является создание системы, состоящей из пункта распределения (сортировки) РАО, расположенного в непосредственной

близости от зараженных земель, и СВХ, расположенного на территории площадки «Опытное поле». Также данная система будет включать ПХРО, куда будут поступать на постоянное хранение партии их СВХ.

В дополнение к созданию данной системы планируется обеспечить контроль над радиоактивно загрязненными участками и запрет физического доступа к ним.

5.2 Основные этапы создания технологического комплекса для проведения работ по восстановлению загрязненных площадок СИП

Для проведения ремедиации загрязненных земель СИП, разработан план, включающий следующие этапы:

1. Создание физической защиты территорий
2. Создание ПХРО
3. Подготовка карт хранения РАО
4. Создание необходимой инфраструктуры

На рисунке 18 изображена блок-схема размещения модулей, где:

1,2 – ангары для сортировки грунта необходимые для исключения повторного загрязнения объекта в процессе сортировки РАО от МОИ;

- 3 – бокс для дезактивации;
- 4 – места временного хранения МОИ;
- 5 – склад временного хранения РАО;
- 6 – жилая зона лагеря на опытном поле.

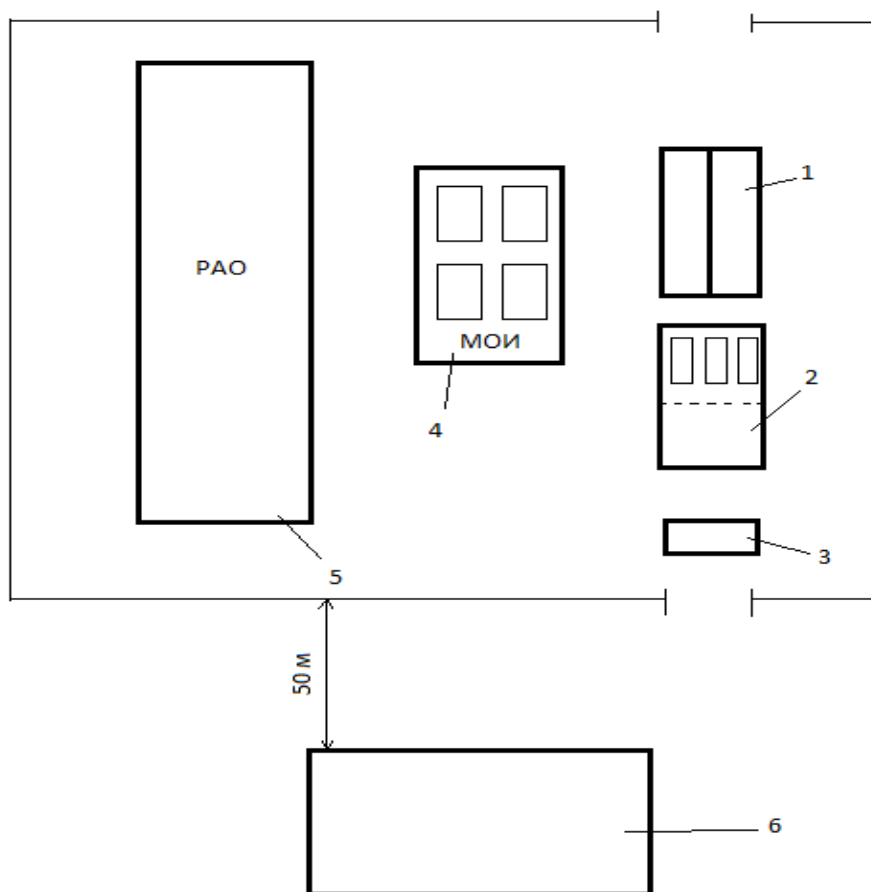


Рисунок 18 – Блок-схема размещения модулей

5.2.1 Создание физической защиты площадки «Опытное поле»

Создание физической защиты подразумевает детализацию границ защищаемой территории, создание периметра защиты и контроль над целостностью данного периметра.

Чтобы достоверно и точно определить реальные границы территории, которая должна быть передана под физическую защиту, необходимо дополнительно исследовать данную площадь. Это необходимо для того, чтобы оградить именно загрязненные участки земель, не затрагивая чистые. Для данного исследования подойдет поведение гамма-спектрометрической съемки (сетка 100x100 м). Ориентировочная длина очерченного периметра будет

составлять приблизительно 50 км.

Обеспечение физической защиты данной территории будет включать

1. Формирование рва по ограждаемому периметру, глубина которого будет составлять примерно 1,5 м.

2. Обтягивание колючей проволокой (при условии расстановки столбов закрепления проволоки с шагом 5 метров по периметру, необходимо установить 10 тыс. столбов). Общая длина колючей проволоки при варианте обтягивания в 3 линии и крест составит примерно 300 км.

3. Обеспечение постоянного контроля по средствам видеонаблюдения за периметром.

Также необходимо осуществлять мониторинг состояния установленных барьеров по средствам прямого контроля, т.е. периодически осуществлять обход с целью осмотра состояния территории.

5.2.2 Лагерь на БРВ (Боевые радиоактивные вещества)

На начальной стадии необходимо провести планировку местности, на которой будут расположены технологические площадки, а также будет разбит лагерь при помощи механизированных методов и средств. Когда территория готова, на специальных площадках устанавливается необходимое оборудование и разбивается лагерь полевого типа.

5.2.3 Рабочая зона

Далее необходимо создать рабочую зону на объекте. На ней необходимо установить 2 ангара, габариты которых составить примерно 45 м в длину, 20 м в ширину и 8 м в высоту. Данные ангара необходимы для исключения повторного загрязнения объекта в процессе сортировки РАО от МОИ. Бокс первого ангара будет использоваться для разгрузки скреперов, необходимо разделить ангар на две части по длине. Второй ангар также делиться на две части, первая из которых аналогично нужна для выгрузки скрепера, а вторая для создания отгрузочной площадки (отгрузка РАО и МОИ).

Конструкция ангара представляет собой металлический каркас,

обтянутый полихлорвинилом. Это обеспечит необходимую проницаемость света внутрь бокса, что снизит затраты на электроэнергию в дневное время суток. Несмотря на это, ангары должны иметь источники искусственного освещения. Помимо этого, конструкция боксов должна быть обеспечена сквозным проездом и вентиляцией. Основание ангаров необходимо сделать из железобетонных плит, поверх которых устанавливается стяжка из бетона. Это позволит использовать тяжелую технику без угрозы продавливания, а также исключит проникновение воды и смешивание чистых и грязных земель. Ангары устанавливаются на ленточный фундамент.

Помимо этого, в ангарах предполагается установка системы дренажа, фильтрации и очистки воды. Сточные воды необходимо собирать в специальных отстойниках, которые необходимо разместить в углах бокса.

С помощью специальной техники должна производиться уборка ангаров, которая обеспечит сметание и исключение дальнейшего распространения оставшегося грунта. После сухой уборки подразумевается проводить влажную по средствам использования насосов высокого давления. Все это обеспечит необходимую дезактивацию ангаров.

5.2.4 Бокс для дезактивации

Помимо ангаров, в зоне работ обязательно необходимо разместить дезактивационный бокс для используемой техники, размеры которого составят 15x10x6 м. Конструкция данного бокса аналогична конструкции, описываемой в предыдущем пункте, включая систему дренажа и фильтрации воды.

В боксах дезактивации необходимо предусмотреть наличие лесов на колесах, расположив их по обе стороны от въезжающей техники. Они позволят производить дезактивацию верхней части спецтехники. Кроме этого в ангаре должны располагаться леса на колесах, с обеих сторон, относительно автотехники зашедшей на дезактивацию.

Для дезактивации спецтехники используются насосы высокого давления. Для аппаратуры высокого давления необходимо расположить внутри и вне

ангара наполненные водой емкости объемами 1 и 4 м³, а также систему перекачки воды между данными емкостями.

В малой емкости будет приготавливаться раствор дезактивации, которым при помощи насосов моется заезжающая в бокс техника, начиная сверху вниз.

5.2.5 Площадка для разбраковки, паспортизации и отгрузки РАО и МОИ

В данном месте при помощи спецсредств – фронтальных погрузчиков и самосвалов – будет происходить разбраковка, паспортизация и отгрузка радиоактивных отходов и материалов ограниченного использования.

На начальном этапе персонал (дозиметристы) сортируют РАО и МОИ, после чего при помощи погрузчиков грунт перемещают в соответствующие помещения (бункеры), откуда по ленте, ширина которой 1 м, грунт подается в самосвалы равномерным слоем приблизительно 5 см со скоростью 0,1 м/с. Грунт доставляется в контейнера самосвалов при помощи буферной подложки, исключая попадание грунта наружу. Объем партий предполагается определять при помощи конвейерных весов. Также на транспортной ленте предусмотрена установка лаборатории, предназначенная для проведения спектрометрического анализа.

Отгруженные партии грунта грузовики доставляют в пункты временного хранения (СВХ).

5.2.6 Лагерь на ОПШ (опытном поле)

На ОПШ также необходимо разбить лагерь полевого типа, как и на местах опытов БРВ. Лагерь обустраивается аналогичным образом с проведением ЛЭП мощностью 10кВ до «Объекта 100». Необходимо также предусмотреть резервные источники питания в виде генераторов мощностью примерно 120кВт. Помимо этого устанавливается граница зоны.

5.2.7 Ангар для СВХ (склада временного хранения)

Для возведения СВХ готовится специальная площадка, размеры которых должны составлять 170х40х10 м. На данной площадке происходит

изъятие трех метров грунта с дальнейшим созданием приямка габаритами 165x35x3 м. В них устанавливаются стенки для укрепления всей конструкции с целью предотвращения обвала стенок и ослабления основания самих ангаров. Во избежание возможного распространения РАО и смешения чистых и грязных грунтов, внизу приямков прокладывается полиэтилен, поверх которого намазывается однородный слой глины толщиной не более 0,9 м. Однородность данного слоя обеспечивается за счет засыпания поверх песком (примерно 0,2 м). Помимо этого необходимо предусмотреть съезд для автотехники.

Дальнейшим действием является возведение фундамента, который устанавливается в 2,5 метрах от конца приямка. Во избежание дополнительной нагрузки на стены бокса, устанавливается укрепляющая края насыпи конструкция. Данная конструкция состоит из швеллерных столбов длиной 2,5 м, который располагаются с шагом 1,5 м по всему периметру бокса. Сверху на них устанавливаются полутораметровый деревянный настил.

Помимо основной площадки, необходимо создать места временного хранения МОИ, которая также подразумевает под собой площадку с возможностью размещения на ней до 4 партий МОИ, каждая из которых объемом примерно 15 м³. Здесь партии будут находиться до момента подтверждения их принадлежности к МОИ. Если данное подтверждение не последовало, грунт возвращается обратно.

После определения принадлежности грунта к определенному классу, он размещается на площадке для отходов промышленности. Ему присваивается номер, а также указывается дата и место его расположения. Данные заносятся в специальную базу. После полного заполнения площадка консервируется согласно всем рекомендациям и требованиям.

5.2.8 Жилая зона лагеря на опытном поле

В местах проведения работ также необходимо основать жилую зону. Ее размещение предусматривается в 50 метрах от рабочих площадок. Ее

конструкция представляет собой крытый ангар, пригодный для жилья и состоит из:

- жилых модулей;
- санпропускника;
- площади для размещения и обслуживания емкостей, используемых под воду (питьевую и техническую)

Устройство данной зоны предполагает условия для нормального проживания рабочей смены не более 44 человек.

Также должно быть организовано обеспечение рабочей зоны радиосвязью с радиусом действия примерно 15 км и необходимыми офисными устройствами.

Необходимо снабдить жилую и рабочую зоны электроэнергией. Для этого предусматривается проведение ЛЭП (10кВ), а также дополнительная установка резервных генераторов 100 – 120кВт на аварийный случай.

Площадь жилой зоны примерно составит 900 м². Площадка под нее будет представлять собой бетонные плиты либо стяжки, смонтированные на ровном грунте. После устройства основания, на нем необходимо разместить следующие модули:

- Модуль для проживания рабочих вместимостью до 8 человек;
- Модуль для проживания начальствующего состава вместимостью до 4 человека;
- Кухня;
- Модуль для питания (столовая) ;
- Офис;
- Банный модуль;
- Модуль гигиенический;
- Модуль оказания помощи и санитарной обработка;
- Модуль обеспечения связи.

Все модули размещаются в количестве 1 шт. за исключением жилого модуля рабочих (5 шт.).

К инфраструктуре жилой зоны подключается система очистки, водоснабжения, ЛЭП и т.д.

Также необходимо предусмотреть размещение запасов воды для питья либо технических целей. Для этого необходимо разместить емкости объемом по 4 м³ каждая и установить систему насосов. Также необходимо обеспечить постоянное пополнение емкостей при помощи водовозов.

Конструкция ангара должна представлять собой утепленный бокс в соответствии со всеми требованиями законодательства. Стены ангара конструируются из не подверженной коррозии стали. Основной каркас представляется собой сборную секцию из жесткого материала. В жилом ангаре должны быть размещены ворота для въезда и выезда автотранспорта.

Санпропускник устанавливается на выходе из жилой зоны, выходная дверь устанавливается между грязной зоны самого модуля и выходом на рабочую зону. Включает в себя душевую, место для переодевания и хранения чистой одежды, гардеробная для хранения рабочей одежды и СИЗ, участок контроля уровня радиации, а также систему дренажа и фильтрации воды.

Помимо обеспечения жилой зоны электричеством и водой, необходимо обеспечить отопление всей зоны. Модули для проживания и офис возможно отапливать за счет электроотопления, а ангар за счет расположенного рядом электрогенератора (отводить от него тепло).

5.2.9 Заправочная станция

Необходимо организовать на территории расположения лагеря место хранения ГСМ. Месторасположение данного участка должно соответствовать нормам пожаробезопасности и находиться допустимым по правилам безопасности расстоянием от зоны проживания.

На данном участке размещаются заправочные колонки. Пополнение

запасов ГСМ в емкостях должно производиться каждые двое суток. Емкости хранения определяются из расчета ГСМ для непрерывного функционирования производства в течение двух дней.

5.2.10 Крупномасштабная радиационная съемка

Для изучения обстановки на рабочей местности и определения силы излучения радионуклидов, в первую очередь проводят радиационную съемку крупного масштаба.

Данное мероприятие осуществляется одной бригадой, состоящей из 2 дозиметристов. Рабочая сила определяется из расчета производительности 4 скреперов с предполагаемым запасом времени примерно 1 неделя.

Исходя из параметров скрепера (ковш шириной 2,5 метра и объемом 5 м³) и учитывая толщину грунта (0,1 м), длина полосы снимаемой скрепером почвы принимается примерно 20 м и площадью ориентировочно 50 м².

Для транспортировки РАО производится примерно 10 рейсов на каждый используемый скрепер. Данное количество берется из расчета необходимости вывоза 100 м³ РАО, (200 м³ грунта).

Исходя из количества рейсов, для работы всех имеющихся скреперов необходимо обследовать ежедневно площадь 2000 м² (по 500 м² на каждый).

Скорость передвижения при проведении пешеходной съемки составляет примерно 2 км/ч. Обследование проводится по сетке габаритами 2,5х3 м. При проведении данного вида работ планируется проведения обследования по сетке 2,5х3 м. Учитывая количество рабочих часов на смене (6 часов), одна смена в среднем производит обследование восемнадцати погонных км. При 6 часовой рабочей смене дозиметристы обследуют 18 погонных км = 18000 погонных метров.

Зона получения 5 м³ представляет собой участок 2,5х20 м. На нем должно быть сделано 14 зафиксированных замеров, что составит 45 метров. Учитывая суточную выработку, существует необходимость обследования 1,8 км

при помощи пешеходной съемки. Данная цифра отличается от расчетной в 10 раз.

5.2.11 Создание карты распределения РАО (радиоактивных отходов) на площадках

После получения необходимой информации в результате съемки, составляются карты схематичного вида для участков рабочей зоны. На них нумеруются данные участки и обозначается принадлежность грунта к какому-либо классу.

Обследуемая местность делится на определенное количество секторов, для каждого из которых вводится специальное обозначение (ленты двух разных цветов для обозначения МОИ и РАО соответственно). Учитывая расчётные данные, на площади 500 м² понадобится 60 столбцов с лентами.

Для нумерации участков предусматривается использование специальных флажков.

Рабочие скреперы также оснащаются навигаторами для оптимизации ориентирования по карт-схеме.

В совокупности для проведения этих мероприятий понадобится: один автомобиль УАЗ для транспортировки людей и необходимых материалов, радиометры-дозиметры по 1 шт. на каждого дозиметриста, столбцы или колышки для обозначения секторов, ленты двух цветов (общая длина примерно 4-5 км), 8 навигаторов, 35 раций (из них 20 –автомобильные), резервные аккумулятору, таблички для или флажки для нумерации, компьютер, принтер, планшет, а также канцелярские принадлежности.

В работе будет задействована 2 дозиметриста, водитель и человек, отвечающий за составление карт.

5.2.12 Радионуклидная идентификация радиоактивных отходов

По окончании обследования, по полученным данным определяется количество отбираемой почвы и глубину захвата. Далее эти пробы передаются в

специальные лаборатории для проведения анализа с целью определения тип и количества радионуклидов. Совокупность всех данных, полученных в полевых работах и в лабораторных исследованиях, дает основу для расчета объёмов загрязнителей в каждой зоне и на каждом участке.

5.2.13 Поэтапное изъятие загрязненного грунта и сортировка радиоактивных отходов

Следующей стадией мероприятия по восстановлению земель является изъятие земель (грунта). На отмеченных участках при помощи скреперов снимается верхний слой толщиной 10 см. Изъятый грунт перевозиться на пункты рассортировки. Выгрузка доставленного грунта осуществляется на отмеченную свободную площадку равномерными слоями толщиной 5 см. Один скрепер затрачивает примерно 1,25 часа (время считается от разгрузки до разгрузки). Учитывая использование 4 единиц спецтехники, промежутки времени между разгрузками будет равен примерно 20 минут. Исходя из этого, необходимо обеспечить наличие как минимум трех участков для сортировки.

Для сортировки полученного грунта необходимо использовать специальные дозиметрические устройства (например, МКС АТ-1117). Минимум и максимум приборных значений определяются, основываясь на проведенных разведывательных мероприятиях и в соответствии с нормативными требованиями.

Работники сортировочных площадок классифицируют участки и, понятным для других работников способом, отмечают данные участки в зависимости от класса. Время, затрачиваемое на сортировку одной партии, должно составлять не более четверти часа. На этапе сортировке принимают участия три работника.

После проведения сортировки, классифицированная партия передается на погрузочную технику (фронтальные погрузчики). С помощью нее уже отсортированный грунт транспортируется на конвейер либо на участок хранения незагрязненного грунта. Задействуется три погрузчика, каждый из

которых занимается сбором и перевозкой определенного класса. Задействование погрузчика на транспортировку грунта классом ниже, чем тот, на котором до этого был использован погрузчик, осуществляется только после дезактивации. Время на транспортировку отсортированной партии составляет примерно 20 минут.

Отсортированный грунт загружается в транспортировщики за счет использования конвейеров. Погрузчик доставляет партию в нужный бункер, где доставленный грунт дозируется слоем нужной толщины на конвейер. Оттуда партия перемещается на грузовые автомобили с установленным кузовом, предполагающим исключение распыления грунта.

При попадании грунта с РАО на конвейер, предназначенный для МОИ, процесс отваливается оператором. На конвейерах устанавливаются системы дозиметрии, поэтому оператор может контролировать данный процесс. В случае остановки, вся партия перегружается в дежурный грузовик, находящийся на пункте разбраковки. После заполнения транспортировщика, грунт перевозится на дополнительную разбраковку.

С конвейера для МОИ при помощи специального оборудования для отбора интегральной пробы, производится забор грунта для проведения лабораторных исследований. Отбирается примерно навеска массой примерно 1 кг из производственного миксера, куда была помещена интегральная проба с целью проведения гомогенизации.

Взятые для анализов пробы грунта сначала просеиваются и измельчаются, затем проходят этап фасовки и измеряются. Только после данной подготовки, пробы обследуются в лаборатории на наличие радионуклидов. Для выявления гамма-излучения используются гамма-спектрометры с более широким диапазоном. Для выявления альфа- и бета-излучения используется специальный счетчик, оснащенный полупроводниковым детектором. По всем полученным данным производится расчет активности излучения. Полученная информация переправляется в место временного хранения на участке,

предназначенном для расположения отходов промышленности. Предполагаемое время на исследование одной пробы и обработку данных на должно превышать 1 час.

Когда транспортировщик заполняется, происходит остановка конвейера и делается отметка в путевом листе, в которой отображен номер партии, ее объем, класс, а также дата загрузки. Данная партия транспортируется на СВХ, где проходит повторную сортировку.

5.2.14 Транспортировка загрязненного грунта на СВХ

Партии грунта транспортируются по дороге, специально предназначенной для этого. На всей ее протяженности располагаются предупреждающие знаки (радиационная опасность). По данной дороге ежедневно должно проходить примерно 16 рейсов, а значит, покрытие данной дороги должно обеспечивать транспортировку грунта объемом 200 м³ в день. Транспорт, перевозящий грунт, по данной дороге должен перемещаться со скоростью не более 40 км/ч.

Между транспортировщиками должна быть установлена постоянная связь. Это необходимо для того, чтобы в случае аварийного просыпания грунта незамедлительно сообщать об этом. При просыпании грунта, на место выезжает бригада дезактивации, оснащенная двумя скреперами и грейдером. Данная бригада занимается изъятием и перевозкой на пункт сортировки просыпанного грунта и восстановлением участка дороги.

5.2.15 Паспортизация и размещение РАО на СВХ

При поступлении партии РАО на пункт паспортизации, производится его размещение на свободные рабочие площадки сортировки (выгрузка из транспортировщика и равномерное распределение по площадке сортировки). Размещение осуществляется с помощью грейдера.

Сортировка грунта на данном этапе ни чем не отличается от сортировки, описываемой в пункте 5.4. данной работы. Время, затрачиваемое на проведения

всех сортировочных работ также находиться в тех же пределах.

Помимо сортировки и размещения, на данном этапе также проводится забор проб для лабораторных анализов. Аналогично с описываемыми в пункте 5.4. действиями, производится лабораторное исследование проб грунта на наличие и силу гамма-, альфа- и бета-излучений, а также рассчитывается их активность. Так как паспортизация проводится для двух конвейеров, существует необходимость оборудовать лаборатории двумя трактами для измерения проб и их подготовки к лабораторным анализам.

Вся полученная информация заносится в паспорт поступившей партии, после чего она отправляется на СВХ. Далее партия размещается в пункте временного хранения, место расположения партии наносится на карту хранения, а также отмечается в паспорте данной партии и в специальной базе данных. По завершению процесса паспортизации, грунт пессуется путем укатывания его спецтехникой.

5.2.16 Захоронение радиоактивных отходов на пункте хранения радиоактивных отходов

По заполнению карты на СВХ, и завершению проектных работ по созданию ПХРО, осуществляется снятие ангара с СВХ и производятся инженерные работы по созданию ПХРО.

5.2.17 Заключительное обследование площадок «4», «4а» и объекта «Могильник»

На всех участках, после того как сняли слои почвы, производится тщательное обследование территории, одновременно отбирая пробы для лабораторных исследований. Последующие виды работ на участке (проведение работ по восстановлению почвенного покрова либо повторное снятие грунта) определяются по итогам полученных данных.

5.2.18 Восстановление почвенного покрова площадок «4», «4а» и объекта «Могильник»

Чтобы предотвратить ветровую эрозию до появления растительности первичной сукцессии (сорная дикорастущая растительность) и возникновение природных процессов почвообразования, нужно провести следующее мероприятие. Необходимо снять верхний, плодородный слой земли, при проведении ремедиационных работ. Далее дресвянисто-щебенчатым материалом (щебнем) слоем не более 1 см. нужно произвести засыпку оголенной территории. Так как весной и в начале лета отмечается сильная ветровая эрозия, снятие поверхностного горизонта необходимо проводить в середине лета. Можно произвести подсев растительности, свойственной для территории проведения работ (от времени года), для ускорения этих процессов.

На площадке 5А площадь всех участков радиоактивного загрязнения составила около 202380 м², а на площадке 5 приблизительно 2090 м². Для проведения расчетов примем 250000 м²= 25 гектар.

Для покрытия территории в 25 гектар дресвянисто-щебенчатым материалом (щебнем) слоем в 1 см, необходимо 2500 м³отсыпного материала. Один самосвал перевозит 20 тонн или 32 м³. Соответственно необходимо выполнить 79 рейсов. Расстояние от места ведения работ до карьера составит около 140 км. На один рейс (280км) при расходе ДТ 50 литров на 100 км, необходимо 140 литров ДТ, при цене ДТ 80 тенге за литр, затраты по ДТ составят 11200 тенге. На вывоз 2500 м³ затраты на ДТ составят 884800 тенге. При передвижении со средней скоростью 60 км/ч один рейс займет около 5 часов. Суммарное время для перевозки гравия 395 часов.

6 РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

В результате радиоактивного загрязнения территории становится невозможным проживание на ней населения и обычное использование данных земельных угодий в течение длительного промежутка времени, что уже несомненно зависит от конкретного уровня загрязнения данных почв радионуклидами и состояния радиационной обстановки на данной территории. Заражённые земли характеризуются неблагоприятным экологическим состоянием и требуют к себе особого внимания и организации проведения на данных территориях комплексных мероприятий по оздоровлению природной среды и приведению загрязненных земель в экологически безопасное состояние, пригодное для безопасного хозяйственного использования и проживания на ней населения.

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Сегментирование рынка услуг по разработке программы осуществляется по следующим критериям: размер компании и фирмы конкуренты.

Таблица 8 – Сегментирование рынка услуг по деятельности предприятий

		Фирмы конкуренты		
		ООО «Лидер Неруд»	ООО «РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ КУЗБАССА»	ООО "Грин"
Размер компании	Крупная			
	Средняя			
	Мелкая			

6.2 Анализ конкурентных технических решений

В таблице 9 представлен анализ конкурентных технических решений, существующих на рынке.

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,2	2	5	5	0,4	1,0	1,0
2. Безопасность	0,1	2	2	4	0,2	0,2	0,4
3. Простота эксплуатации	0,05	3	5	2	0,15	0,25	0,1
4. Эффективность	0,15	4	3	3	0,6	0,45	0,45
5. Надежность	0,2	5	3	5	1,0	0,6	1,0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,2	4	4	2	0,8	0,8	0,4
2. Финансирование научной разработки	0,1	2	5	3	0,2	0,5	0,3
Итого	1				3,35	3,8	3,65

Вывод: Таким образом из результатов анализа конкурентных технических решений, показатель конкурентоспособности соответственно равен 3,35 это говорит о том, что позиция разработки находится на сильном уровне. Конкурентоспособность рассматриваемого предприятия находится на отметке средних показателей.

6.3 Технология QuaD

Оценка показателей качества и перспективности разработки представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средне взвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,2	90	100	0,9	0,18
2. Безопасность	0,1	100	100	1	0,1

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средне взвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
3. Простота эксплуатации	0,05	85	100	0,85	0,043
4. Эффективность	0,15	90	100	0,9	0,135
5. Надежность	0,2	80	100	0,8	0,16
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
6. Цена	0,2	80	100	0,8	0,16
7. Финансирование научной разработки	0,1	85	100	0,85	0,085
Итого	1				0,863

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{cp} = 0,2 * 90 + 0,1 * 100 + 0,05 * 85 + 0,15 * 90 + 0,2 * 80 + 0,2 * 80 + 0,1 * 85 = 86,25 \%$$

Вывод: показатель P_{cp} который равняется 86,25 % говорит о том, что данная разработка считается перспективной.

6.4 SWOT-анализ

Первый этап SWOT-анализа представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии.</p> <p>С2. Высокая конкурентоспособность</p> <p>С3. Более низкая стоимость</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Отсутствие сертификации разработки</p> <p>Сл3. Наличие в устройстве токсичного материала</p> <p>Сл4. Низкая точность,</p>
--	---	---

Продолжение таблицы 11

	<p>производства по сравнению с другими технологиями. С4. Обеспечение повышения производительности труда С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>получаемых результатов по сравнению с конкурирующими технологиями Сл5. Отсутствие компании, способной построить производство под ключ.</p>
<p>Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Работа с самыми перспективными сегментами рынка В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт В4. Усовершенствование технических характеристик продукта В5. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>		
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Улучшение технических характеристик конкурентных продуктов У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции У5. Появление наиболее перспективных разработок</p>		

Второй этап SWOT-анализа представлен в виде интерактивных матриц в таких таблицах как 12,13,14,15.

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	B1	+	+	+	0	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	+	+	+	+
	B4	-	-	+	0	+
	B5	+	+	-	+	0

Анализ интерактивных таблиц:

B1C1C2C3C5; B2B3C1C2C3C4C5; B4C3C5; B5C1C2C4.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	0	0	+
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	+	-
	B5	-	-	-	-	-

Анализ интерактивных таблиц: B1Сл1Сл2Сл5; B4Сл4.

Таблица 14 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы		С1	С2	С3	С4	С5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-
	B5	-	-	-	-	-

Таблица 15 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	+	+	+	+
	B3	+	+	+	+	+
	B4	+	+	+	+	+
	B5	+	+	+	+	+

Анализ интерактивных таблиц: B1B2B3B4B5Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5.

В рамках **третьего этапа** представлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 16).

Таблица 16 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С2. Высокая конкурентоспособность С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями. С4. Обеспечение повышения производительности труда С5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие сертификации разработки Сл3. Наличие в устройстве токсичного материала Сл4. Низкая точность, получаемых результатов по сравнению с конкурирующими технологиями Сл5. Отсутствие компании, способной построить производство под ключ.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Работа с самыми перспективными сегментами рынка В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт В4. Усовершенствование технических характеристик продукта В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	Высокие технические характеристики позволят вывести данную разработку на новый уровень. По многим критериям и параметрам устройство превосходит свои аналоги на рынке. Низкая стоимость продукта повышает дополнительный спрос. Таким образом, разработка обладает высокой конкурентоспособностью, а благодаря квалифицированному персоналу существует возможность вывести продукт на новый уровень и завоевать наиболее перспективные сегменты рынка.	Отсутствие прототипа и сертификации разработки ставят по угрозу сотрудничество с наиболее перспективными сегментами рынка. На базе инновационной инфраструктуры НИ ТПУ возможно проводить исследования для улучшения качества технических характеристик. Решение данных проблем может привести к выгодному сотрудничеству с особо крупными компаниями.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Развитая конкуренция технологий производства У3. Улучшение технических характеристик конкурентных продуктов	Данная разработка оказывает достойную конкуренцию своим аналогам. Используя знания квалифицированного персонала, возможно, обратить внимание на разработку и тем самым вызвать спрос на новые	Отсутствие прототипа научной разработки, недостатки технических характеристик понижает его конкурентоспособность на рынке.

Продолжение таблицы 16

У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции	технологии. Благодаря, своей низкой стоимости продукт занимает устойчивое положение на рынке.	
У5. Появление наиболее перспективных разработок		

6.5 Планирование научно-исследовательских работ

6.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Выдача задания по тематике проекта	Научный руководитель и студент
Выбор направления исследований	3	Постановка задачи	Научный руководитель и студент
	4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Подбор литературы по тематике работы	Студент
	6	Сбор материалов	Студент
	7	Проведение теоретических обоснований	Студент
	8	Проведение теоретических расчетов	Студент
Обобщение и оценка полученных результатов	9	Анализ полученных результатов	Студент
	10	Согласование полученных данных с науч. рук.	Научный руководитель и студент
	11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент
	12	Работа над выводами	Студент
	13	Составление пояснительной записки к работе	Студент

6.6 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

6.7 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ки} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4)$$

где $T_{ки}$ – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (5)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Согласно данным производственного и налогового календаря на 2016 год, количество календарных дней составляет 366 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных – 105 дней, а количество праздничных дней – 14, таким образом:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 119} = 1,48$$

Все рассчитанные значения заносим в таблицу 18.

Таблица 18 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожг}$, чел-дни				И1	И2	И3	И1	И2	И3
	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3							
Составление и утверждение темы проекта	2	3	2.5	3	4	5	2,4	3,4	3,5	руководитель	2	3	4	3	4	6
Выдача задания по тематике проекта	1	2	3	2	4	5	1,4	2,8	2,8	руководитель, студент	1	1	1	2	2	2
Постановка задачи	2.5	3	2	4	5	4	3,1	3,8	3,8	руководитель, студент	2	2	2	3	3	3
Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	1	3	3	3	7	6	1,8	4,6	4,6	Студент	2	5	5	3	7	7
Подбор литературы по тематике работы	1	4	3	4	6	7	2,2	4,8	4,8	Студент	2	5	5	3	7	7
Сбор материалов	3	5	3	4	7	5	3,4	5,8	5,8	Студент	3	6	6	4	9	9
Проведение теоретических обоснований	3	5	1	4	8	3	3,4	6,2	6,2	Студент	3	6	6	4	9	9
Проведение теоретических расчетов	3	6	5	5	7	9	3,8	6,4	6,4	Студент	4	6	6	6	9	9
Анализ полученных результатов	5	4	7	6	8	9	5,4	5,6	5,6	Студент	5	6	6	8	9	9
Согласование полученных данных с науч. рук.	3	5	3	4	7	6	3,4	5,8	5,8	руководитель, студент	2	3	3	3	4	4
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	5	4	5	7	2,8	3,8	3,8	Студент	3	4	4	4	6	6
Работа над выводами	1	3	5	2	4	7	1,4	3,4	3,4	Студент	1	3	3	2	4	4
Составление пояснительной записки к работе	2	4	5	4	7	8	2,8	5,2	5,2	Студент	3	5	5	4	7	7
итого	29,5	50	47,5	49	76	81					33	55	56	49	80	82

Таблица 19 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ, декады												
				февраль			март			апрель			май			Июнь
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	6	▨												
2	Выдача задания по тематике проекта	Студент	2		■											
3	Постановка задачи	Студент	3			■										
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Руководитель, Студент	7				▨	■								
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	7					■								
6	Сбор материалов	Студент	9						■							
7	Проведение теоретических обоснований	Студент	9						■							
8	Проведение теоретических расчетов	Студент	9							■						
9	Анализ полученных результатов	Руководитель, Студент	9								▨	■				
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Руководитель, Студент	4									▨	■			
11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	6										■			
12	Работа над выводами	Студент	4											■		
3	Составление пояснительной записки к работе	Студент	7													■

▨ – руководитель; ■ – студент;

6.8 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

6.9 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (15%).

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 20.

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	листов	300	250	400	1	1	1	300	250	400
Картридж	шт.	1	1	1	800	800	800	800	800	800
Информационные источники	шт.	1	3	2	300	300	400	300	900	800
Итого								1400	1950	2000

6.10 Основная заработная плата исполнителей темы

В этой статье расходов планируется и учитывается основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$C_{осн/зн} = \sum t_i \cdot C_{зн_i}, \quad (7)$$

где t_i - затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях, $C_{зн_i}$ - среднедневная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$C_{зн_i} = \frac{D + D \cdot K}{F} \quad (8)$$

где D - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы), K - районный коэффициент (для Томска – 30%), F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Оклад, руб.	Средняя заработная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб. дн.			Основная заработная плата, руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	16751,29	989,8	7	9	10	6928,6	8908,2	9898
Студент	6976,22	412,2	31	52	52	12778,2	21434,4	21434,4
ИТОГО						19706,8	30342,6	31332,4

Расчет для руководителя:

$$C_{зп_i} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (16751,29 \cdot 1,3) / 22 = 989,8 \text{ руб./дн.}$$

Расчет для студента:

$$C_{зп_i} = \frac{D + D \cdot K}{F} = (6976,22 \cdot 1,3) / 22 = 412,23 \text{ руб./дн.}$$

6.11 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (12)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

Таблица 22 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	6928,6	8908,2	9898	0,15	1928,6	1336,23	1484,7
Студент	12778,2	21434,4	21434,4		1916,73	3215,16	3215,16
Итого					23552,13	34893,99	36032,26

6.12 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (9)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 23).

Таблица 23 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель проекта	6928,6	8908,2	9898	1928,6	1336,23	1484,7
Студент	12778,2	21434,4	21434,4	1916,73	3215,16	3215,16
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	28%					
Исполнение 1	6382,627					
Исполнение 2	9456,271					
Исполнение 3	9764,742					

6.13 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (10)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов берем в размере 50%.

Таблица 24 – Расчет накладных расходов

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НТИ	1400	1950	2000
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	19706,8	30342,6	31332,4
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3845,33	4551,39	4699,86
4. Отчисления во внебюджетные фонды	6382	9456	9764
5. Накладные расходы	15334	23165	23898

6.14 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Материальные затраты НИИ	1400	1950	2000
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	19706,8	30342,6	31332,4
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3845,33	4551,39	4699,86
4. Отчисления во внебюджетные фонды	6382,627	9456,271	9764,742
5. Накладные расходы	15334	23165	23898
6. Бюджет затрат НИИ	46669	69465	71695

Минимальный бюджет НИИ представлен первым исполнением и составляет около 46669 рублей.

Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (11)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Исп.1:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{46669}{46669} = 1$$

Исп.2:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{69465}{46669} = 1,48$$

Исп.3:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{71695}{46669} = 1,53$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (12)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (таблица 26).

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Повышение производительности труда пользователя	0,2	2	5	5
2. Безопасность	0,1	2	2	4
3. Простота эксплуатации	0,05	3	5	2
4. Эффективность	0,15	4	3	3
5. Надежность	0,2	5	3	5
6. Цена	0,2	4	4	2
7. Финансирование научной разработки	0,1	2	5	3
Итого	1	3,35	3,8	3,65

$$I_{p-исп1} = 2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 = 3,35$$

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 = 3,8$$

$$I_{p-исп3} = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 = 3,65$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \quad \text{и т.д.} \quad (13)$$

$$I_{исп1} = \frac{3,35}{1} = 3,35 \quad I_{исп2} = \frac{3,8}{1,48} = 2,56 \quad I_{исп3} = \frac{3,65}{1,53} = 2,38$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (14)$$

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,48	1,53
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,35	3,8	3,65
3	Интегральный показатель эффективности	3,35	2,56	2,38
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,48	1,53

Вывод: В результате выполненного анализа экономической эффективности было проведено сегментирование рынка, в результате которого были выбраны основные и наиболее перспективные сегменты из результатов анализа конкурентных технических решений, показатель конкурентоспособности равен 3,35 это говорит о том, что позиция разработки находится на среднем уровне. Конкурентоспособность рассматриваемого предприятия находится на отметке сильных показателей. Анализ качества и перспективности данной разработки показал, что она является перспективной, средневзвешенное значение показателя качества и перспективности – 86%.

В процессе работы был составлен перечень этапов и работ, а также распределены исполнители. В качестве исполнителей выступали: научный руководитель и студент. Также был составлен календарный план-график проведения НИОКР, на котором изображены временные интервалы выполнения различных этапов.

Был проведен расчет материальных затрат, минимальные затраты составили 1400 рублей (Исполнение 1). Также был проведен расчет основной и

дополнительной заработной платы, отчислений во внебюджетные фонды и расчет накладных расходов. По результатам расчетов сделан вывод о том, что минимальный бюджет НИИ составил 46669 рубля (Исполнение 1).

Были рассчитаны интегральные финансовые показатели разработок, интегральные показатели ресурсоэффективности и сравнительная эффективность вариантов исполнения.

7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Семипалатинский ядерный полигон расположен в Казахстане на границе Восточно-Казахстанской области, Павлодарской и Карагандинской областей, в 130 километрах северо-западнее Семипалатинска, на левом берегу реки Иртыш.

Полигон занимает 18500 км². На его территории находится ранее закрытый город Курчатов, переименованный в честь советского физика Игоря Курчатова, ранее обозначавшийся как Москва-400, Берег, Семипалатинск-21, станция Конечная. На географических картах это место, как правило, обозначается как «Конечная» (по названию станции) или «Молдары» (село, вошедшее в состав Курчатова).

Сфера деятельности полигона – испытание ядерного оружия. 12 августа 1953 года здесь было проведено испытание термоядерного оружия, в атмосфере — на высоте 30 метров над землей (заряд располагался в специальной башне). После этого испытания началось быстрое заражение территории полигона и прилегающих к полигону земель радиоактивными элементами. 22 ноября 1955 года еще одна термоядерная бомба была сброшена с самолета и разорвалась на высоте 2 км над уровнем земли.

Семипалатинский полигон функционировал с 1949 по 1989 год. За время его существования было произведено более 450 испытаний, в ходе которых взорвали около 600 как ядерных, так и термоядерных устройств. Из них было примерно 30 наземных и не менее 85 воздушных. Кроме того, проводились и другие испытания, в число которых входили гидродинамические и гидроядерные опыты.

7.1 Производственная безопасность

В современных условиях одним из основных направлений улучшения профилактической работы по снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости является повсеместное внедрение

комплексной системы управления охраной труда путем объединения разрозненных мероприятий в единую систему целенаправленных действий на всех уровнях и стадиях производственного процесса.

Правила по охране труда и техники безопасности вводятся в целях предупреждения несчастных случаев, обеспечения безопасных условий труда работающих и являются обязательными для исполнения рабочими, руководящими и инженерно-техническими работниками.

7.1.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

В результате проведенного анализа, на людей работающих с заражённой землёй на испытательном полигоне влияют такие вредные факторы: физические и химические.

К вредным производственным факторам относят такие факторы, которые влекут за собой возникновение заболеваний и снижение трудоспособности.

Физические вредные и опасные производственные факторы подразделяются на:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- повышенный уровень ультрафиолетовой радиации;
- повышенный уровень инфракрасной радиации;

- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;

Вредные вещества, радиоактивные продукты (пыль, аэрозоли) попадают в организм человека через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт и через кожу. Оказывая негативное влияние, такое как отравление, головокружения и т.д.

Пыль затрудняет дыхание, вызывает кашель и чихание. Оседая в легких, пыль остается в них. При долговременном вдыхании пыли, возникают профессиональные заболевания легких – пневмокониозы.

Опасным производственным фактором, согласно, является фактор, воздействие которого влечет возникновение травмы или внезапное ухудшение здоровья.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

по характеру воздействия на организм человека на:

- токсические;
- раздражающие;
- сенсibiliзирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию;

по пути проникания в организм человека через:

- органы дыхания;
- желудочно-кишечный тракт;
- кожные покровы и слизистые оболочки.

Основные факторы от которых и будет зависеть жизнь человека в зоне заражения:

- применение противорадиационных препаратов;
- средства индивидуальной защиты;
- правила безопасности и личной гигиены;
- правила приема пищи.

7.2 Средства индивидуальной защиты

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) относятся средства защиты органов дыхания (противогазы и респираторы) и кожи (специальные и подручные). Они используются для защиты людей от поражения опасными химическими, радиоактивными веществами, бактериальными аэрозолями и тепловыми потоками.

По принципу защитного действия СИЗ: фильтрующие и изолирующие. В фильтрующих противогазах воздух, поступающий для дыхания, очищается от вредных веществ и аэрозолей. В изолирующих — дыхание осуществляется за счет запасов кислорода, находящегося в самом противогазе, используются при недостатке кислорода в воздухе или когда концентрация опасных химических веществ очень высока или неизвестна.

В фильтрующих средствах защита кожи обеспечивается за счет обезвреживания паров АХОВ специальной пропиткой, нанесенной на ткань, герметичностью конструкции костюма.

В изолирующих — использованием прорезиненных тканей и полимерных пленочных материалов.

Средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК) предназначены для предохранения людей от воздействия опасных химических веществ (АХОВ), радиоактивных и бактериальных средств. Они могут быть подручными и специальными.

Подручными средствами защиты кожи является обычная одежда с дополнительными герметизирующими приспособлениями в комплекте с резиновыми сапогами и перчатками.

Специальные средства защиты кожи подразделяются на изолирующие (воздухонепроницаемые) и фильтрующие (воздухопроницаемые). Спецодежда изолирующего типа изготавливается из таких материалов, которые не пропускают ни капли, ни пары опасных веществ и обеспечивают необходимую герметичность. Спецодежда фильтрующего типа изготавливается из тканей, пропитанных специальными химическими веществами, задерживающими пары ядовитых веществ за счет химических реакций с ними. Конструктивно СИЗК выполнены в виде курток с капюшонами, полукомбинезонов и комбинезонов. В зонах аварий на опасных химических производствах в основном используются средства защиты изолирующего типа. Размер СИЗК подбирается в зависимости от роста. Время безопасного пребывания в них ограничено. Например, при температуре воздуха 30° С время работы в защитном костюме Л-1 составляет 15-20 мин, а при температуре воздуха 20° С — 40-50 мин. Изолирующие комплекты защиты кожи используются, как правило, в сочетании с изолирующим противогазом. Время защитного действия СИЗК зависит от их типа (марки) и свойств АХОВ. Например, время защитного действия комплекта КИХ-4 от воздействия хлора и аммиака не менее 60 мин, а от жидкого аммиака — не менее 2 мин.

При выходе из зоны радиоактивного заражения необходимо пройти санитарную обработку, т.е. удалить радиоактивные вещества, попавшие на кожу, и провести дезактивацию одежды.

Таблица 28 – Опасные и вредные факторы при проведении ремедиации земли загрязнённой радионуклидами

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Обслуживаемые работы: 1) погрузочно-разгрузочные работы; 2) работа с заражённой землёй;	1. Превышение уровней шума и вибрации; 2. Повышенная загазованность и запыленность. 3. Повышенный уровень радиации	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, оборудования; 2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; 3. Пожар.	ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» СанПиН 2.2.4-548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» ГОСТ 12.1.1003– 83 «ССБТ. Шум, общие требования безопасности» ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ "Организация обучения безопасности труда"

7.3 Экологическая безопасность

Радиоактивное заражение местности, приземного слоя атмосферы, воздушного пространства, воды и других объектов возникает в результате выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва во время его движения. Постепенно оседая на поверхность земли, радиоактивные вещества создают участок радиоактивного заражения, который называется радиоактивным следом.

Это фактор поражения, обладающий наиболее продолжительным действием (десятки лет), действующий на огромной площади.

Основными источниками радиоактивного заражения являются осколки деления ядерного заряда и наведенная активность грунта. Распад этих радиоактивных веществ сопровождается гамма- и бета-излучениями. Радиоактивное заражение местности характеризуется уровнем радиации (мощностью экспозиционной дозы), измеряемым в рентгенах в час (Р/ч).

При ядерном взрыве образуется облако, которое может переноситься ветром. Выпадение радиоактивных веществ происходит в первые 10-20 ч после взрыва. Радиоактивное загрязнение окружающей среды имеет место, если содержание радиоактивности в почве, воде или воздухе превышает предельно допустимые концентрации и квалифицируется как чрезвычайная ситуация.

Таблица 29 – Значение предельно допустимых концентраций некоторых радиоактивных веществ

Предельно допустимые концентрации радиоактивности	Предельные допустимые значения критериев			
	йод-131	цезий-137	стронций-90	плутоний - 239, 240
В почве, Ки/км ²	-	1	0,3	0,1
В воде, Ки/л	$1 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$4,0 \cdot 10^{-8}$	$5,2 \cdot 10^{-9}$
В воздухе, Ки/л	$1,5 \cdot 10^{-13}$	$4,9 \cdot 10^{-14}$	$4,0 \cdot 10^{-14}$	$3,0 \cdot 10^{-17}$

С точки зрения радиационных последствий ядерные взрывы можно сгруппировать следующим образом:

- наземные взрывы – характеризуются в основном выпадением активности на территории полигона;
- воздушные взрывы – характеризуются в основном выносом активности за пределы полигона, ее разбавлением в атмосфере и вкладом в глобальные атмосферные выпадения;
- подземные взрывы – характеризуются в основном сосредоточением активности в котловых полостях, исключением являются взрывы на выброс и взрывы с внештатной радиационной ситуацией, которые приводят к загрязнению поверхности, как и наземные взрывы.

Сверхнормативное загрязнение радиоактивными изотопами цезия и стронция обнаружено в р.Чаган, Ащису, озере Балапан и в других водных

объектах на территории СИП. По крайней мере на 4500 кв.км СИП почва и гидросфера загрязнены этими изотопами. Общий масштаб загрязнения окружающей среды (и в пределах и вне границ СИП) плутонием обусловлен использованием его в испытаниях в количестве более 290 кг. Вклад от его воздействия в общее облучение населения и соответствующий риск не известен. Существующие загрязнения цезием, стронцием, плутонием и другими продуктами деления могут привести к значительному облучению населения, если сегодняшнее и будущее землепользование не будет должным образом контролироваться.

Более чем 10 миллионов кюри радиоактивных веществ сосредоточено в подземных полостях ядерных взрывов в непосредственной близости (около 50 км) от р.Иртыш. Существует риск миграции этих радионуклидов с подземными водами в направлении реки. Недавние единичные измерения, показавшие повышенные уровни трития в буровых скважинах, смежных с подземными полостями, подтверждают существование такого перемещения.

Такие «благородные» и «инертные» газы — ксенон-133, 135, 137, 140, 144, криптон-85, 89, 90, 91, 95, из которых образуются весьма жизненно опасные долгоживущие изотопы: стронций-80, стронций-90, иттрий-91, цирконий-95, ниобий-95, цезий-137, барий-140, церий-144, лантан-140.

Каждый подземный взрыв, а их проведено немало - 343, приводит в движение земную кору. Нарушения покоя метасферы, особенно в среде развития скальных пород, из которых, в основном, сложена почти вся территория Семипалатинской области, приводят к нарушениям прежней (материнской) структуры скальных пород.

При подземных ядерных взрывах происходит дробление горных пород как с образованием новых открытых трещин, так и подновлением древних тектонических структур, что вызывает такие явления, как осадка и провалы древней поверхности.

Большому нарушению подвержены песчаники, сланцы, вплоть до глинистых образований. Под механическим воздействием силы взрывной волны бокового сжатия они приобретают фактурообразную форму и заполняются глинистой массой.

Изменяется структура этих жестких по сложению скальных пород, происходит механический разрыв одних трещин, кальматация других, образование новых ослабленных зон или серии новых трещин.

Скважины, питающиеся за счет трещинных вод, после взрывов на полигоне становятся малодобетными или вовсе перестают давать воду из-за нарушения естественной циркуляции воды в этом фоне.

Такие же малодобетные скважины после каждого взрыва появляются во всех хозяйствах прилегающих к полигону районов. В последние годы выведены из строя более 700 трубчатых колодцев, снабжающих водой поселки и скот.

Как показали исследования гидрогеологов, ядерные испытания губительно влияют на подземные воды. В трещинных водах содержание урана, стронция, цезия в десятки раз превышает ПДК.

Радиоактивные отходы бывают жидкими и твердыми. В зависимости от агрегатного состояния изменяются условия их захоронения.

Высокоактивные жидкие радиоактивные отходы, способные к взрыву, в виде азотнокислых водных растворов хранят в аппаратах объемом до нескольких кубометров с двойными стенками из нержавеющей стали и с мешалкой.

Жидкие высокоактивные радиоактивные отходы, не способные к взрыву хранятся в могильниках, которые состоят из шахт и помещений для хранения.

В настоящее время одним из безопасных способов устранения опасности радиоактивного излучения твердых ядерных отходов является их захоронение. Твердые радиоактивные отходы хоронят в специальных контейнерах в подземных штольнях, тоннелях. К ним предъявляются особые требования при транспортировке к месту захоронения.

Защита селитебной зоны – участок захоронения радиоактивных материалов по периметру ограждён проволокой, и имеется частично разрушенный ров. Расстояние до административно-жилой зоны составляет 70 км.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На территории лагеря предусматривается площадка для хранения запасов дизельного топлива и масел (ГСМ), которая находится на безопасном расстоянии от жилой зоны, в зависимости от количества запаса ГСМ, а так же отвечать нормам пожарной безопасности.

Площадка оборудуется электрическими колонками со счетчиками для заправки автотранспорта и выдачи ГСМ при необходимости. Емкости для хранения ГСМ выбираются исходя из необходимого количества ГСМ для обеспечения непрерывности производства на протяжении двух дней. Каждые два дня предусматривается пополнение емкостей с запасами ГСМ бензовозом.

В результате нарушения техники безопасности возможно возгорание и взрыв ГСМ. Переход огня на сухую травянистую растительность и распространение степного пожара. Таким образом, это может принести материальный ущерб, угрозу здоровью, жизни человека и природной среде.

Пожарная безопасность – система организационных и технических средств, направленная на профилактику и ликвидацию пожаров. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- предотвращение пожаров;
- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Горение представляет собой сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением большого количества теплоты и свечением.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Необходимость строгого соблюдения мер пожарной безопасности при работе с оборудованием и бытовыми приборами требует регулярного проведения инструктажей работников по пожарной безопасности и их действий в случае возникновения пожара в помещении или в соседних комнатах. При возникновении пожара нужно, прежде всего, вызвать пожарную команду.

7.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Закон Республики Казахстан от 4 декабря 2002 года № 361-III
О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения

Закон Республики Казахстан от 23 апреля 1998 года № 219-III
О радиационной безопасности населения

Закон Республики Казахстан от 15.07.1997 N 160-III
"ОБ ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ"

Подготовка к работе. Допуск персонала. К непосредственной работе с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений - допускаются работники не моложе 18 лет. При этом все лица, постоянно работающие в контролируемой зоне, т. е. относящиеся к группе «а» категории А, проходят обязательный предварительный медицинский осмотр при поступлении на работу и затем ежегодно. К работе допускаются лица, не

имеющие медицинских противопоказаний, определенных приказом Министерства здравоохранения от 30 мая 1969 г. Лица, у которых обнаружены отклонения в здоровье от нормы, по заключению медицинской комиссии должны временно переводиться на работу, не связанную с воздействием ионизирующих излучений.

Все лица, работающие с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений, обязаны проходить обучение по специальной программе, знать и строго соблюдать все правила по охране труда, технической и пожарной безопасности.

В зоне загрязнения запрещается:

- пребывание персонала без необходимых средств индивидуальной защиты;
- посещение ее лицами, постоянно не работающими в этой зоне, без письменного разрешения администрации или руководителя службы радиационной безопасности;
- хранение пищевых продуктов, домашней одежды, косметических принадлежностей и других предметов, не имеющих отношения к работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы был проведён обзор и анализ международного опыта по ремедиации (реабилитации) земель, которые подвергались загрязнению техногенными радионуклидами вследствие испытания ядерного оружия. В результате анализа было выбрано техническое решение по проведению ремедиационных мероприятий опираясь на международный опыт, в частности на выполненные работы на испытательном полигоне расположенного в Австралии, район Маралинга. Выполнение ремедиационных работ на испытательном полигоне расположенном в 130 километрах северо-западнее г. Семипалатинска, на левом берегу Иртыша.

Разработан проект по восстановлению радиоактивно загрязненных земель на Семипалатинском испытательном полигоне, который включает в себя следующее:

1. Разделение и классификация загрязненного грунта на радиоактивные отходы и материалы ограниченного использования. Это позволяет уменьшить радиоактивные отходы т.к. материалы ограниченного использования можно применять при строительстве дорог.

2. Размещение радиоактивных отходов на охраняемый пункт хранения радиоактивных отходов и последующая консервация отходов с дальнейшим захоронением радиоактивных отходов на специальном комплексе для захоронения этих отходов.

По Семипалатинскому испытательному полигону был разработан и предложен проект по восстановлению радиоактивно загрязненных земель, который в свою очередь позволит локализовать наиболее загрязнённые земельные участки, и оградить доступ населения к радиационно-опасным объектам полигона. А так же провести очистку загрязнённых территорий площадь которых составляет 24 000 км² и передать в сельскохозяйственное

пользование населению более 15 000 км².

Новизна этой работы – создание проекта ремедиации зараженных земель для Семипалатинского испытательного полигона, республики Казахстан с целью достижения благополучной радиационной обстановки на данной территории. В последующем передача очищенных от радионуклидов земель в сельскохозяйственное использование населению республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриюшин И. А. Ядерные испытания СССР. Гидроядерные эксперименты. Инвентаризация затрат плутония / И. А. Андриюшин, Н. П. Волошин, Р. И. Илькаев, А. М. Матущенко, В. Н. Михайлов, А. К. Чернышев [и др.] // Инф. бюлл. ЦНИИАтоминформ. – 1998. – No12. – С. 60-63.

2. Андриюшин И. А. Общие характеристики и некоторые вопросы экологических последствий ядерных испытаний СССР: тр. РФЯЦ-ВНИИЭФ /И. А. Андриюшин, Р. И. Илькаев, А. К. Чернышев. – Т. 1. – Саров: Научно исследовательское издание, 2001. – 637 с.

3. Материалы по вопросам радиоэкологического состояния территории бывшего СИП в результате воздействия значимых ядерных испытаний: окончательный доклад. Арзамас-16. – Москва, Санкт-Петербург, 1994.

4. Материалы по вопросам радиоэкологического состояния территории бывшего СИП в результате воздействия значимых ядерных испытаний: окончательный доклад. Арзамас-16. – Москва, Санкт-Петербург, 1994.

5. Crouch E.A.C. Atomic Data and Data Tables / E.A.C. Crouch. – 1977. – V.19. – P. 417-532.

6. Атомные взрывы в мирных целях: сб статей / под ред. И. Д. Морохова. – М.: Атомиздат, 1970. – 124 с.

7. Радиоактивное загрязнение природных сред при подземных ядерных взрывах и методы его прогнозирования /под ред. Ю. А. Израэля. – Ленинград: Гидромет. изд-во, 1970. – 67 с.

8. Мирные ядерные взрывы: обеспечение общей и радиационной безопасности при их проведении / кол. авт. под рук. проф. В. А. Логачева – М.: Изд. АТ, 2001.

9. Логачев В. Радиоэкологические последствия испытаний БРВ на Семипалатинском полигоне / В. Логачев // Бюллетень по атомной энергии. – 2002. – №12.
10. Василенко И. Я. Чернобыль и проблемы радиобиологии / И. Я. Василенко. – 2001.
11. Давыдов М. Г. Радиоэкология. Избранные главы / М. Г. Давыдов.
12. Источники, эффекты и опасность ионизирующей радиации: доклад на Генеральной Ассамблее ООН за 1988 г. – М., 1992.
13. Павлоцкая Ф. И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах / Ф. И. Павлоцкая. – М.: Атомиздат, 1974.
14. Глобальные выпадения и человек. – М.: Атомиздат, 1974.
15. Моисеев А. А. Цезий-137 в биосфере / А. А. Моисеев, П. В. Рамзаев. – М.: Атомиздат, 1975.
16. Бонина Т. А. Анализ некоторых результатов долгосрочного радиоэкологического мониторинга территории Республики Беларусь / Т. А. Бонина [и др.].
17. Чернобыль. Радиоактивное загрязнение природных сред / под ред. Ю. А. Израэля. – М.: Гидрометеиздат, 1990.
18. Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. Издание официальное. – Алматы, 2000. – 80 с.
19. Радиационная обстановка 60. на территории СССР в 1990 г.: Ежегодник /под ред. К. П. Махонько. – Обнинск: НПО "Тайфун", 1991.
20. Постановление Кабинета Министров РК № 653 от 31 июля 2007 г. "Об утверждении критериев оценки экологической обстановки территорий".

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Содержание техногенных радионуклидов в верхних почвенных горизонтах

№прикопки	Глубина отбора, см	²⁴¹ Am, Бк/кг	¹³⁷ Cs, Бк/кг	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu, Бк/кг
1 Ск	0-2	1,0 ± 0,3	40,2 ± 1,3	3,7 ± 0,3
	2-5	< 0,4	11,8 ± 0,5	1,8 ± 0,3
	5-10	1,8 ± 0,2	3,2 ± 0,3	< 0,2
	10-15	1,4 ± 0,2	1,5 ± 0,3	< 0,4
2 К ₂ [^]	0-2	2,8 ± 0,3	55,5 ± 1,5	18,2 ± 0,5
	2-5	< 0,5	3,7 ± 0,6	1,5 ± 0,2
	5-10	< 0,4	< 0,3	< 0,2
	10-15	1,8 ± 0,2	1,4 ± 0,2	1,7 ± 0,1
3 К ₂ [^]	0-2	1,3 ± 0,3	43,9 ± 1,4	7,4 ± 0,3
	2-5	0,8 ± 0,2	19,2 ± 0,9	6,3 ± 0,4
	5-10	< 0,2	3,2 ± 0,3	0,4 ± 0,1
	10-15	< 0,3	1,0 ± 0,2	< 0,3
4 Сн	0-2	< 0,4	0,9 ± 0,4	< 0,2
	2-5	0,7 ± 0,3	< 0,6	< 0,3
	5-10	< 0,3	5,5 ± 0,4	0,9 ± 0,1
	10-15	1,6 ± 0,3	38,4 ± 0,8	5,6 ± 0,4
5 К ₁	0-2	< 0,4	8,9 ± 0,7	1,6 ± 0,2
	2-5	3,4 ± 0,2	19,7 ± 0,6	19,8 ± 1,0
	5-10	1,6 ± 0,2	2,0 ± 0,3	< 0,2
	10-15	1,8 ± 0,2	1,0 ± 0,2	< 0,3
6 Сн	0-2	8,6 ± 0,5	55,0 ± 1,6	33,3 ± 1,1
	2-5	1,2 ± 0,1	22,0 ± 0,4	8,0 ± 0,5
	5-10	< 0,4	1,0 ± 0,2	< 0,2
	10-15	< 0,4	< 0,2	< 0,2
7 Сн	0-2	3,0 ± 0,3	30,3 ± 1,2	19,6 ± 0,5
	2-5	< 0,3	2,2 ± 0,2	1,2 ± 0,3
	5-10	< 0,3	< 0,3	< 0,2
	10-15	< 0,4	< 0,6	< 0,1
8 К ₂ [^]	0-2	3,6 ± 0,3	33,8 ± 0,8	23,6 ± 0,7
	2-5	3,3 ± 0,3	7,8 ± 0,7	34,3 ± 1,2
	5-10	0,5 ± 0,3	2,2 ± 0,5	1,1 ± 0,2
	10-15	< 0,4	1,0 ± 0,4	0,8 ± 0,1

№прикопки	Глубина отбора, см	²⁴¹ Am, Бк/кг	¹³⁷ Cs, Бк/кг	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu, Бк/кг
9 К ₂ [^]	0-2	2,1 ± 0,2	51,8 ± 1,0	23,5 ± 0,7
	2-5	0,5 ± 0,3	15,8 ± 0,9	5,4 ± 0,6
	5-10	1,3 ± 0,2	1,8 ± 0,3	< 0,2
	10-15	1,8 ± 0,2	0,4 ± 0,2	< 0,2
10 Сн	0-2	< 0,4	16,2 ± 0,6	1,8 ± 0,2
	2-5	< 0,4	2,0 ± 0,5	< 0,4
	5-10	< 0,4	2,2 ± 0,5	< 0,1
	10-15	< 0,4	< 0,6	< 0,1
11 К ₂ [^]	0-2	2,2 ± 0,3	63,2 ± 1,6	10,4 ± 0,6
	2-5	< 0,3	3,5 ± 0,3	0,7 ± 0,2
	5-10	< 0,4	< 0,4	< 0,1
	10-15	< 0,5	< 0,4	< 0,1
12 К ₂ [^]	0-2	1,7 ± 0,2	34,0 ± 0,8	8,2 ± 0,5
	2-5	0,5 ± 0,3	9,7 ± 0,8	2,2 ± 0,3
	5-10	< 0,4	2,5 ± 0,3	< 0,2
	10-15	0,4 ± 0,2	1,2 ± 0,2	0,2 ± 0,1
13 Ск	0-2	< 0,3	12,2 ± 0,5	0,9 ± 0,2
	2-5	< 0,4	4,6 ± 0,3	< 0,3
	5-10	2,0 ± 0,2	1,8 ± 0,3	< 0,1
	10-15	< 0,4	1,9 ± 0,3	< 0,2
14 К ₂ [^]	0-2	1,6 ± 0,3	54,1 ± 1,0	5,3 ± 0,3
	2-5	< 0,4	3,3 ± 0,3	< 0,5
	5-10	< 0,5	0,9 ± 0,2	< 0,1
	10-15	< 0,5	0,4 ± 0,2	< 0,1
Примечание: К ₂ [^] - каштановые, щебнистые; К ₁ - светло-каштановые; Сн – солонцы; Ск – солончаки				