

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



Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность): 20.04.01 «Техносферная безопасность»
 Кафедра - экологии и безопасности жизнедеятельности

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка методологии управления рисками при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов
УДК 628.4.045.001.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Пономарев Алексей Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Сечин Александр Иванович	Доктор технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Петухов Олег Николаевич	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭБЖ	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н., профессор		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по организации защиты человека в чрезвычайных ситуациях, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях.
P2	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по прогнозированию, измерению и профилактике негативных воздействий на человека и природную среду, а также деятельности по контролю технического состояния и применения используемых средств защиты.
P3	Организовывать и проводить установку, эксплуатацию и техническое обслуживание средств защиты, а также обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей.
P4	Использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники.
P5	Решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива в области анализа опасностей техносферы, исследования воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на население и промышленные объекты, разработки методов и средств защиты в чрезвычайных ситуациях.
<i>Культурные компетенции</i>	
P6	Организовать свою работу ради достижения поставленных целей с использованием эмоциональных и волевых особенностей психологии личности, готовности к сотрудничеству, расовой, национальной, религиозной терпимости, умения погашать конфликты, способностью к социальной адаптации, коммуникативностью, толерантностью.
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать личную ответственность за результаты работы.
P8	Использовать основные программные средства, глобальные информационные ресурсы и владение современными средствами телекоммуникаций, для решения профессиональных задач.
P9	Использовать профессионально-ориентированную риторiku, владеть методами создания понятных текстов, способностью осуществлять социальное взаимодействие на одном из иностранных языков.

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



Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность): 20.04.01 «Техносферная безопасность»
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ41	Пономарев Алексей Алексеевич

Тема работы:

Разработка методологии управления рисками при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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>	1.Томский полигон токсичных промышленных отходов ОАО «Полигон» 2.Непрерывный режим работы 3.Токсичные промышленные отходы
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(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).</i>	1.Разработка методологии управления рисками при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов. 2.Постановка задачи исследования. 3.Содержание процедуры исследования. 4.Обсуждение результатов выполненной работы. 5.Заключение по работе.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Таблицы, графики, рисунки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов Олег Николаевич
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Крицкая Надежда Вадимовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Обзор литературы	
Анализ функционирования Томского полигона токсичных отходов	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
Evaluation of commercial facilities and promising outlook of scientific research from the standpoint of resource efficiency and resource supply	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Сечин Александр Иванович	Доктор технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Пономарев Алексей Алексеевич		

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



Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность): 20.04.01 «Техносферная безопасность»
 Уровень образования: магистратура
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности
 Период выполнения (осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.02.16	Составление и утверждение темы проекта	
15.02.16	Анализ актуальности темы	
12.03.16	Поиск и изучение материала по теме	
20.03.16	Выбор направления исследований	
22.03.16	Календарное планирование работ	
16.04.16	Изучение литературы по теме	
25.04.16	Подбор нормативных документов	
01.05.16	Составление блок-схем, таблиц	
06.05.16	Проведение лабораторных работ	
10.05.16	Проведение расчетов по теме	
12.05.16	Создание методов решения предложенной проблемы по теме	
18.05.16	Оценка и анализ предложенных методов	
21.05.16	Эффективность предложенных методов по решению проблемы	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Сечин Александр Иванович	Доктор технических наук		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н., профессор		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»



Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ41	Пономарев Алексей Алексеевич

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.01 «Техносферная безопасность»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос, наблюдение.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Проведение предпроектного анализа: оценка потенциальных потребителей, технология Quad, SWOT-анализ.
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей, задач, результатов и требований к результатам проекта.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости выполнения работ, расчет бюджета научно - технического исследования.
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Технология Quad
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка сравнительной эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов Олег Николаевич	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Пономарев Алексей Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ41	Пономарев Алексей Алексеевич

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.01 «Техносферная безопасность»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (инженерно-лабораторный комплекс на территории ОАО «Полигон») на предмет возникновения:
- вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шум, микроклимат);
- опасных проявлений факторов производственной среды (электрической природы).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
- микроклимат;
- шум;
- освещение.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
- электробезопасность.
3. Охрана окружающей среды:
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:
- перечень возможных ЧС на объекте;
- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;
- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Перечень графического материала:

1. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Дата выдачи задания по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ЭБЖ	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Пономарев Алексей Алексеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 182 с., 18 рис., 18 табл.,
20 источников, 12 прил.

Объектом исследования является Томский полигон токсичных промышленных отходов ОАО «Полигон».

Цель работы - разработка методологии управления рисками при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов.

В процессе исследования проводились аналитический обзор информации, знакомство с нормативно-правовой базой, выявление возможных рисков на полигоне токсичных промышленных отходов.

В результате исследования рассмотрены виды, функции и технологии полигона токсичных отходов, произведен анализ опасности полигонов токсичных отходов.

Степень внедрения: отсутствие затрат на разработку проекта, высокая перспективность работы позволит в полном объеме реализовать данную выпускную квалификационную работу в необходимой сфере деятельности.

Область применения: ГУ МЧС России по Томской области, Томский полигон токсичных отходов ОАО «Полигон».

В будущем планируется проведение лабораторных исследований, расчетов по оценке рисков полигона токсичных промышленных отходов, разработка нового метода управления риском при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов.

ЛВЖ- Легковоспламеняющаяся жидкость

ЭИ - электроимпульсная

ПДК – предельно допустимая концентрация

НТИ - научно-технические исследования

ОАО - Открытое акционерное общество

АЗС – автозаправочная станция

НИИ – научно-исследовательский институт

ТБО – твердо бытовые отходы

ПДВ – предельно допустимый выброс

ООН – организация объединенных наций

УВ – ударная волна

УФ – ультрафиолетовое

М-метр

Л-литр

МГ – миллиграмм

Мм-миллиметр

См-сантиметр

Км-километр

С-секунда

ЛЭП – линия электропередачи

ГЭС – гидроэлектростанция

МЧС - Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

НТИ – научно-техническое исследование

КЕО - коэффициента естественной освещенности

ТПУ – Томский политехнический университет

ЭМП – электромагнитное поле

ВДТ – видеодисплейные терминалы

ПЭВМ - персональная электронно-вычислительная машина

ЭЛТ – электронно-лучевая трубка

СИЗ – средства индивидуальной защиты

ТГМЦ – Томский Гидрометеорологический центр

ГУ – главное управление

МЛН - миллион

ХПК – химическое потребление кислорода

Нормативные ссылки

СНиП 2.01.28-85. «Строительные нормы и правила. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию».

ГОСТ 12.1.005-76. «Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».

СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

Пособие к СНиП 2.01.28-85 «Пособие по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов».

ГОСТ 12.1.007—76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

СН 369-74 «Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».

СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».

СанПиН 1746-77 «Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения не утилизируемых промышленных отходов».

ГОСТ 12.0.003-74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

СанПиН 2.2.4.548-96. «Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

СНиП II-12-77. «Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Защита от шума».

ГОСТ 12.1.003-83.«Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03.«Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

СНиП 23-05-95. «Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение».

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.«Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

ГОСТ 12.1.010.«Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования».

НПБ 105-03. «Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

СНиП 21-01-97.«Строительные нормы и правила. Пожарная безопасность зданий и сооружений».

ГОСТ 12.1.038-82.«Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».

ГОСТ 12.1.019-79. (с изм. №1).«Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Оглавление

Введение	19
1.Обзор литературы	21
1.1.Технологическая схема работы полигона	21
1.1.2.Организация сбора не утилизируемых токсичных промышленных отходов на предприятиях-поставщиках.	21
1.1.3.Организация транспортировки токсичных отходов на полигон	26
1.2.Полигоны токсичных отходов	30
1.2.1.Карты для захоронения отходов	32
1.2.2.Требования к контейнерам для хранения отходов 1 класса опасности	34
1.2.3.Механизация технологических процессов	46
1.3.Санитарно-защитные зоны полигонов и контроль за состоянием окружающей среды	47
1.3.1.Электроимпульсная технология обеззараживания природной и сточной воды	49
1.3.2.Область применения	50
1.3.3.Предупредительный и текущий надзор за полигонами	52
1.4.Постановка задач исследования	53
2.Анализ функционирования Томского полигона токсичных отходов	55
2.1.ОАО «Полигон» захоронение токсичных, промышленных отходов	55
2.2.Разработка аналитической модели раскрытия объекта хранения и развития аварийной ситуации	60
2.3.Обоснование количества контейнеров, находящихся на хранении в хранилище токсичных отходов ОАО «Полигон»	67
2.4.Краткое описание рассматриваемой чрезвычайной	71

ситуации и построение математической модели	
2.4.1.Истечение газа и пара	71
2.4.2.Построение математической модели для определения закономерности нарастания концентраций горючих паров и газов в производственном помещении	74
2.5.Мероприятия по организации мониторинга по периметру полигона и его приборное оформление	77
2.5.1.Мониторинг атмосферы и подстилающей поверхности на территории ОАО «Полигон»	81
2.5.2.Метод управления риском на полигоне токсичных отходов	82
3.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	83
3.1.Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	83
3.1.2.Потенциальные потребители результатов исследования	83
3.1.3.Технология Quad	84
3.1.4.SWOT- анализ	85
3.2.Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	87
3.3.Планирование научно-исследовательских работ	89
3.3.1.Структура работ в рамках научного исследования	89
3.3.2.Определение трудоемкости выполнения работ	90
3.4.Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	96
3.4.1.Расчет материальных затрат НТИ	96
3.4.2.Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	97
3.4.3.Основная заработная плата исполнителей темы	98

3.4.4.Дополнительная заработная плата исполнителей темы	102
3.4.5.Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	102
3.4.6.Расчет затрат на научные и производственные командировки	104
3.4.7.Контрагентные расходы	104
3.4.8.Накладные расходы	104
3.4.9.Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	105
3.5.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	106
4.Социальная ответственность	109
4.1. Профессиональная социальная безопасность	109
4.2. Экологическая безопасность	118
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	120
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	122
Заключение	126
Список публикаций студента	129
Список используемых источников	130
Приложение 1.Схема завода по обезвреживанию и утилизации токсичных промышленных отходов	132
Приложение 2.Перечень групп отходов и рекомендуемых методов их переработки	134
Приложение 3.Схема карт для захоронения отходов	137
Приложение 4.Принципиальная схема водопотребления и водоотведения полигона по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов	139

Приложение 5.Схема водопотребления, водоотведения и повторного использования сточных вод полигона по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов	140
Приложение 6.Схема агрегата термического обезвреживания токсичных промышленных отходов (фирма «МАН» - ФРГ)	142
Приложение 7.Рекомендуемый режим контроля химического состава дождевых и грунтовых вод	144
Приложение 8.Снимок со спутника – расположение ОАО «Полигон»	145
Приложение 9.Роза ветров (по данным ТГМЦ)	147
Приложение 10.Социологический опрос по дереву событий	148
Приложение 11.SWOT- анализ	151
Приложение 12. Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	156

Введение

В современном мире увеличилось количество бытовых, промышленных и токсичных отходов. Это связано с ростом инфраструктуры городов, увеличением населения и новых технологий. С увеличением объемов и разнообразием токсичных отходов возрастает нагрузка на полигоны токсичных отходов, в результате их не успевают вовремя перерабатывать и утилизировать.

В связи с этим возрастает угроза загрязнения окружающей среды, роста количества онкологических заболеваний среди населения, возникновения чрезвычайных ситуаций.

В настоящее время отмечается весьма плачевное состояние дел в сфере защищенности населения и окружающей среды на территории Томской области от воздействия опасных химических факторов и отсутствием каких-либо идентифицирующих данных о величинах возникающих рисков.

Данная проблема связана с необходимостью выявления, идентификации и последующего упреждения и минимизации угроз, исходящих от полигонов токсичных отходов. Опасность возникновения на полигонах аварийной ситуации связана не только с возможностью выхода значений параметров на запредельные значения, но и существенного увеличения объема обращения с токсичными отходами, расширения их морфологического состава. Решение этой проблемы является актуальной и для Томского полигона токсичных отходов, на котором, в силу исключительности в Сибирском федеральном округе, с ближайших регионов утилизируют все токсичные отходы.

Токсичные отходы по своим химическим и физическим свойствам не могут быть в полном объеме утилизированы с точки зрения безопасности окружающей среды. Для решения этой проблемы возникла необходимость создания региональных полигонов по обезвреживанию и захоронению не утилизируемых токсичных отходов.

Томский полигон токсичных отходов за свое недолгое существование утилизировал уже свыше 22 тысяч тонн высокотоксичных отходов.

Руководители полигона вкладывают большие средства в развитие производства: новые технологии по переработке, улучшающие качество переработки и производительность, строительство новых сооружений.

Администрация области оказывает руководству полигона финансовую поддержку, создает необходимые условия для реализации проекта с целью сохранения окружающей среды и здоровья населения.

В настоящее время не все производственные сооружения полигона введены в эксплуатацию. После проведения ряда пуско-наладочных работ приточно-вытяжной вентиляции, светильников дневного света и получения разрешения контролирующих органов на соответствие требований СанПин, данные сооружения вводятся в эксплуатацию.

Полигон токсичных отходов представляет серьезную биологическую и экологическую угрозу для окружающей среды и для населения города Томска.

Выполнение выпускной квалификационной работы предусматривает изучение нормативных документов, ознакомление с ландшафтом местности, где расположен полигон токсичных отходов, технологией производства.

Результатом исследования должна быть схема предполагаемых рисков сооружений полигона токсичных отходов, создание метода по их предотвращению и устойчивому функционированию предприятия.

Выпускная квалификационная работа позволяет проанализировать технологический процесс обезвреживания и утилизации токсичных отходов, выявить риски технологических процессов и предупредить возникновение чрезвычайных ситуаций.

1.Обзор литературы

1.1.Технологическая схема работы полигона

Технологическая схема работы полигона предусматривает следующие основные мероприятия, которые позволяют регулярно и организованно, с соблюдением мер безопасности, удалять не утилизируемые токсичные промышленные отходы предприятий и организаций, обезвреживать их и надежно захоранивать, обеспечивая защиту окружающей среды:

- организацию сбора не утилизируемых токсичных промышленных отходов на предприятиях-поставщиках;
- организацию транспортировки токсичных отходов на полигон;
- организацию приема, обезвреживания и захоронения токсичных отходов на полигоне[1].

1.1.2.Организация сбора не утилизируемых токсичных промышленных отходов на предприятиях-поставщиках.

Способ временного хранения отходов определяется их физическим состоянием и классом опасности веществ – компонентов отходов. При наличии в составе отходов веществ различного класса опасности их следует относить к токсичным на основе нормативного материала «Предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах, обуславливающее отнесение этих отходов к категории по токсичности» № 3170-84.

Временное хранение отходов осуществляется, как правило, в стационарных складах. При этом обеспечиваются требования ГОСТ 12.1.005-76 к воздуху рабочей зоны в части ПДК вредных веществ и микроклимата помещений[2].

Временное хранение отходов на специальной площадке под навесом допускается при соблюдении следующих условий:

- 1)наличие вредных веществ в воздухе промышленной площадки на высоте до 2,0 м от поверхности земли не превышает 30 % ПДК для рабочей зоны;

2)наличие вредных веществ в подземных и поверхностных водах и в почве на территории предприятия не превышает ПДК этих веществ и соответствует требованиям государственных стандартов системы «Охрана природы» для окружающей среды и правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами;

3)площадка для временного хранения отходов находится в подветренной зоне территории и покрыта неразрушаемым и непроницаемым для токсичных веществ материалом (керамзитобетоном, полимербетоном, плиткой) с автономными ливнепроводами и уклонами в сторону очистных сооружений. При этом попадание поверхностного стока с площадок в общий ливнепровод исключается путем обваловки и других мероприятий. Для указанного поверхностного стока необходимы специальные очистные сооружения, обеспечивающие улавливание токсичных веществ, очистку и обезвреживание этого стока;

4)соблюдена эффективная защита от воздействия атмосферных осадков на отходы.

Хранение токсичных отходов в открытом виде (навалом, насыпью) или в негерметичной открытой таре, как на складе, так и на специальной площадке не допускается.

Твердые и пастообразные негорючие токсичные отходы I класса опасности и растворимые отходы II класса опасности отдельными партиями в небольших количествах собираются в специальные металлические контейнеры с толщиной стенок 10 мм, проверенные на герметичность. Габариты контейнеров согласовываются с местными органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы и руководством полигона по обезвреживанию и захоронению отходов.

Твердые горючие токсичные отходы концентрируются в специальные герметичные контейнеры, размеры и конструкции которых также

согласовываются с органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы и руководством полигона.

Жидкие горючие, жидкие хлорорганические и пастообразные горючие отходы, а также сточные воды, содержащие органические и минеральные загрязнения, собираются в специальные герметические емкости отдельно.

Пастообразные быстро застывающие органические горючие отходы, а также другие жидкие горючие отходы в небольшом количестве собирают и хранят в барабанах, бочках и другой металлической таре при условии вместимости тары не более 200 л.

В местах расположения отходов предусматриваются мероприятия по механизации погрузки отходов в специализированный автотранспорт полигона.

Для откачки жидких и пастообразных отходов из емкостей в специализированные автоцистерны предусмотрена установка насосов или других мероприятий (передавливание, вакуум-система и т.п.).

На каждом предприятии приказом руководителя назначается лицо, ответственное за сбор, хранение и отгрузку отходов на полигон.

Контроль за состоянием окружающей среды на участках временного хранения отходов осуществляется лабораториями, которые располагаются на промышленных предприятиях, а так же службой контроля и санитарно-эпидемиологической службой, органами водного надзора в части охраны вод в соответствии с Методическими указаниями по определению низких концентраций вредных веществ в различных средах. Периодичность контроля, точки замеров и перечень определяемых вредных веществ согласовываются с местными органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы.

Промышленные предприятия (объекты) – поставщики отходов разрабатывают:

- 1) руководство по сбору, хранению (в соответствии с физическим состоянием и классом опасности) и отгрузке (транспортировке) отходов, исключаящих их распыление, россыпь, пролив, самовозгорание, взрыв;

2)руководство по технике безопасности, противопожарной профилактике и производственной санитарии для персонала, занятого сбором, хранением, отгрузкой (транспортировкой) и сдачей токсичных отходов на полигон.

Указанные методики согласовываются с администрацией полигона и местными учреждениями санитарно-эпидемиологической службы[3].

При разработке проекта полигона предусматриваются следующие сооружения:

- а) завод по обезвреживанию токсичных промышленных отходов.
- б) участок захоронения токсичных промышленных отходов (Рисунок 1,Рисунок 2).
- с) гараж специализированного автотранспорта, предназначенного для перевозки токсичных промышленных отходов.

Схема завода по обезвреживанию и утилизации токсичных промышленных отходов представлена в приложении 1.

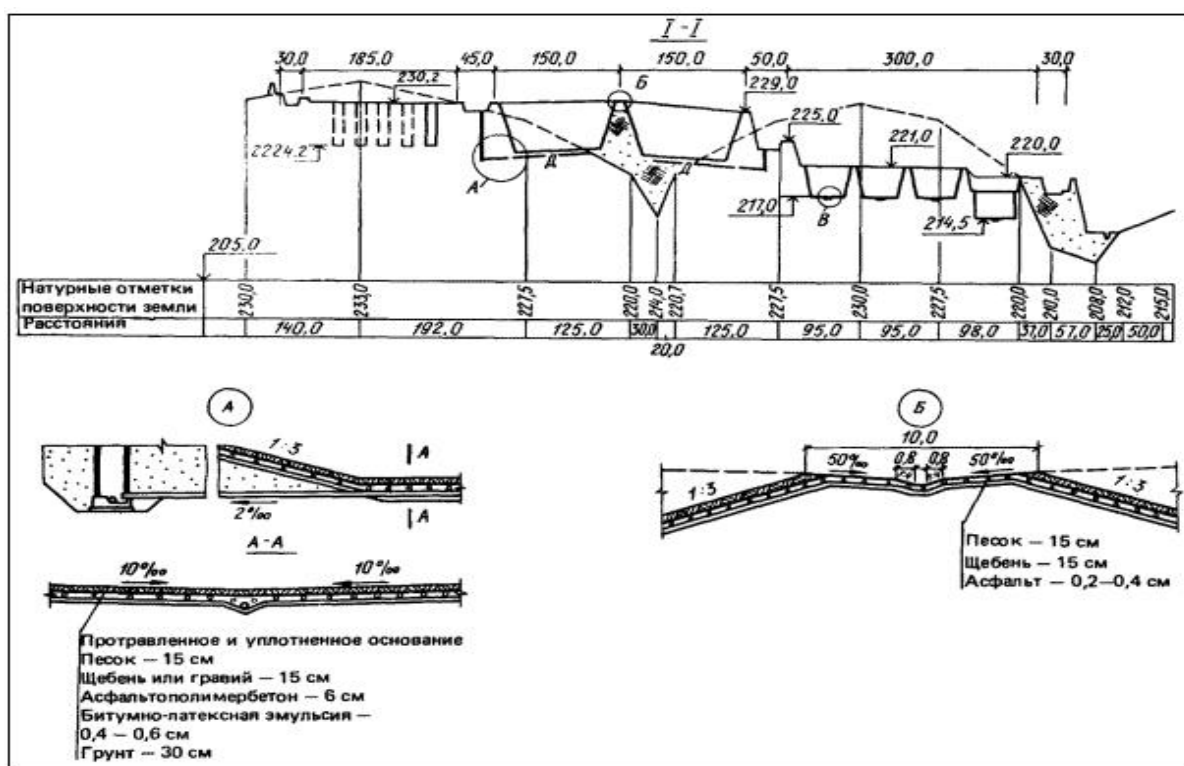


Рисунок 1 - Участок захоронения не утилизируемых промышленных отходов.

Разрез I - I. Узлы А,Б

1.Завод по обезвреживанию токсичных промышленных отходов предназначен для сжигания и физико-химической переработки отходов с целью их обезвреживания или понижения токсичности (класса опасности), перевода их в нерастворимые формы, обезвоживания и сокращения объема отходов, подлежащих захоронению.

2-я очередь строительства: 130 - физико-химическое обезвреживание отходов гальванических производств; 131 - физико-химическое обезвреживание химических отходов; 132 - склад хранения растворов; 133 - обезвреживание ртутных и люминесцентных ламп; 134 - обезвреживание испорченных немаркированных баллонов; 135 - погребок хранения материалов; 136 - блиндаж; 137 - спецпрачечная; 138 - открытый склад хранения изолирующих материалов для карт

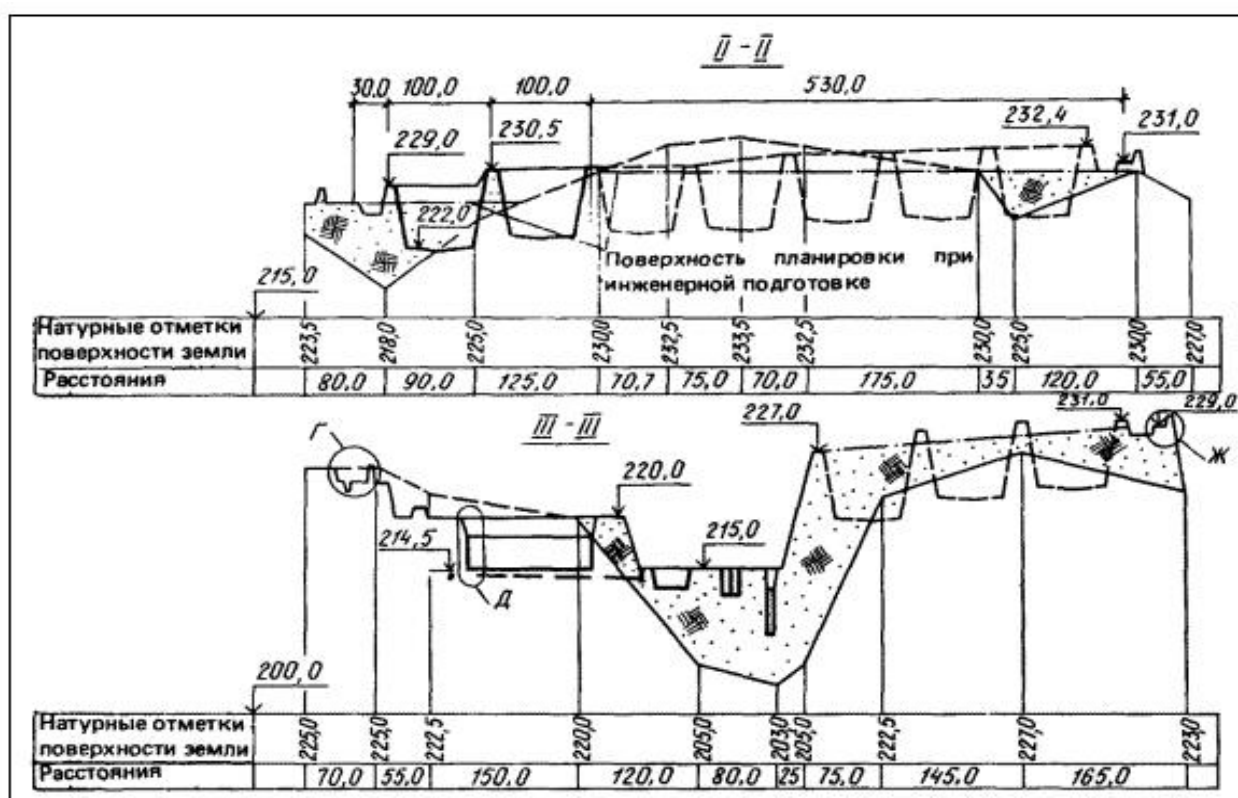


Рисунок 2 - Участок захоронения не утилизируемых промышленных отходов.

Разрезы II - II , III – III

1 - нагорная канава чистой воды; 2 - битумные маты - 10 мм; 3 - дрена Д-150; 4 - ливнеотводной лоток.

2. Участок захоронения токсичных промышленных отходов представляет собой территорию, предназначенную для размещения специально оборудованных карт (котлованов), в которые складироваются токсичные твердые отходы различных классов опасности, а также вспомогательных зданий и сооружений (Рисунок 3).

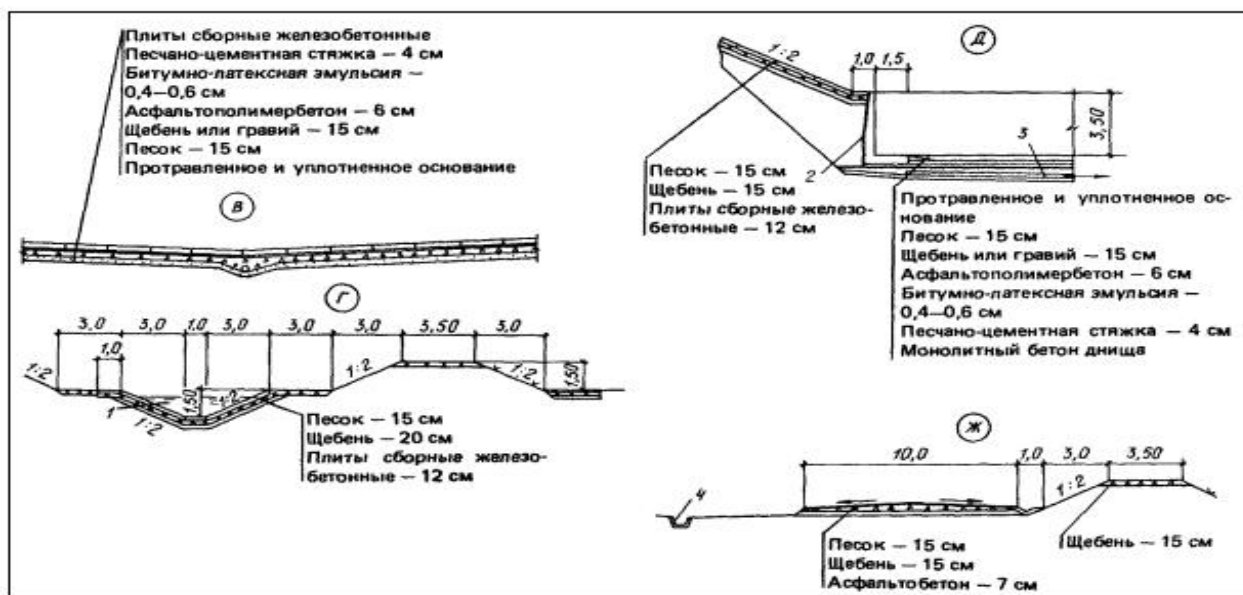


Рисунок 3 - Участок захоронения не утилизируемых промышленных отходов.

Узлы В, Г, Д, Ж

Разновидность полигонов токсичных отходов зависят от вида поступающих токсичных отходов, которые отличаются друг от друга по своим физико-химическим свойствам и методам переработки. В результате этого применяется тот или иной метод обезвреживания и захоронения.

Перечень групп отходов и рекомендуемых методов их переработки представлен в приложении 2.

1.1.3. Организация транспортировки токсичных отходов на полигон

Перевозка токсичных промышленных отходов на полигон, как правило, осуществляется специализированным автотранспортом полигона. Допускается транспортировка жидких горючих органических отходов III и IV класса опасности автотранспортом предприятий-поставщиков при условии

согласования с органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы и полигоном.

Весь автотранспорт, который предназначен для транспортировки токсичных промышленных отходов, переоборудовывается с целью:

- 1) обеспечения механизации погрузки и выгрузки отходов;
- 2) исключения возможности потери отходов и загрязнения окружающей среды при погрузке, транспортировке и выгрузке;
- 3) обеспечения удобства и безопасности обслуживания.

Специализированная техника для перевозки жидких и пастообразных органических отходов оборудуется выпускной трубой со съемным искрогасителем, располагаемой с правой стороны перед радиатором. Если расположение двигателя не позволяет произвести такое переоборудование, то допустимо выводить выпускную трубу в правую сторону вне зоны кузова или цистерны и топливной коммуникации.

Топливный бак указанных автомобилей оборудуется металлическими щитками со стороны передней и задней стенок, а со стороны днища устанавливается металлическая сетка с размером ячейки 10×10 мм. Расстояние от топливного бака до щитков и сетки не менее 20 мм.

Электрооборудование автомобилей для перевозки жидких и пастообразных органических отходов удовлетворяет следующим требованиям:

- 1) номинальное напряжение не превышает 24 В;
- 2) электрические цепи защищены от повышенных токов предохранителями;
- 3) электрические цепи размыкаются выключателем, приводимым в действие из кабины водителя;
- 4) электрические лампы, находящиеся внутри кузова автомобиля, закрыты прочной сеткой или решеткой. Автомобили оборудуются устройством для отвода статического электричества.

Кузова специализированных автомобилей для перевозки твердых отходов, закрытые, прочные, не имеют щелей и отделены от кабины водителя промежутком не менее 150 мм.

В случае применения ткани в качестве покрытия открытых кузовов автомобилей, предназначенных для перевозки твердых отходов, используется трудновоспламеняющийся, непромокаемый, хорошо натянутый материал, который перекрывает борта кузова не менее чем на 200 мм.

В специализированных автомобилях, предназначенных для перевозки замерзающих (затвердевающих) отходов, предусматривается обогрев отходов отходящими газами.

Каждый автомобиль, предназначенный для перевозки токсичных промышленных отходов, кроме дополнительного оборудования, указанного в Правилах дорожного движения, комплектуется:

- 1) набором инструмента для мелкого ремонта;
- 2) огнетушителем (порошковым или углекислотным) вместимостью не менее 5 л;
- 3) не менее чем одним противооткатным упором;
- 4) средствами индивидуальной защиты водителя;
- 5) двумя знаками «Въезд запрещен».

Специализированный транспорт для перевозки токсичных промышленных отходов оборудован проблесковым маяком оранжевого цвета и обозначен информационными таблицами системы информации об опасности.

Информационные таблицы на автомобиле располагаются: спереди - на правой стороне бампера, сзади - на стенке кузова или цистерны. Таблицы не выступают за габариты автомобиля и закрывают номерные знаки и внешние световые приборы.

Ответственным человеком за перевозку токсичных промышленных отходов является водитель специализированного автотранспорта. Выбирает маршрут перевозки токсичных промышленных отходов и согласовывает его с

Госавтоинспекцией администрация полигона после получения от предприятий-поставщиков подробной технической характеристики отходов.

При выборе маршрута перевозки руководствуются следующим:

1) маршрут перевозки по возможности проходят через населенные пункты и вблизи промышленных объектов, зон отдыха, природных заповедников и архитектурных памятников;

2) в случае перевозки отходов внутри крупных населенных пунктов, маршрут перевозки по возможности проходит вблизи зрелищных, культурно-просветительных, учебных, дошкольных и лечебных учреждений.

Специализированный автотранспорт, осуществляющий перевозку отходов, по возможности обеспечивается топливом на весь путь следования без дозаправки на автозаправочных станциях (АЗС) общего пользования.

В случае необходимости заправку производят на расстоянии не менее 25 м от территории АЗС общего пользования, топливом, полученным на АЗС в металлические канистры.

При остановке или стоянке специализированного автотранспорта, осуществляющего перевозку отходов, обязательно включается стояночный тормоз, а на уклоне дополнительно установлен противооткатный упор.

К управлению специализированным автотранспортом, осуществляющим перевозку токсичных промышленных отходов, допускаются водители, имеющие стаж непрерывной работы не менее трех лет, удостоверение на право управления транспортными средствами соответствующей категории и прошедшие обучение или инструктаж и медицинский контроль.

В случаях, когда при перевозке отходов водитель вынужден управлять автомобилем более 12 ч, в рейс направляются два водителя.

Водитель, осуществляющий перевозку отходов, кроме документов, перечисленных в Правилах дорожного движения, обязан при себе иметь:

1) маршрут перевозки;

2)свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке опасного груза;

3)свидетельство о допуске водителя к перевозке опасного груза;

4)аварийную карточку системы информации об опасности.

В левом верхнем углу путевого листа красным цветом производится отметка «Опасный груз»[4].

1.2.Полигоны токсичных отходов

Полигон делится на карты для размещения отходов различного состава и происхождения (Рисунок 4):

1. участок захоронения жидких отходов органического состава.
2. участок захоронения отходов 1 класса опасности.
3. участок захоронения отходов неорганического состава.

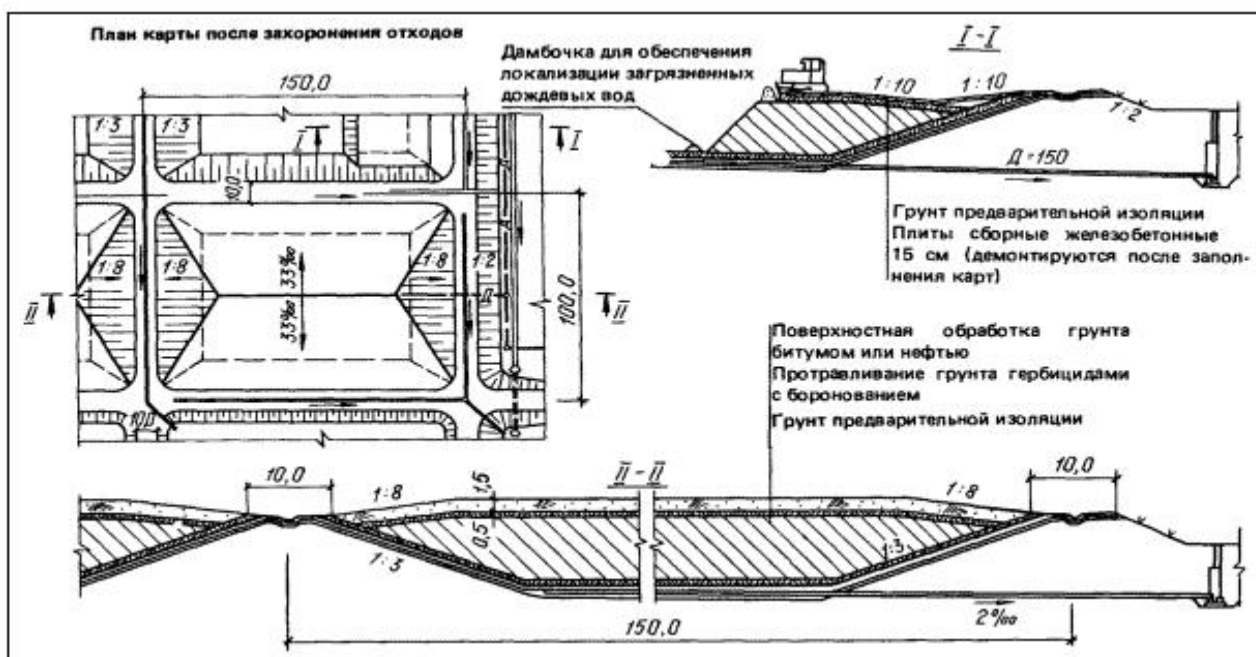


Рисунок 4 - Карты для захоронения отходов

Все промышленные отходы делятся на четыре класса опасности:

первый класс — вещества (отходы) чрезвычайно опасные;

второй класс — вещества (отходы) высокоопасные;

третий класс — вещества (отходы) умеренно опасные;

четвертый класс — вещества (отходы) малоопасные[5].

Технологические производственные лаборатории, ведомственные НИИ и ведомственные лаборатории по охране окружающей среды обязаны определять химический состав отходов по цехам и устанавливать класс их опасности.

1) Наличие в отходах ртути, сулемы, хромовокислого, цианистого калия, сурьмы треххлористой, бензапирена, окиси мышьяка и других высокотоксичных веществ позволяет отнести их к первому классу опасности. Собирать их в тару следует с большой осторожностью, соблюдая правила безопасности.

2) Наличие в отходах хлористой меди, хлористого никеля, трехокисной сурьмы, азотнокислого свинца и других менее токсичных веществ дает основание отнести отходы ко второму классу опасности. Собирать их в тару следует с большой осторожностью, соблюдая правила безопасности.

3) Наличие в отходах сернокислой меди, щавелевокислой меди, никеля хлористого, окиси свинца, четыреххлористого углерода и других позволяет отнести их к третьему классу опасности. Собирать их следует в тару с соблюдением мер предосторожности и правил безопасности.

4) Наличие в отходах марганца сернокислого, фосфатов (P_5O_5), цинка сернокислого, хлористого цинка дает основание отнести эти отходы к четвертому классу опасности. Собирать их на промплощадке следует при соблюдении мер индивидуальной защиты.

Промышленные отходы формируются по ходу технологического процесса по цехам и сосредотачиваются на промышленной площадке каждого цеха, где собираются и помещаются в тару:

первый класс опасности помещается в стальные баллоны, проверенные двукратно на герметичность (по мере уплотнения и наполнения закрываются стальной крышкой и завариваются электрогазосваркой);

второй класс опасности отходов помещается в полиэтиленовые мешки;

третий класс — в бумажные мешки;

четвертый класс собирается на промышленной площадке в виде конусообразной кучки, откуда автопогрузчиком перегружается в герметичный самосвальный автотранспорт и доставляется на полигон захоронения. Во избежание пыления сверху отходы плотно закрываются полиэтиленовой пленкой.

1.2.1.Карты для захоронения отходов

1. Отходы размещаются в котлованах, вымощенных железобетонными плитами. При приеме отходов на полигоне проводится их анализ, а содержание веществ, запрещенных к размещению на полигоне. В случае обнаружения таких веществ поставщику отходов отказывается в приеме и составляется акт об этом.

Схема карт для захоронения отходов представлена в приложении 3.

Прием отходов на соответствующей карте осуществляет аппаратчик.

Твердые отходы выгружаются на площадку и бульдозером сталкиваются в котлован.

Жидкие отходы сливаются через шланг в котлован.

2. Отходы 1 класса опасности временно складировются в контейнерах на асфальтобетонной площадке с навесом от атмосферных осадков, огороженной по периметру сеткой-рабицей. После заполнения площадки временного складирования контейнеры с отходами 1 класса опасности захораниваются в котлованах, вырытых в толще кембрийских глин. Контейнеры выставляются в ряд (не более 2-х рядов в высоту) на расстоянии 30 см. друг от друга и изолируются глиной. Все работы производятся одновременно в течении 1-2 дней.

3. Отходы размещаются в котлованах. При приеме отходов на полигоне проводится их анализ на содержание веществ, запрещенных к размещению на полигоне, и на определение pH. В случае обнаружения таких веществ поставщику отходов отказывается в приеме и составляется акт об этом. Место

выгрузки отходов определяется величиной рН отходов. Прием отходов на соответствующей карте осуществляет аппаратчик и ответственным за прием отходов лицом.

Жидкие промышленные отходы неорганического состава обезвреживаются методом химической нейтрализации.

Особо токсичные отходы захоранивают в бункерах (Рисунок 5).

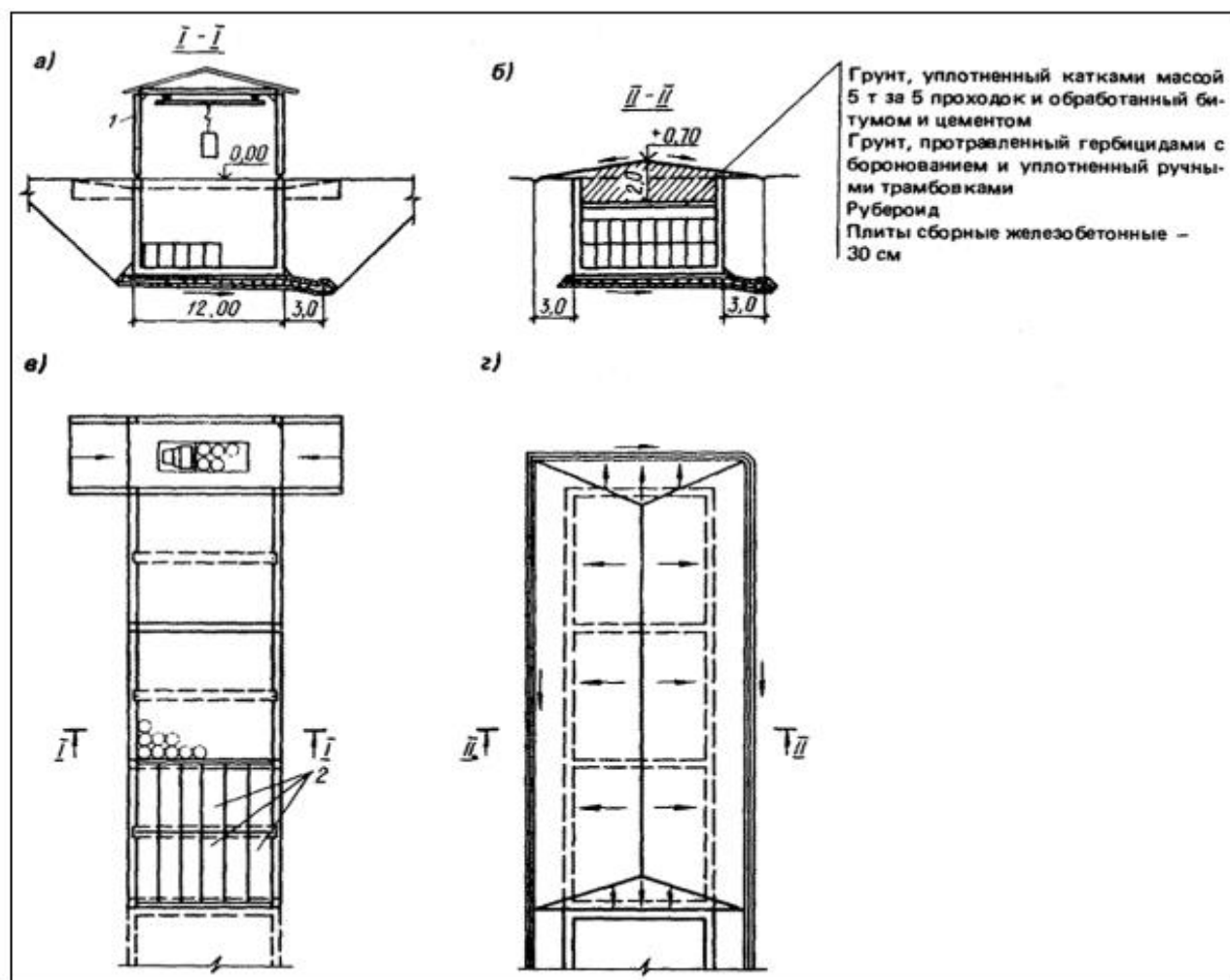


Рисунок 5 - Бункер для захоронения особо токсичных отходов

а - бункер при закладке отходов; б - бункер после захоронения отходов; в - план на отм. 0,00; г - план на отм. +0,70; 1 - сборно-разборное металлическое ограждение; 2 - сборные железобетонные плиты перекрытия.

1.2.2.Требования к контейнерам для хранения отходов 1 класса опасности:

- 1)контейнер для хранения отходов изготавливается из стали;
- 2)толщина стенок не менее 10 мм;
- 3)все свободное от отходов пространство в контейнере заливается бетоном и приваривается металлическая крышка;
- 4) герметичность;
- 5)снаружи контейнер покрывается слоем битума;
- 6)на контейнере пишется наименование отхода, его вес.

Планировочные и конструктивные требования к полигону по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов.

Плотность застройки завода по обезвреживанию токсичных промышленных отходов принимается не менее 30%.

Выбор участка для размещения объектов осуществляется на основании функционального зонирования территории и градостроительных решений.

Объекты размещаются за пределами жилой зоны и на обособленных территориях с обеспечением нормативных санитарно-защитных зон в соответствии с требованиями санитарно-эпидемиологических правил и нормативов.

Размещение объекта складирования не допускается:

- 1)на территории I, II и III поясов зон санитарной охраны водоемисточников и минеральных источников;
- 2)во всех поясах зоны санитарной охраны курортов;
- 3)в зонах массового загородного отдыха населения и на территории лечебно-оздоровительных учреждений;
- 4)рекреационных зонах;
- 5)в местах выклинивания водоносных горизонтов;
- 6)в границах установленных водоохраных зон открытых водоемов.

Объекты складирования отходов производства и потребления предназначены для длительного их хранения при условии обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности населения на весь период их эксплуатации и после закрытия.

Выбор участка для размещения объекта осуществляется на альтернативной основе в соответствии с предпроектными проработками.

Участок для размещения полигона токсичных отходов располагается на территориях с уровнем залегания подземных вод на глубине более 20 метров с коэффициентом фильтрации подстилающих пород не более 10^{-6} см/с; на расстоянии не менее 2 метров от земель сельскохозяйственного назначения, используемых для выращивания технических культур, не используемых для производства продуктов питания.

Не допускается размещение полигонов на заболачиваемых и подтопляемых территориях.

Размер участка определяется производительностью, видом и классом опасности отходов, технологией переработки, расчетным сроком эксплуатации на 20-25 лет и последующей возможностью использования отходов.

Функциональное зонирование участков объектов зависит от назначения и вместимости объекта, степени переработки отходов и включает не менее двух зон (административно-хозяйственную и производственную).

На территории объектов допускается размещать автономную котельную, специальные установки для сжигания отходов, сооружения мойки, пропарки и обеззараживания машинных механизмов.

Размещение отходов на территории объекта осуществляется различными способами: террасами, терриконами, грядами, в котлованах, в траншеях, в цистернах, в емкостях, накопителях, на картах, на платформах.

Хранение и захоронение отходов на объекте осуществляется с учетом классов опасности, агрегатного состояния, водорастворимости, класса опасности 1,6; сти веществ и их компонентов.

Захоронение отходов I класса опасности, содержащих водорастворимые вещества, производят в котлованах в контейнерной упаковке, в стальных баллонах с двойным контролем на герметичность до и после их заполнения, помещаемых в бетонный короб. Заполненные отходами котлованы изолируются слоем грунта и покрываются водонепроницаемым покрытием.

При захоронении отходов, содержащих слабо-растворимые вещества I класса опасности, предусматриваются дополнительные меры по гидроизоляции стен и дна котлованов с обеспечением коэффициента фильтрации не более 10^{-3} см/с.

Твердые пастообразные отходы, содержащие растворимые вещества II-III класса опасности, подлежат захоронению в котлованах с гидроизоляцией дна и боковых стенок.

Захоронение твердых и пылевидных отходов, содержащих отходы II-III класса опасности, нерастворимые в воде, осуществляют в котлованах с уплотнением грунтом с коэффициентом фильтрации не более 10^{-6} см/с.

Твердые отходы IV класса опасности складировются на специальной карте с послойным уплотнением. Эти отходы в соответствии с санитарно-эпидемиологическим заключением используются в качестве изолирующего материала.

Отходы производства и потребления III - IV класса опасности складировются вместе с ТБО в соотношении не более 30 % от массы ТБО при содержании в их водной вытяжке химических веществ, комплексное воздействие которых по уровню потребления кислорода (БПК₂₀ и ХПК) не превышает 4000-5000 мг/л, что соответствует фильтрату ТБО.

Без ограничения в количестве на полигоны принимаются и используются в качестве изолирующего промежуточного слоя промышленные отходы IV класса опасности, имеющие однородную структуру с размером фракций менее 250 мм при условии сохранения в фильтрате уровня

биохимического потребления кислорода (БПК₂₀) на уровне 100-500 мг/л, ХПК - не более 300 мг/л.

Промышленные отходы, допускаемые для совместного складирования с ТБО, отвечают следующим технологическим требованиям - невзрывоопасны, не самовозгораемы и с влажностью не более 85%.

Объекты обеспечены централизованными сетями водоснабжения и канализации, допускается использование привозной воды для хозяйственно-питьевых целей в соответствии с санитарно-эпидемиологическим заключением. Для очистки поверхностного стока и дренажных вод предусматриваются локальные очистные сооружения.

Для перехвата поверхностного стока в зоне складирования полигона предусматривается система нагорных канав и дождевая канализация, а для отвода фильтрата - дренажная система.

В проекте полигона по всему периметру зоны захоронения предусматривается кольцевой канал и кольцевой вал высотой не менее 2 м.

Не допускается попадание ливневых и талых вод с участков карт полигона, на которых захоронены токсичные отходы, на любую территорию, особенно используемую для хозяйственных целей. Сбор этих вод осуществляется на специальные карты - испарители внутри полигона.

Для предотвращения попадания загрязнений в водоносный горизонт, грунты предусматривается гидроизоляция дна и стен ложа уплотненными глинистыми, грунтобитумно-бетонными, асфальтобетонными, асфальтополимербетонными и другими материалами, имеющими санитарно-эпидемиологическое заключение.

Участок захоронения отходов по периметру имеет ограждение из колючей проволоки высотой 2,4 м с устройством автоматической охранной сигнализации.

На участке захоронения токсичных промышленных отходов по его периметру, начиная от ограждения, последовательно размещаются:

- 1) кольцевой канал;
- 2) кольцевое обвалование высотой 1,5 м и шириной поверху 3 м;
- 3) кольцевая автодорога с усовершенствованным капитальным покрытием и въездами на карты;
- 4) ливнеотводные лотки вдоль дороги или кюветы с облицовкой бетонными плитами.

Внешний кольцевой канал рассчитывается на расход 1 % обеспеченности паводка с прилегающей водосборной площади. Отвод воды предусматривается в ближайший водоток.

При необходимости отвода от площадки полигона русла водостока расчетный расход воды обводного канала принимают с 0,1%-ной обеспеченностью.

При разработке проекта полигона в соответствии с требованиями СНиП 2.01.28-85 предусматривается разделение участка захоронения токсичных промышленных отходов на производственную и вспомогательную зоны. Расстояние между зданиями и сооружениями зон должно быть не менее 25 м.

В производственной зоне участка размещаются карты с учетом раздельного захоронения отходов различных классов опасности, контрольно-регулирующие пруды дождевых и дренажных вод, а при необходимости - и пруды-испарители.

Во вспомогательной зоне предусматривается размещение следующих сооружений:

- 1) административно-бытовые помещения, лаборатория;
- 2) площадка с навесом для стоянки спецмашин и механизмов;
- 3) мастерская для текущего ремонта спецмашин и механизмов;
- 4) склад топливно-смазочных материалов;
- 5) склад для хранения материалов, предназначенных для устройства водонепроницаемых покрытий при консервации карт;
- 6) котельная со складом топлива;

7)сооружение для чистки, мойки и обезвреживания спецмашин и контейнеров;

8)автомобильные весы;

9)контрольно-пропускной пункт.

При расположении завода по обезвреживанию токсичных промышленных отходов и участка захоронения отходов на одной площадке административно-бытовые помещения, лаборатории, площадка с навесом для стоянки спецмашин и механизмов, автовесы, сооружения для чистки, мойки и обезвреживания спецмашин и контейнеров, склад топливно-смазочных материалов, делаются общими.

Отвод внутренних дождевых и талых вод предусматривает в контрольно-регулирующие пруды, состоящие из двух секций. Вместимость каждой секции пруда рассчитывают на объем максимального суточного дождя повторяемостью раз в 10 лет. Осветленные воды после контроля направляют: чистые - на производственные нужды, при отсутствии потребителя - в кольцевой канал; загрязненные - в пруд-испаритель, при невозможности его устройства - на завод по обезвреживанию токсичных промышленных отходов.

Площадь пруда-испарителя определяется исходя из возможного загрязнения 10 % среднегодового расчетного стока дождевых и талых вод с территории участка захоронения.

При необходимости размещения участка захоронения отходов на территории с высоким стоянием уровня грунтовых вод (менее 2 м от дна карт с учетом ожидаемого повышении уровня при эксплуатации) с коэффициентом фильтрации грунта не менее 10^{-3} см/с предусматривают дренаж с отводом воды в контрольно-регулирующие пруды дренажных вод.

При водопитоке дренажных вод более $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ и наличии водоупора от поверхности земли на расстоянии до 25 м по контуру участка под кольцевым обвалованием предусматривают противофильтрационную завесу - глиняную диафрагму толщиной не менее 0,6 м с градиентом напора не более 15.

Допускается предусматривать головную диафрагму с трех сторон, когда необходимо изолировать зону питания, при этом может быть обеспечено снижение уровня грунтовых вод без дополнительного дренажа, что обосновывается гидрогеологическими расчетами.

При грунтах основания с коэффициентом фильтрации менее 10^{-3} см/с и переслаивающемся литологическом строении (суглинках, супесях, мелких песках), когда горизонтальный или вертикальный трубчатые дренажи неэффективны, под экранами у дна карт предусматривают пластовый дренаж с отводом воды из него в контрольно-регулирующие пруды дренажных вод.

В проектах контрольно-регулирующих прудов дождевых и талых вод предусматривается возможность переключения приема загрязненного стока в одну из секций.

Сооружения для чистки, мойки и обезвреживания спецмашин и контейнеров располагаются на выезде из производственной зоны полигона на расстоянии не менее 50 м от административно-бытовых зданий.

Подъездные пути и производственная зона участка захоронения отходов имеют искусственное освещение. Освещенность рабочих карт и подъездных путей принимают 5 лк.

При проектировании объектов полигона принимают вторую категорию надежности электроснабжения.

Объекты полигона имеют телефонную связь между собой и с предприятиями - поставщиками отходов.

Внеплощадочные водоснабжение и канализация объектов полигона решаются в соответствии с требованиями СНиП 2.01.28-85.

Гидротехнические сооружения в составе полигона относят ко II классу капитальности.

Принципиальная схема водопотребления и водоотведения полигона по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов представлена в приложении 4.

Схема водопотребления, водоотведения и повторного использования сточных вод полигона по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов представлена в приложении 5.

Приему на полигон подлежат только токсичные промышленные отходы I, II, III и, при необходимости, IV классов опасности, перечни которых в каждом конкретном случае согласовываются с органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической и коммунальной служб, заказчиком и разработчиком проекта полигона.

Твердые промышленные отходы IV класса опасности по согласованию с органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической и коммунальной служб вывозятся на полигоны складирования городских бытовых отходов и применяются в качестве изолирующего инертного материала в средней и верхних частях карт полигона. Прием твердых промышленных отходов IV класса опасности на участок захоронения токсичных промышленных отходов допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Жидкие токсичные промышленные отходы перед вывозом на полигон обезвреживаются на предприятиях. Допускается прием на полигон жидких токсичных отходов только от промышленных предприятий, на которых при соответствующем технико-экономическом обосновании нерационально их обезвреживание.

Переработку отходов, поступающих на полигон, осуществляют на заводе по обезвреживанию токсичных промышленных отходов.

Согласно требованиям СНиП 2.01.28-85, в составе завода по обезвреживанию токсичных промышленных отходов предусматривают:

1) административно-бытовые помещения, лабораторию, центральный диспетчерский щит управления и контроля за технологическими процессами, медпункт и столовую;

2) цех термического обезвреживания твердых и пастообразных горючих отходов;

3)цех термического обезвреживания сточных вод и жидких хлорорганических отходов;

4)цех физико-химического обезвреживания твердых и жидких негорючих отходов;

5)цех обезвреживания испорченных и немаркированных баллонов;

6)цех обезвреживания ртутных и люминесцентных ламп;

7)цех приготовления известкового молока;

8)склад легковоспламеняющихся и горючих жидкостей с насосной;

9)открытый склад под навесом для отходов в таре;

10)склад химикатов и реактивов;

11)склад огнеупорных изделий;

12)автомобильные весы;

13)спецпрачечную (при отсутствии возможности кооперирования);

14)механизированную мойку спецмашин, тары и контейнеров;

15)ремонтно-механический цех;

16)контрольно-пропускной пункт;

17)общезаводские объекты в соответствии с потребностями завода.

На основании требований СНиП 2.01.28-85,в цехе термического обезвреживания твердых и пастообразных горючих отходов предусматривают:

1)бункера для приема и промежуточного хранения твердых горючих отходов с мостовым грейферным краном;

2)печи для сжигания отходов;

3)котлы-утилизаторы для выработки водяного пара;

4)систему очистки дымовых газов от пыли;

5)систему физико-химической очистки дымовых газов (от хлористого и фтористого водорода, оксидов серы и других примесей);

6)систему удаления и складирования золы и шлака

Предусмотрено измельчение (перед сжиганием) крупных фракций твердых отходов, ограничиваемых размерами приемного штуцера дозирующего устройства печи.

Конструкция печей обеспечивает сжигание твердых, жидких и пастообразных (как правило, в таре) отходов. При разработке конструкций печей учитывают возможность в будущем полного изменения состава отходов.

Загрузочные устройства печей проектируют таким образом, чтобы различные отходы могли поступать в печь непрерывно и равномерно по количеству и тепловой нагрузке печи для достижения относительно равномерного сгорания отходов и количества получаемого пара в котле-утилизаторе.

Температура сжигания отходов в печи не ниже 1000°C , при наличии галогенсодержащих соединений - не ниже 1200°C (Рисунок 6).

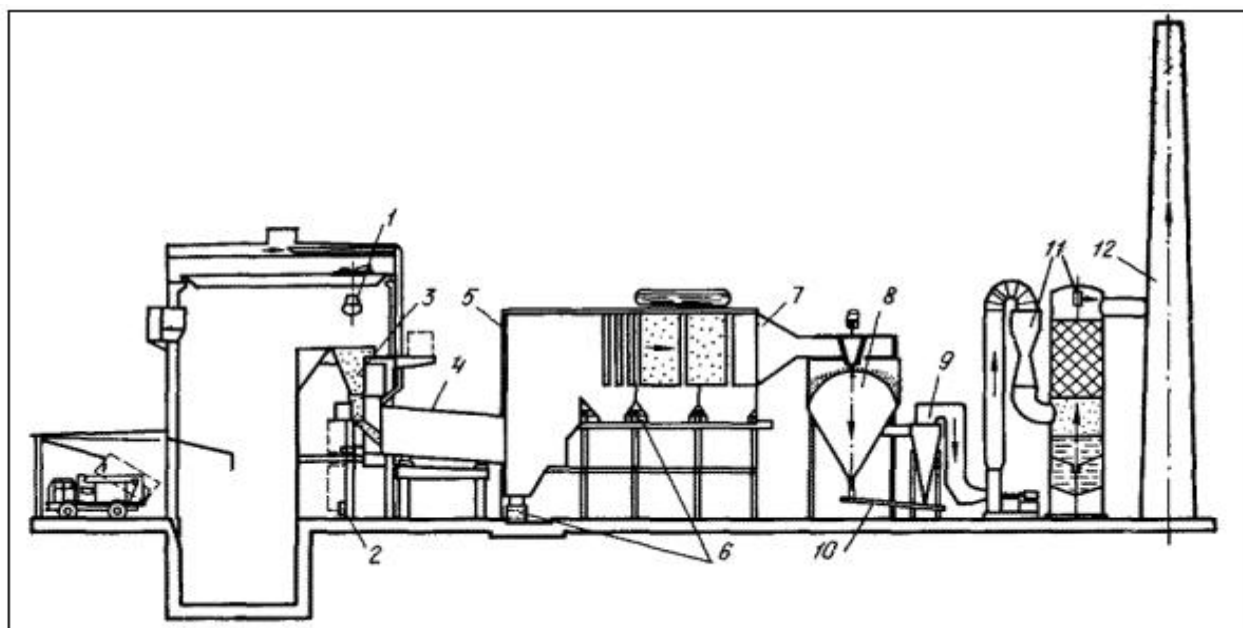


Рисунок 6 - Агрегат сжигания твердых, пастообразных и жидких токсичных промышленных отходов (фирма «Фон-Ролл» - Швейцария)

1 - грейферный кран; 2 - рольганг и лифт для загрузки бочек; 3 - загрузочное устройство для твердых отходов; 4 - печь с вращающимся барабаном; 5 - камера дожигания; 6 - шлакоудаление; 7 - котел-утилизатор; 8 -

реактор (сушилка); 9 - циклон; 10 - вывод сухих солей; 11 - скруббер Вентури; 12 - дымовая труба.

Галогенсодержащие отходы дозируют в печь в таких количествах, чтобы выбросы в атмосферу хлористого и фтористого водорода в каждом конкретном случае не превышали ПДВ с учетом фоновых загрязнений и содержание хлористого и фтористого водорода в дымовых газах не превышало 0,1% по объему.

После печи сжигания промышленных отходов предусматривают камеру дожигания, в которой при соответствующей дополнительной подаче топлива и воздуха при соответствующей высокой температуре и продолжительном (не менее 2,0 с) времени пребывания достигается полное окисление продуктов неполного сгорания.

Конструкцию камеры дожигания и расположение горелок на ней проектируют так, чтобы обеспечивалось полное перемешивание дымовых газов, поступающих из печи, с образующимися дымовыми газами в камере дожигания.

Температура дымовых газов на выходе из камеры дожигания не ниже 1000 °С, а при наличии галогенсодержащих соединений - от 1200 до 1450 °С

Визуальный контроль пламени в печи для сжигания промышленных отходов, как правило, предусматривают с помощью телевизионной камеры.

Котел-утилизатор, устанавливаемый за камерой дожигания, удовлетворяет следующим условиям СНиП 2.01.28-85:

- 1) температура дымовых газов на входе - до 1450 °С;
- 2) обеспечивается устойчивая, надежная работа котла при резких колебаниях тепловой нагрузки (до 30% в 1 мин);
- 3) температура стенок труб котла, соприкасающихся с дымовыми газами, находится в пределах 150-350 °С;

4) температура дымовых газов на входе в конвективные поверхности котла - не выше 600 °С (для исключения оседания расплавленной золы на поверхности и, следовательно, предотвращения коррозии);

5) температура дымовых газов на выходе из котла в пределах 250-300 °С;

6) конструкция котла обеспечивает доступ для осмотра поверхностей нагрева;

7) в конструкции котла предусматриваются устройства для чистки поверхностей нагрева.

При наличии в промышленных отходах, поступающих на сжигание, веществ, имеющих высокое давление паров при температуре от 150 до 300 °С (окисей мышьяка, селена, фосфора, а также хлоридов сурьмы, мышьяка, железа, свинца, кадмия, висмута и др.), предусматривают мокрую ступень очистки. Система мокрой очистки обеспечивает снижение содержания указанных загрязнений в дымовых газах, сбрасываемых в атмосферу, до значений ниже предельно допустимых выбросов.

В цехе термического обезвреживания сточных вод и жидких хлорорганических отходов предусматривают:

1) печи для термического обезвреживания сточных вод и жидких горючих отходов с системой очистки дымовых газов от уноса минеральных солей и системой вывода смеси минеральных солей в сухом виде;

2) печи для термического обезвреживания жидких хлорорганических отходов с системой утилизации хлористого водорода из дымовых газов с получением хлористого кальция или товарной соляной кислоты и системой санитарной очистки отходящих газов (Рисунок 7).

Схема агрегата термического обезвреживания токсичных промышленных отходов (фирма «МАН» - ФРГ) представлена в приложении 6.

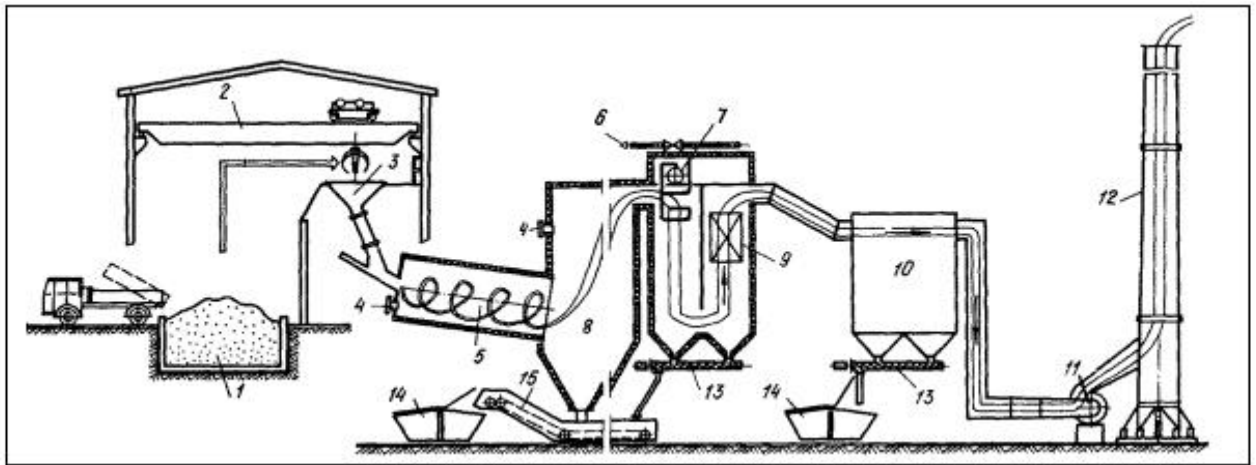


Рисунок 7 - Схема станции сжигания промышленных отходов
(фирма «ЧКД-Дукла» - ЧССР)

1 - бункер; 2 - мостовой кран; 3 - загрузочная воронка с гидравлическим подающим устройством; 4 - стабилизационная горелка; 5 - печь с вращающимся барабаном; 6 - выход перегретого пара; 7 - пароперегреватель; 8 - камера дожигания; 9 - водоподогреватель; 10 - электрофильтр; 11 - дымосос; 12 - дымовая труба; 13 - транспортный шнек; 14 - транспортный бункер; 15 - мокрое устройство для удаления шлака.

1.2.3.Механизация технологических процессов

В проекте завода по обезвреживанию токсичных промышленных отходов для предотвращения контакта работающего персонала с отходами и защиты окружающей среды предусматривают:

- 1)прием жидких отходов в емкостные аппараты с перемешивающими устройствами;
- 2)подачу жидких отходов на переработку из емкостных аппаратов насосами или передавливанием инертным газом по трубопроводам;
- 3)транспортирование пастообразных горючих отходов, как правило, в сгораемой таре;
- 4)загрузку печи твердыми отходами мостовым краном с многочелюстным грейфером, при этом у машиниста крана обеспечен обзор бункеров с отходами и приемного бункера печи (обзор может быть обеспечен и с помощью телевизионной установки);

5)оборудование печи дозирующими устройствами, обеспечивающими непрерывность подачи твердых отходов, а также устройством для подачи в печь пастообразных отходов в таре.

При проектировании участка захоронения отходов предусматривается максимальная механизации разгрузки и распределения отходов в картах, их консервация.

Транспортирование отходов I, II и III классов опасности предусматривается, в специальных контейнерах, оборудованных приспособлениями для дистанционной выгрузки отходов в карты. Для осуществления откачки дождевых и талых вод из карт в момент строительства предусматривают передвижные мотопомпы или насосы.

Наряду с машинами и механизмами по захоронению отходов предусматривают машины и механизмы для устройства новых карт и водонепроницаемых покрытий при консервации заполненных карт (экскаваторы, бульдозеры, грейдеры, катки, глиномешалки, автосамосвалы, машины для розлива битума, дисковые бороны и т.д.).

1.3.Санитарно-защитные зоны полигонов и контроль за состоянием окружающей среды

Размеры санитарно-защитной зоны завода по обезвреживанию токсичных промышленных отходов мощностью 100 тыс. т и более отходов в год принимаются 1000 м, завода мощностью менее 100 тыс. т - 500 м. в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.1322-03.

Размеры санитарно-защитной зоны завода в конкретных условиях строительства уточняются расчетом рассеивания в атмосфере вредных выбросов в соответствии с требованиями СН 369-74[6].

Размеры санитарно-защитной зоны гаража специализированного парка автомашин принимаются в соответствии с СН 245-71[7].

Размеры санитарно-защитной зоны участка захоронения токсичных промышленных отходов до населенных пунктов и открытых водоемов, а также

до объектов, используемых в культурно-оздоровительных целях, устанавливаются с учетом конкретных местных условий, но не менее 3000 м.

Участки захоронения токсичных промышленных отходов размещают на расстоянии, м, не менее:

1) 200 - от сельскохозяйственных угодий и автомобильных и железных дорог общей сети;

2) 50 - от границ леса и лесопосадок, не предназначенных для использования в рекреационных целях.

В санитарно-защитной зоне участка захоронения токсичных промышленных отходов разрешается размещение завода по обезвреживанию этих отходов, гаража специализированного автотранспорта и испарителей загрязненных дождевых и дренажных вод.

Для обеспечения контроля высоты стояния грунтовых вод, их физико-химического и бактериологического состава на территории участка захоронения отходов и в его санитарно-защитной зоне предусматривают створы наблюдательных скважин. В каждом створе имеется не менее двух скважин.

При уклоне грунтового потока менее 0,1% створы предусматриваются по всем четырем направлениям. При уклоне более 0,1% контрольные скважины размещаются по трем направлениям, исключая направление вверх по течению. При длине сторон участка захоронения не более 200 м предусматривают на каждую сторону по одному контрольному створу; при большей длине сторон участка створы следует размещать через 100-150 м.

Расстояние между наблюдательными скважинами в створе принимают в пределах 50-100 м. Одна скважина створа размещается на территории участка захоронения, другая - в санитарно-защитной зоне. Приведенные расстояния могут быть уменьшены с учетом конкретных гидрогеологических условий.

Скважины заглубляются ниже уровня грунтовых вод не менее чем на 5 м.

Аналогичный контроль предусматривают для испарителей загрязненных дождевых и дренажных вод, размещаемых вне участка захоронения токсичных промышленных отходов.

Места отбора проб предусматривают на сбросе воды из кольцевого канала.

Рекомендуемый режим контроля химического состава дождевых и грунтовых вод представлен в приложении 7.

1.3.1. Электроимпульсная технология обеззараживания природной и сточной воды

Серьезной экологической проблемой в мире является загрязнение природных вод сточными водами и др. источниками техногенного характера. Одним из основных источников бактериальной загрязненности рек и водоемов являются сточные воды, сбрасываемые без обеззараживания. По данным ООН более половины населения Земли используют питьевую воду, не отвечающую санитарным нормам. Нельзя также полностью исключать бактериологическое заражение природных вод в результате экологических диверсий. Внедрение установок на базе электроимпульсной (ЭИ) технологии, являющейся альтернативной реагентным методам (хлорированию, озонированию и др.), обеспечит при низких удельных энергозатратах безреагентное, экологически чистое обеззараживание воды, зараженной опасными болезнетворными микроорганизмами[8].

Принцип действия

Сущность метода заключается в возникновении электрогидравлического удара, так называемого эффекта Л.А. Юткина.

Технологический процесс состоит из шести ступеней:

1) подача жидкости в рабочий объем при равномерном профиле распределения скорости (причем рабочий объем заполняют с воздушным промежутком, а равномерный профиль распределения жидкости помогает уменьшить энергоёмкость процесса),

- 2) зарядку накопителя электроэнергии в режиме постоянной мощности,
- 3) инициирование одного или серии электрических разрядов в жидкости при скорости нарастания переднего фронта напряжения не менее 10^{10} В/с (энергию дозируют путём отсчёта зарядов),
- 4) усиление эффекта разрушения микроорганизмов за счет формирования волн растяжения при отражении волн сжатия, образованных электрическим разрядом от свободной поверхности жидкости,
- 5) подавление или гашение ударных волн в подводящих и отводящих жидкостях магистральных для исключения их разрушения,
- 6) отведение обеззараженной жидкости из рабочего объёма.

Кроме того, в частном случае возможно инициирование электрических разрядов в объеме, отделенном от рабочего объема средой, сохраняющей или увеличивающей амплитуду волн сжатия. Примером материала, являющегося средой, сохраняющей амплитуду волны на границе с водой, может быть пенополистирол.

В процессе обеззараживания питьевой воды электроимпульсным способом происходит большое количество явлений: мощные гидравлические процессы, образование ударных волн сверхвысокого давления, образование озона, явления кавитации, интенсивные ультразвуковые колебания, возникновение импульсивных магнитических и электрических полей, повышение температуры. Результатом всех этих явлений является уничтожение в воде практически всех патогенных микроорганизмов. Очень важно заметить, что вода, обработанная ИЭР, приобретает бактерицидные свойства, которые сохраняются до 4 месяцев[9].

1.3.2. Область применения

Установки обеззараживания в системах водоснабжения и водоотведения производительностью $102-106$ м³/сутки (Рисунок 8).

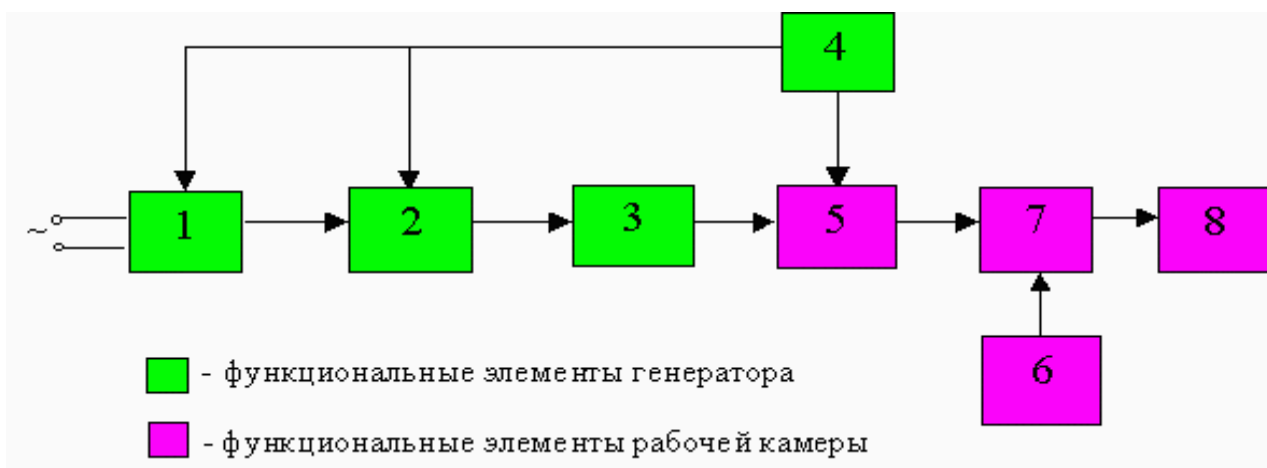


Рисунок 8 - Блок-схема реализации ЭИ технологии обеззараживания воды.

1 - трансформатор, 2 - зарядное устройство, 3 - емкостный накопитель, 4 - система управления и инициирования, 5 – коммутирующий разрядник-обостритель, 6 - подводящая гидросистема, 7 – рабочая камера с электроразрядным узлом, 8 – отводящая гидросистема.

Электроимпульсная (ЭИ) технология основана на воздействии на обрабатываемую воду ударных волн (УВ), генерируемых импульсным высоковольтным электрическим разрядом и вызывающих дезинтеграцию и гибель микроорганизмов.

Одним из принципиальных условий эффективности электроимпульсной технологии является формирование фронта ударной волны, толщина которого мала по сравнению с характерным размером микроорганизмов.

Преимущества

- 1) безреагентная, экологически чистая обработка воды;
- 2) высокая эффективность обеззараживающего действия;
- 3) низкая удельная энергоемкость;
- 4) широкий диапазон реализуемой производительности;
- 5) более низкая удельная энергоемкость и большая возможная производительность по сравнению с безреагентным ультрафиолетовым (УФ) обеззараживанием;

б) возможность применения для обеззараживания воды с повышенным содержанием взвесей (мутной воды), например, ливневых стоков.

Однако этот способ имеет ряд недостатков, в частности относительно высокую энергоемкость (0,2-1 кВтч/м³) и, как следствие – дороговизну[10].

1.3.3.Предупредительный и текущий надзор за полигонами

При проектировании полигона должен быть составлен «паспорт полигона», отражающий химический состав почвы, грунтовых вод и атмосферного воздуха в районе размещения полигона, а также химический состав отходов, подлежащих захоронению.

Полигон принимается в эксплуатацию только при условии выполнения всех требований, предусмотренных проектом в установленном порядке по акту с обязательным предварительным ознакомлением с актом на скрытые работы (гидроизоляция люка, боковых стенок, котлована и т.п.).

В процессе эксплуатации полигона необходимо проводить: систематический текущий контроль лабораторной службой полигона и выборочный контроль - санэпидстанцией за уровнем содержания токсичных ингредиентов, входящих в состав захораниваемых отходов, в грунтовых водах и водах близлежащего от полигона водного объекта, в почве территории, прилегающей к полигону, в растениях вокруг полигона, а также в атмосферном воздухе в радиусе 3000 м.

«Паспорт полигона», частота отбора проб, конкретные точки отбора проб и графики проведения анализов проб грунтовых вод и вод близлежащих от полигона рыбоохранных водных объектов, почвы, растений, атмосферного воздуха утверждаются главным инженером предприятия по согласованию с местными учреждениями санитарно-эпидемиологической службы, органами рыбоохраны Минрыбхоза РФ и органами геологического надзора Министерства геологии РФ.

Справка о состоянии качества грунтовых вод, почв и атмосферного воздуха в районе полигона ежегодно передается владельцем полигона

Управлениям геологии союзных республик Мингео РФ, местным органам Госкомгидромета РФ и органам санэпидслужбы.

В случае обнаружения повышения концентраций вредных веществ в исследуемых средах по сравнению с фоном следует немедленно установить причину и провести специальные работы по устранению проникновения вредных веществ в окружающую среду[11].

1.4. Постановка задач исследования

На основании проведенного литературного обзора и обзорного тура по полигону можно сделать следующие обобщения:

Наличие и функционирование полигона токсичных отходов представляет собой серьезную угрозу региону, где он располагается.

Наибольшая величина риска функционирования полигона токсичных отходов – загрязнение окружающей среды продуктами горения, поступающими в атмосферу.

Абсолютно не изучены вопросы хранения контейнеров в хранилище, устройства хранилища, безопасность его функционирования, организация мониторинга по периметру полигона и его приборное оформление. Так же отсутствует оценка риска, как отдельных технологических объектов полигона, так и полигона в целом.

В соответствии с вышеизложенным, цель работы заключается в разработке метода управления риском при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Провести анализ геологических, климатических и физико-географических условий внешней по отношению к полигону и прилегающей территории среды, и выявить наиболее существенные факторы, влияющие на устойчивость функционирования полигона, а также экологическую уязвимость, как полигона, так и внешней среды.

2.Разработать аналитическую модель раскрытия объекта хранения и развития аварийной ситуации.

3.Обосновать количество контейнеров находящихся на хранении в хранилище токсичных отходов.

4.Предложить концепцию рискологического подхода и сформулировать условия применимости этого подхода к решению задачи по идентификации и оценке уровня угроз, исходящих от полигона токсичных отходов.

5.Предложить мероприятия по организации мониторинга по периметру полигона и его приборное оформление.

Научная новизна.

Разработана аналитическая модель раскрытия объекта хранения и развития аварийной ситуации, показано, что вероятность главного события – раскрытие контейнера находящегося на хранении $P(T) = 4,92 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$.

Получен алгоритм
$$P_x = \sum_{i=1}^n P(T_n)$$
 вероятности раскрытия одного из контейнеров находящихся на хранении в хранилище, заполненном N контейнерами.

Применение методики определения масштабов химического заражения при наступлении проектной ЧС, для обоснования расстояния между точками расположения приборов контроля окружающей среды по периметру полигона, расширила ее область применения.

Новое применение известной математической модели определения закономерности нарастания концентраций горючих паров и газов в производственном помещении, позволило определить необходимую кратность воздухообмена в хранилище.

Практическая новизна.

Определено критическое число хранения контейнеров в помещении отдельной секции (не более 20) на территории хранилища ОАО «Полигон» с

учетом вероятности частоты реализации события в год с тяжестью последствий – катастрофическая авария А.

Установлено, что расположение датчиков контроля состояния качества атмосферного воздуха необходимо осуществлять на расстоянии не более 20 метров друг от друга, а глубина зоны возможного химического заражения не будет превышать самих размеров полигона.

2. Анализ функционирования Томского полигона токсичных отходов

Проведем анализ функционирования Томского полигона токсичных отходов с целью установления опасных факторов воздействующих на окружающую среду.

2.1.ОАО «Полигон» захоронение токсичных, промышленных отходов

Томский полигон промышленных токсичных отходов начал свою работу с 1992 года. Сметная стоимость полигона по ТОЭ 44,38 млн. рублей в ценах 1984 года. В год на данном полигоне утилизируется порядка 30 тысяч тонн промышленных отходов. Площадь полигона составляет 32 гектара.

Финансирование строительства осуществляется за счет средств федерального, областного и городского бюджетов и собственных средств предприятий города Томска. Доля Российской Федерации в уставном капитале общества составляет 56,13%. К настоящему времени на предприятии созданы уникальные мощности для захоронения и переработки опасных отходов.

За годы эксплуатации полигон для утилизации принял свыше 22 тысяч тонн самых высокотоксичных отходов, ежегодно предотвращая нанесение экологического ущерба природной среде на сумму более 50 млн. рублей в год, а с дальнейшим развитием предприятия - свыше 100 млн. рублей в год.

Томский полигон токсичных промышленных отходов принимает токсичные вещества 1, 2, 3, 4 классов опасности, такие как:

- 1) различные ядохимикаты (пестициды, гербициды и т.д.), минеральные удобрения, а также тару, загрязненную этими веществами;
- 2) лампы люминесцентные;
- 3) легко воспламеняющиеся жидкости (растворители, спирто-бензиновые смеси и пр.);
- 4) ветошь и грунт, загрязненный различными химическими веществами, в т.ч. нефтепродуктами, шлам от мойки автомобилей и очистных сооружений;
- 5) гальванический шлам и шлифовальные шламы;
- 6) автошины, автокамеры и любые другие резинотехнические отходы;
- 7) отходы различного химического производства, хим. лабораторий, бытовой химии (лаков, красок), тару из-под них[12].

На ОАО «Полигон» располагаются следующие сооружения:

- 1) Ограждение (сетка рабица по металлическим столбам);
- 2) Внешняя кольцевая нагорная канала с отводным каналом;
- 3) Кольцевое обвалование (земляное сооружение);
- 4) Подъездная автомобильная дорога;
- 5) Дороги по территории полигона;
- 6) Объекты электроснабжения (трансформаторная подстанция, ЛЭП);
- 7) Инженерно-лабораторный комплекс (2 этажа);
- 8) Скважина водонапорная;
- 9) Пункт входного контроля;
- 10) Цех обезвреживания ртутных люминесцентных ламп;
- 11) Гараж автотракторной техники;
- 12) Пруд-накопитель с возможностью использования его, как противопожарный водоем;
- 13) Склад-ангар временной выдержки спецконтейнеров с отходами 1-го класса;
- 14) Бункерное сооружение по захоронению отходов 1-го класса опасности в спецконтейнерах;

15)Карты для складирования твердых и пастообразных отходов 2 -4 классов опасности;

16)Режимные наблюдательные скважины контроля загрязнения подземных вод;

17)Закрытое сооружение для твердых ишламообразных отходов 2-4 классов опасности и водонерастворимых отходов 1-го класса опасности;

18)Установка «Вихрь» для сжигания легко воспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ.);

19)Установка по переработке автошин.

Планируемые сооружения на ОАО «Полигон»

1)Объекты электроснабжения (трансформаторная подстанция, ЛЭП);

2)Водоочистная установка;

3)Склад химикатов и реактивов;

4)Корпус физико-химического обезвреживания химических отходов;

5)Корпус физико-химического обезвреживания отходов гальванических производств;

6)Блок оборотной воды и очистных сооружений;

7)Резервуар для сточных вод;

8)Выгребная емкость;

9)Гараж и ремонтно-механический цех с открытой стоянкой;

10)Канализационная насосная станция;

11)Комплекс по сжиганию жидких отходов, содержащих органические вещества;

12)Площадка воздухоподогрева грузового автотранспорта;

13)Площадка для стоянки машин и механизации;

14)Установка по сжиганию твердых и пастообразных отходов с площадкой разгрузки отходов;

15)Бункерное сооружение по захоронению отходов 1 го класса опасности в спецконтейнерах;

16)Карты для складирования твердых и пастообразных отходов 2 -4 классов опасности;

17)Корпус обработки жидких негорючих отходов с отделением приготовления известкового молока;

18)Механизированная мойка спецмашин;

19)Закрытое сооружение для твердых и шламообразных отходов 2-4 классов опасности и водонерастворимых отходов 1-го класса опасности;

20)Резервные площади под новые технологии.

Снимок со спутника – расположение ОАО «Полигон» представлен в приложении 8.

ОАО «Полигон» города Томска является единственным полигоном по захоронению токсичных, промышленных отходов в Западно-Сибирском Федеральном округе. На полигон поставляют для утилизации токсичные отходы I-IV класса с таких городов как: Красноярск, Кемерово, Новосибирск и т.д. Подтверждением этого может служить утилизация опасных веществ после аварии в 2009 году на Саяно-Шушенской ГЭС в размере 500 тонн загрязненной нефтепродуктами воды.

Томский полигон токсичных промышленных отходов города Томска является источником особой опасности. Отходы, складированные и утилизируемые на ОАО «Полигон» часто являются пожаровзрывоопасными.

Можно отметить не эффективное функционирование объектов полигона. Применение устаревших технологий и не соответствующих мест хранения и утилизации современным требованиям.

Например. Анализ участка утилизации автопокрышек. Автомобильные покрышки, сжигаемые на полигоне, являются не только одной из причин высокого роста онкологических заболеваний у жителей города Томска, но и загрязнением атмосферы. От горящих покрышек в воздух выделяются опасные для человека вещества: бензапирен, канцерогенная сажа, тяжелые металлы,

смолы. Происходит раздражение бронхов, в результате чего можно получить сильное отравление и даже закончиться летальным исходом.

Низкая трудовая дисциплина и контроль администрации не препятствуют нарушениям техники безопасности. Сотрудники полигона, пребывая на его территории, находятся без средств индивидуальной защиты. На полигоне отсутствует сооружение для чистки, мойки и обезвреживания спецмашин и контейнеров, что является существенным нарушением СНиП 2.01.28-85.

Преобладающим фактором в Томске являются южные ветра, поэтому целесообразно размещать территории промышленных предприятий в северной части города, либо за городом к северу от него.

Среднегодовая скорость ветра составляет 3,6 м/с. Слабый ветер препятствует обменным движениям в приземном слое атмосферы, способствует накоплению вредных примесей в городе. Даже в самые ветреные месяцы года (декабрь и март) повторяемость слабых ветров превышает 46%, а летом она достигает 73%.

В среднем более чем в половине всех дней года в городе создаются условия, способствующие скоплению в приземном слое выхлопных газов от автомашин, вредных выбросов из заводских труб и сжигания токсичных веществ на полигоне.

Роза ветров (по данным ТГМЦ) представлена в приложении 9.

2.2.Разработка аналитической модели раскрытия объекта хранения и развития аварийной ситуации

Для анализа риска возникновения возможной чрезвычайной ситуации на полигоне токсичных отходов было построено дерево событий и проведены необходимые расчеты и занесены в таблицу, согласно приложению 10.

Верхним событием P(T) было принято разгерметизация контейнера под действием внешних и внутренних факторов.

Развитие события M1.

Событие M1.5.1 ведет к M1.5 через логический блок «ИЛИ»:

$$P(M1.5.1) = P(B7) \times P(B8) = 10^{-3} \times 10^{-4} = 10^{-7} \text{ год}^{-1} \quad (1)$$

$$P(M1.5) = P(B6) + P(M1.5.1) = 10^{-4} + 10^{-7} \approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1} \quad (2)$$

Скрытый дефект контейнера состоит при одновременном наступлении B4 и B5, значит перемножим вероятности:

$$P(M1.4) = P(B4) \times P(B5) = 10^{-1} \times 10^{-3} = 10^{-4} \text{ год}^{-1} \quad (3)$$

Событие M1.3 ведет к M1.1 через логический блок «ИЛИ»:

$$P(M1.3) = P(B1) + P(B2) + P(B3) = 10^{-3} + 10^{-3} + 10^{-2} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (4)$$

Событие M1.1 происходит при возникновении ряда событий:

$$P(M1.1) = P(M1.3) + P(M1.4) + P(M1.5) = 1,2 \cdot 10^{-2} + 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-4} = 1,22 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (5)$$

Низкий контроль при вводе в эксплуатацию приводит к системе заполнения и опорожнения контейнера через логический блок «ИЛИ»:

$$P(M1.6) = P(B9) + P(B10) + P(B11) = 10^{-5} + 10^{-3} + 10^{-2} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (6)$$

Небрежное обращение с контейнером возникает при одновременном сочетаний событий:

$$P(M1.7) = P(B12) \times P(B13) = 10^{-2} \times 10^{-3} = 10^{-5} \text{ год}^{-1} \quad (7)$$

Система заполнения и опорожнения контейнера происходит при возникновении ряда событий:

$$P(M1.2) = P(M1.6) + P(M1.7) = 1,1 \cdot 10^{-2} + 10^{-5} \approx 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (8)$$

Заводской дефект изделия возможен своим проявлением при вариативности возникновения 2-х событий:

$$P(M1) = P(M1.1) + P(M1.2) = 1,22 \cdot 10^{-2} + 1,1 \cdot 10^{-2} = 2,32 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (9)$$

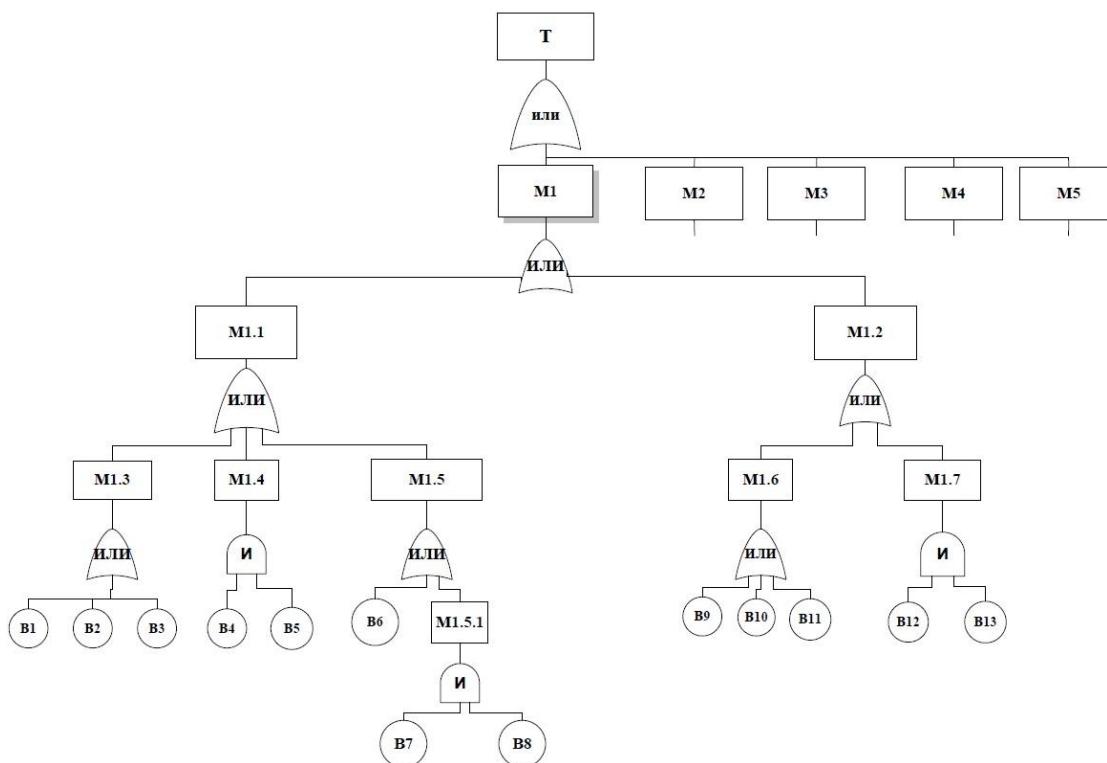


Рисунок 9 – Заводской дефект изделия

Развитие события M2.

Событие M2.6.1 происходит при одновременном наступлении ряда событий, значит перемножим вероятности::

$$P(M2.6.1) = P(B19) \times P(B20) = 10^{-3} \times 10^{-2} = 10^{-5} \text{ год}^{-1} \quad (10)$$

Небрежное обращение с контейнером приводит к повреждениям корпуса контейнера через логический блок «ИЛИ»:

$$P(M2.6) = P(B18) + P(M2.6.1) = 10^{-3} + 10^{-5} \approx 1 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1} \quad (11)$$

Событие «Изменения фоновых концентраций в зоне хранения» возникает при одновременном воздействии коррозии систем уплотнения и вторичных реакции в атмосфере хранения с образованием канцерогенов:

$$P(M2.5) = P(B16) \times P(B17) = 10^{-3} \times 10^{-4} = 10^{-7} \text{ год}^{-1} \quad (12)$$

Температура окружающей среды напрямую зависит от одновременного возникновения 2-х событий:

$$P(M2.3) = P(B14) \times P(B15) = 10^{-2} \times 10^{-3} = 10^{-5} \text{ год}^{-1} \quad (13)$$

Событие M2.1. происходит при наступлении ряда событий:

$$P(M2.1) = P(M2.3) \times P(M2.4) \times P(M2.5) \times P(M2.6) = 10^{-5} \times 10^{-5} \times 10^{-7} \times 10^{-3} = 10^{-20} \text{ год}^{-1} \quad (14)$$

События M2.7; M2.8; M2.9 при одновременном воздействии приводят к событию M2.2:

$$P(M2.7) = P(B21) \times P(B22) = 10^{-1} \times 10^{-5} = 10^{-6} \text{ год}^{-1} \quad (15)$$

$$P(M2.8) = P(B23) \times P(B24) = 10^{-4} \times 10^{-4} = 10^{-8} \text{ год}^{-1} \quad (16)$$

$$P(M2.9) = P(B25) \times P(B26) = 10^{-4} \times 10^{-3} = 10^{-7} \text{ год}^{-1} \quad (17)$$

$$P(M2.2) = P(M2.7) \times P(M2.8) \times P(M2.9) = 10^{-6} \times 10^{-8} \times 10^{-7} = 10^{-21} \text{ год}^{-1} \quad (18)$$

$$P(M2) = P(M2.1) + P(M2.2) = 10^{-20} + 10^{-21} = 1,1 \cdot 10^{-20} \text{ год}^{-1} \quad (19)$$

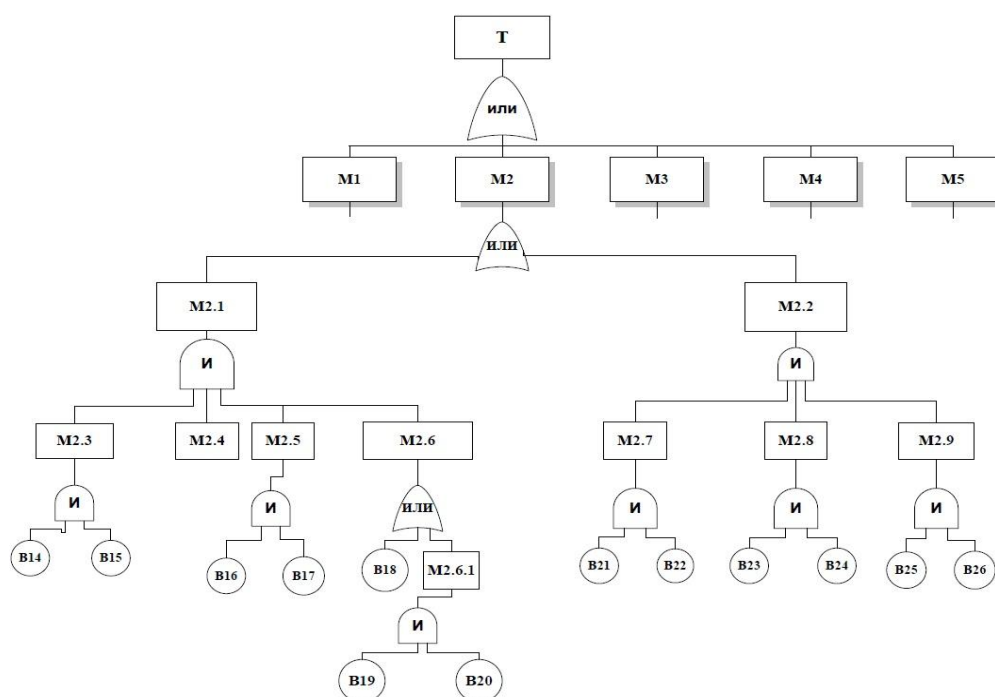


Рисунок 10 – Внешние воздействия на контейнер

Развитие события МЗ.

Хим. реакции внутри контейнера приводят к разрушению корпуса контейнера через рост или падение давления (дыхание контейнера) и коррозию металла:

$$P(M3.3) = P(B27) + P(B28) = 10^{-3} + 10^{-2} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (20)$$

Событие МЗ.1. происходит при возникновении череды событий:

$$P(M3.1) = P(M3.3) + P(M3.4) + P(M3.5) = 1,1 \cdot 10^{-2} + 10^{-5} + 10^{-5} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (21)$$

Система заполнения и опорожнения контейнера возникает через логический блок «ИЛИ»:

$$P(M3.6) = P(B29) + P(B30) = 10^{-3} + 10^{-4} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1} \quad (22)$$

$$P(M3.2) = P(M3.6) + P(M3.7) + P(M3.8) = 1,1 \cdot 10^{-3} + 10^{-3} + 10^{-5} = 2,11 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1} \quad (23)$$

Внутренние воздействия на контейнер есть, что иное, как составляющие: Корпус контейнера и Система заполнения и опорожнения контейнера

$$P(M3) = P(M3.1) + P(M3.2) = 1,1 \cdot 10^{-2} + 2,11 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (24)$$

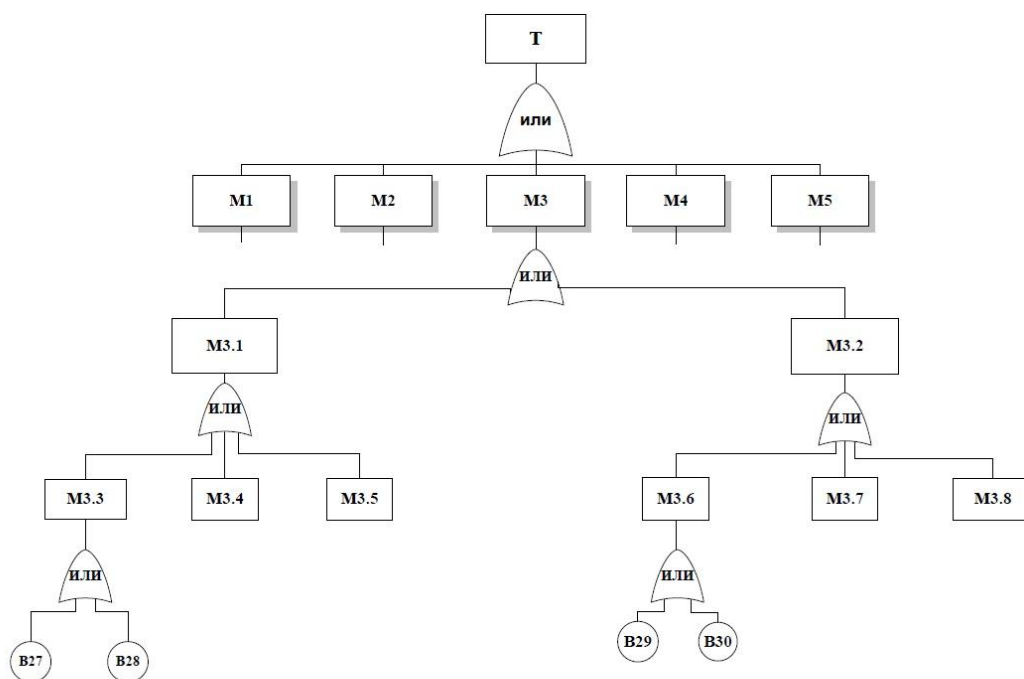


Рисунок 11 – Внутренние воздействия на контейнер (механические, физические, химические)

Развитие события М4.

События М4.3 и В33 ведут к М4.1 через логический блок «ИЛИ»:

$$P(M4.3) = P(B31) \times P(B32) = 10^{-4} \times 10^{-3} = 10^{-7} \text{ год}^{-1} \quad (25)$$

$$P(M4.1) = P(M4.3) + P(B33) = 10^{-7} + 10^{-3} \approx 1 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1} \quad (26)$$

События М4.4 и В36 ведут к М4.2 через логический блок «ИЛИ»:

$$P(M4.4) = P(B34) \times P(B35) = 10^{-3} \times 10^{-4} = 10^{-7} \text{ год}^{-1} \quad (27)$$

$$P(M4.2) = P(M4.4) + P(B36) = 10^{-7} + 10^{-3} \approx 1 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1} \quad (28)$$

Временной фактор развития аварии зависит от целостности корпуса контейнера и системы заполнения и опорожнения контейнера

$$P(M4) = P(M4.1) + P(M4.2) = 10^{-3} + 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1} \quad (29)$$

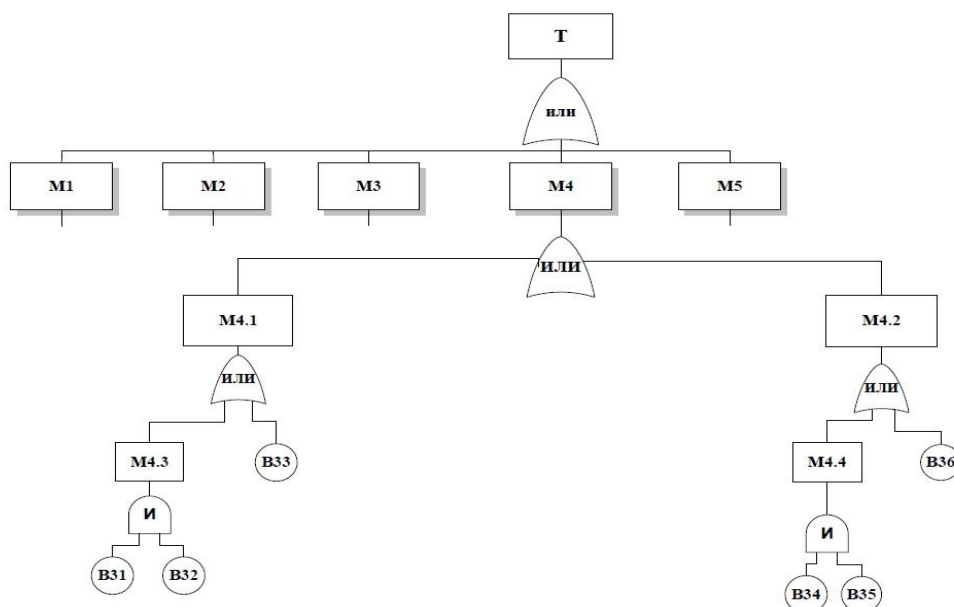


Рисунок 12 – Временной фактор

Развитие события М5.

Замена контейнера происходит при окончании срока эксплуатации контейнера и внеплановой замены системы заполнения и опорожнения контейнера:

$$P(M5.1) = P(B37) + P(B38) = 10^{-4} + 10^{-2} \approx 1 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (30)$$

$$P(M5.2) = P(B39) + P(B40) = 10^{-4} + 10^{-2} \approx 1 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (31)$$

$$P(M5) = P(M5.1) + P(M5.2) = 10^{-2} + 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (32)$$

Теперь можно определить и величину вероятности главного события Т к которому ведут события М1, М2, М3, М4 и М5 через логический блок «ИЛИ»:

$$P(T) = P(M1) + P(M2) + P(M3) + P(M4) + P(M5) = 2,32 \cdot 10^{-2} + 1,1 \cdot 10^{-20} + 1,3 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-2} = 4,92 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (33)$$

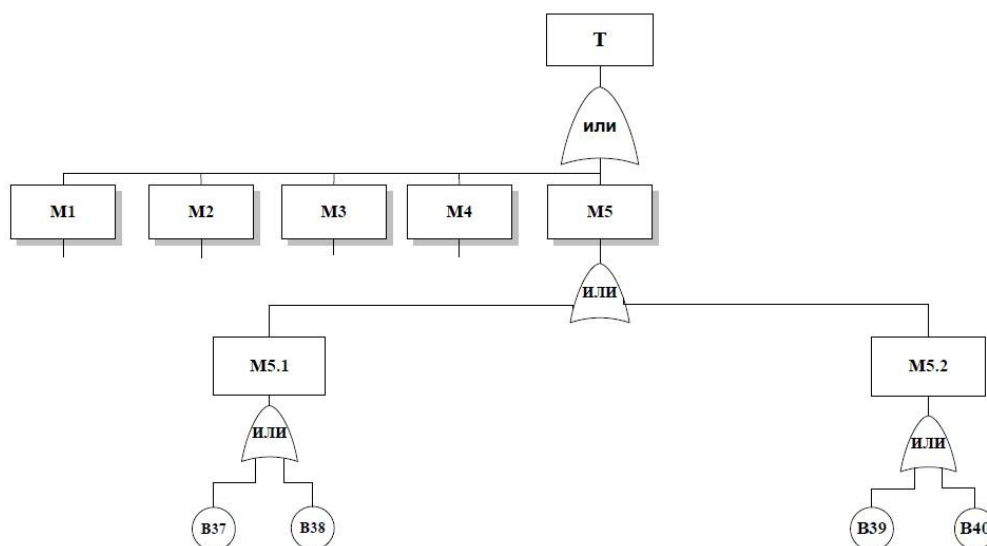


Рисунок 13 – Замена контейнера по каким-либо причинам

Таким образом, вероятность главного события – раскрытие контейнера находящегося на хранении $P(T) = 4,92 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$. Данная величина показывает, что необходимо в хранилище иметь систему вентиляции и целый ряд разработанных мероприятий разработанных на случай вскрытия контейнера.

Согласно РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа

риска опасных производственных объектов» рассчитанный риск свидетельствует о следующем (Рис. 14):

1. Критерии аварий по тяжести последствий:

Катастрофическая – может привести к смерти более 5 человек и существенному ущербу производству.

2. Категории риска (степень риска) аварии, определяемые путем сочетания частоты и последствия:

А – повышенный риск, требует первоочередных мер и специального контроля безопасности.

3. Категория вероятности возникновения чрезвычайной ситуации в течение года:

Возможная авария – $10^{-2} - 10^{-4}$

Вероятность возникновения ЧС в течение года		Тяжесть последствий			
		Катастрофическая авария	Критическая авария	Некритическая авария	Авария с пренебрежимо малыми последствиями
Частая авария	>1	А	А	А	С
Вероятная авария	$1-10^{-2}$	А	А	В	С
Возможная авария	$10^{-2}-10^{-4}$	А	В	В	С
Редкая авария	$10^{-4}-10^{-6}$	А	В	С	Д
Практически невероятная авария	$<10^{-6}$	В	С	С	Д

Рисунок 14 – Матрица «вероятность-тяжесть последствий»

Таким образом, получив результат для одного контейнера, можно составить алгоритм для хранилища, заполненного N контейнерами.

$$P_x = P(T_1) + P(T_2) + P(T_3) + \dots + P(T_n) \quad (34)$$

В этом случае выражение будет иметь следующий вид

$$P_x = \sum_{i=1}^n P(T_n), \quad (35)$$

где P_x – вероятность разгерметизации одного из хранящихся в хранилище контейнеров; $P(T_n)$ – вероятность разгерметизации n-го контейнера.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

На основе составленного дерева событий получена вероятность раскрытия контейнера находящегося на хранении.

Получен алгоритм вероятности раскрытия одного из контейнеров находящихся на хранении в хранилище, заполненном N контейнерами.

2.3. Обоснование количества контейнеров, находящихся на хранении в хранилище токсичных отходов ОАО «Полигон»

Получив результат по вероятности раскрытия одиночного контейнера для хранения токсичных отходов, проведем анализ этого результата. А именно, теперь можно определить вероятность частоты реализации события в год от количества контейнеров в помещении хранения ОАО «Полигон». С этой целью строим зависимость, которая представлена на Рис. 15. Как и следовало ожидать, она имеет линейный вид, что облегчает определение конечного числа контейнеров на объекте хранения.

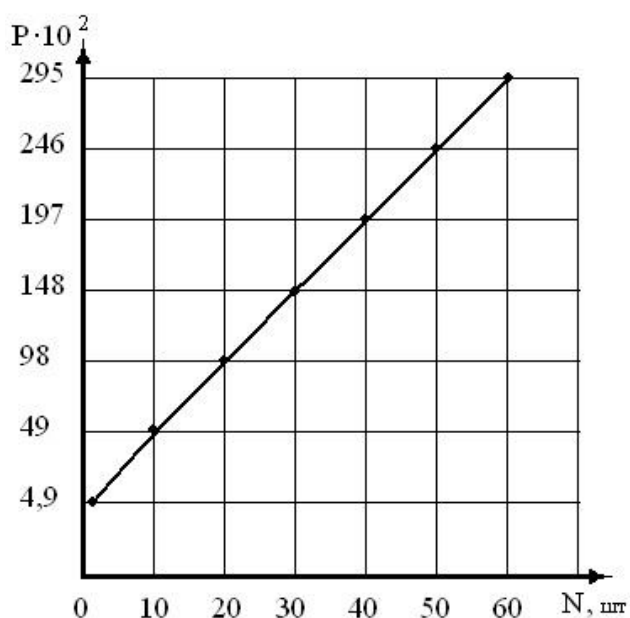


Рисунок 15 – Зависимость вероятности частоты реализации события в год от количества контейнеров в помещении хранения ОАО «Полигон»

Вероятность главного события – раскрытие контейнера находящегося на хранении составляет:

$$P(T) = 4,92 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (36)$$

При наличии 10 контейнеров в хранилище частота реализации события составит:

$$P(T) = 49,2 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (37)$$

При наличии 20 контейнеров в хранилище частота реализации события составит:

$$P(T) = 98,4 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (38)$$

При наличии 30 контейнеров в хранилище частота реализации события составит:

$$P(T) = 147,6 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (39)$$

При наличии 40 контейнеров в хранилище частота реализации события составит:

$$P(T) = 196,8 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (40)$$

При наличии 50 контейнеров в хранилище частота реализации события составит:

$$P(T) = 246 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (41)$$

При наличии 60 контейнеров в хранилище частота реализации события составит:

$$P(T) = 295 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1} \quad (42)$$

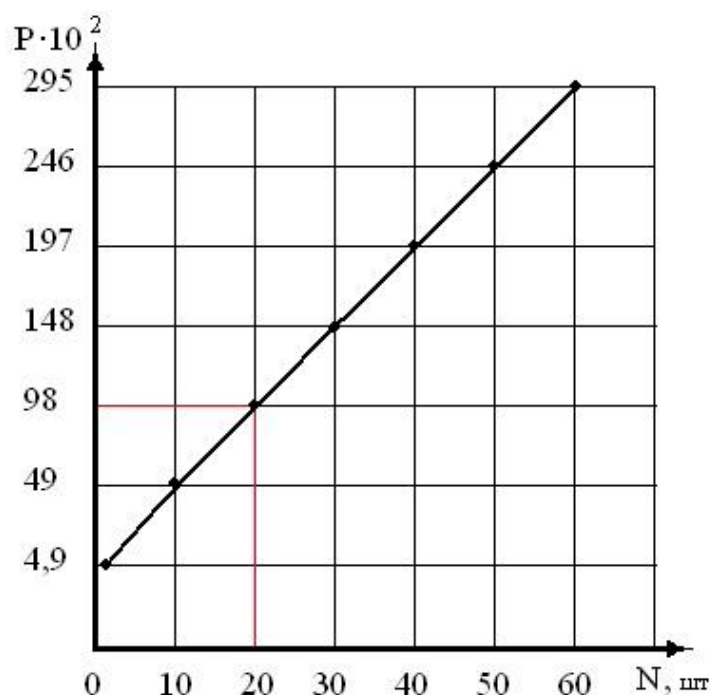


Рисунок 16 – Определение критического числа контейнеров в помещении хранения ОАО «Полигон» с учетом вероятности частоты реализации события в год

Из полученного графика (Рис. 16) видно, что максимально возможное число контейнеров с токсичными веществами, которые могут располагаться в помещении хранения, достигает в количестве 20 объектов.

В первую очередь это обусловлено высоким показателем риска возникновения аварии (разгерметизации контейнера) на территории ОАО «Полигон». Как минимум этот риск обуславливается поступлением отравляющих веществ в окружающую среду.

Немаловажным фактором является высокая активность утилизируемых веществ в большом количестве, которые ввозят со всего Сибирского федерального округа в наш регион, что приводит к большей нагрузке функционирования полигона.

Обязательное наличие контролируемого воздухообмена позволяет снизить концентрационный предел опасных веществ, выводя загрязнители за пределы помещения, сводя его к минимуму.

Соблюдая правила транспортирования, утилизации и хранения токсичных веществ, возможно снизить нагрузку на устойчивое функционирование ОАО «Полигон».

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

На основе составленного дерева событий получена вероятность раскрытия контейнера находящегося на хранении, которая составила величину $P(T) = 4,92 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$.

Получен алгоритм вероятности раскрытия одного из контейнеров,

$$P_x = \sum_{i=1}^n P(T_n)$$
 находящихся на хранении в хранилище, заполненном N контейнерами.

Определено критическое число хранения контейнеров в помещении отдельной секции (не более 20) на территории хранилища ОАО «Полигон» с учетом вероятности частоты реализации события в год с тяжестью последствий – катастрофическая авария А.

Можно рекомендовать администрации полигона, в рамках строительства помещения, в котором может проводиться замена контейнера при окончании срока его эксплуатации, а так же внеплановой замены системы заполнения и опорожнения контейнера[12].

2.4. Краткое описание рассматриваемой чрезвычайной ситуации и построение математической модели

Проведя анализ известных данных, получаем, что наиболее опасным вариантом развития аварии будет разгерметизация емкости с пропаном объемом 3 м^3 в помещении хранилища токсичных отходов.

Пропан (C_3H_8) — органическое вещество класса алканов. Содержится в природном газе, образуется при крекинге нефтепродуктов, при разделении попутного нефтяного газа, «жирного» природного газа, как побочная продукция при различных химических реакциях. Чистый пропан не имеет запаха, однако в технический газ могут добавляться компоненты, обладающие запахом. Как представитель углеводородных газов пожаро- и взрывоопасен. Малотоксичен, но оказывает вредное воздействие на центральную нервную систему (обладает слабыми наркотическими свойствами).

Для построения математической модели времени индукции поступления паров в рабочее помещение необходимо провести расчеты объемов поступления паров пропана.

2.4.1. Истечение газа и пара

Известно, что при эксплуатации закрытых аппаратов и емкостей, находящихся под давлением, даже при их исправном состоянии всегда происходят небольшие утечки горючих веществ через прокладки, швы, разъемные соединения и другие места. Это объясняется тем, что даже при самой тщательной обработке прилегающих друг к другу поверхностей нельзя создать абсолютную непроницаемость. При соприкосновении двух поверхностей из-за наличия незначительных неровностей образуется большое количество капиллярных каналов, по которым будет происходить истечение газов и жидкостей.

Количество веществ G , выходящих через капиллярные каналы, определяется по уравнению Пуазейля–Гагена:

$$G = \frac{\pi}{128} \gamma \frac{\Delta P}{\mu l} d^2 \quad (43)$$

где ΔP – разность давлений, обуславливающая истечение веществ; μ – вязкость веществ; l – длина капилляра; d – диаметр канала капилляра; γ – удельный вес вещества.

Из приведенной формулы видно, что величина утечки будет зависеть главным образом от режима работы оборудования и состояния его уплотнений.

Естественно, что подсчет таких потерь весьма затруднителен, так как установить количество капилляров и их размеры почти невозможно.

Для ориентировочного определения утечки паров и газов из работающих под давлением герметичных аппаратов воспользуемся формулой Н.Н. Репина.

Принимая, что просачивание паров и газов через неплотности подчиняется законам истечения через небольшие отверстия и что истечение происходит адиабатически:

$$G = KCV \sqrt{\frac{M}{T_{\text{раб}}}} \quad (44)$$

где G – количество паров и газов, выходящих из аппарата кг/ч; K – коэффициент, учитывающий степень износа производственного оборудования, принимается в пределах от 1 до 2; C – коэффициент, зависящий от давления паров или газов в аппарате (значения коэффициента даны в таблице); V – внутренний (свободный) объем аппаратов и коммуникаций, находящихся под давлением, м³; M – молекулярный вес газов или паров, находящихся под давлением в аппаратах; $T_{\text{раб}}$ – температура паров или газов, находящихся в аппаратах, °К.

Определить количество пропана, выходящего через неплотности резервуаров в помещение при допустимых условиях герметизации, если известно что:

- Рабочее давление газа в резервуаре 0,4 атм,
- Объем резервуара 3 м³,

- Температура газа в резервуаре 18 °С

Определение количества выходящего через неплотности газа или пара производим по формуле (44). По табл.1 определяем значения С:

- при Р=0,4 атм С = 0,121;
- принимаем коэффициент износа резервуара $K_a = 1,5$;
- молекулярный вес пропана М = 44,1.

Тогда утечка газов и резервуара будет равна:

$$G = KCV \sqrt{\frac{M}{T_{\text{раб}}}}, \quad G = 0,121 * 1,5 * 3 \sqrt{\frac{44,1}{273 + 18}} = 0,2 \text{ кг/ч} \quad (45)$$

Таблица 1 – Значение коэффициента С

Рабочее Р, давление,	Менее 1	1	6	16	40	160	400	1000
Величина С	0,121	0,166	0,182	0,189	0,152	0,298	0,297	0,370

Утечки из нормально герметизированных резервуаров, работающих под давлением, происходят хотя и непрерывно, но обычно не вызывают реальной пожарной опасности, так как выходящие наружу маленькие струйки газа или пара чаще всего рассредоточены по поверхности резервуара и при наличии воздухообмена сразу же рассеиваются и отводятся от места их выделения.

Величину таких потерь учитывают при расчётах приточно-вытяжной вентиляции по предельно допустимой концентрации вредных веществ.

Нормальная герметичность неразъемных соединений достигается путем сварки, пайки, развальцовки, а также при помощи склеивания и цементированья составов. Герметичность разъемных соединений чаще всего достигается путем использования легкодеформируемых прокладочных материалов: (поливинилхлорид, фторопласты и др.), меди и др.

Выбор прокладочных материалов производится, учитывая величины рабочей температуры, давления, свойств веществ, устойчивости при воздействии температуры пожара.

2.4.2. Построение математической модели для определения закономерности нарастания концентраций горючих паров и газов в производственном помещении

В общем виде длительность нарастания взрывоопасной концентрации будет зависеть, кроме $C_{НПВ}$, от объема помещения V , воздухообмена n и интенсивности поступления газа f, w , т. е.

$$\tau = F(C_{ПДК}, V, n, f, w), \quad (46)$$

где $C_{ПДК}$ – предельно допустимая концентрация вещества, г/м³, % об; V – объем помещения, м³; n – кратность воздухообмена; w – скорость поступления горючего вещества, м³/с; f – площадь аварийного повреждения, м²;

Рассмотрим более конкретно эту функциональную зависимость.

При отсутствии воздухообмена в помещении.

Когда в производственном помещении отсутствует принудительная вентиляция или вентиляция не надежная (отсутствует резервный вентилятор, не осуществлено питание электродвигателей от двух независимых фидеров), создаются такие условия, которые будут наиболее благоприятны для образования взрывоопасных концентраций при повреждениях и авариях производственного оборудования или трубопроводов.

В таком случае количество горючего вещества, которое выходит наружу из оборудования за промежуток времени $d\tau$, должно быть равно приращению количества горючего вещества в воздухе помещения за тот же промежуток времени $d\tau$, или

$$qd\tau = VdC, \quad (47)$$

где q — количество вещества, выходящего наружу в единицу времени;

V — объем помещения;

$dC \sim$ приращение концентрации горючего вещества за время $d\tau$.

Проинтегрировав уравнение (47), получим:

$$q \int_0^{\tau} d\tau = V \int_0^{C_{пдк}} dC \quad (48)$$

$$q\tau = VC_{пдк} \quad (49)$$

Выражаем время, тогда окончательно будем иметь

$$\tau = \frac{C_{пдк}V}{q} \quad (50)$$

Определим значения приведенных составляющих формулы (50) для определения закономерности нарастания концентрации горючих паров и газов в производственном помещении при отсутствии воздухообмена:

$$\tau = \frac{C_{пдк}V}{q} = 0,007 \times 1200 / 0,2 = 42 \text{ с} \quad (51)$$

При наличии воздухообмена в помещении.

При воздухообмене часть паров или газов, выходящих при аварии будут непрерывно отводиться из производственного помещения наружу, в результате этого нарастание до опасных пределов концентрации несколько замедлится.

Если обозначить через n кратность воздухообмена в помещении в 1/ч, то количество воздуха, поступающего в помещение или выбрасываемого из него, будет равно:

$$a = \frac{nV}{3600} \text{ м}^3/\text{с} \quad (52)$$

Уравнение материального баланса за промежуток времени $d\tau$ для данного случая, может быть записано в следующем виде: приращение количества горючего вещества в воздухе помещения будет равно количеству горючих веществ, поступающих из поврежденного аппарата за вычетом количества горючих веществ, выбрасываемых из помещения, или

$$VdC = qd\tau - aCd\tau \quad (53)$$

$$VdC = (q - aC)d\tau \quad (54)$$

$$\frac{dC}{q - aC} = \frac{d\tau}{V} \quad (55)$$

Интегрируя дифференциальное уравнение (55), получим:

$$-\frac{1}{a} \ln(q - aC) = \frac{\tau}{V} + A, \quad (56)$$

где A – постоянная интегрирования, определяемая по начальным условиям.

В момент времени $\tau = 0$ концентрация C тоже равна нулю.

Следовательно,

$$A = -\frac{1}{a} \ln q \quad (57)$$

$$\text{Тогда } -\frac{1}{a} \ln(q - aC) = \frac{\tau}{V} - \frac{1}{a} \ln q \quad (58)$$

$$\text{откуда } \tau = \frac{V}{a} [\ln q - \ln(q - aC)] = \frac{V}{a} \ln \left(\frac{q}{q - aC} \right). \quad (59)$$

Подставив в формулу (59) значение a , получим длительность нарастания концентрации в сек. До опасного значения, равного $C_{\text{пдк}}$

$$\tau = \frac{3600}{1} \ln \left(\frac{0,2}{0,2 - \frac{0,007 \times 1 \times 1200}{2 \times 3600}} \right) = 0 \text{ с} \quad (60)$$

При значительных повреждениях и авариях аппаратов трубопроводов с горючими парами и газами в помещениях может образоваться взрывоопасная концентрация даже при работающей вентиляции (в том числе и аварийной) и так быстро, что вручную будет невозможно осуществить необходимые противоаварийные действия.

Чтобы обеспечить реальную возможность предотвращения взрыва и пожара, нужно уменьшить количество огнеопасных веществ, выходящих наружу при аварии аппаратов и трубопроводов (Рис. 17):

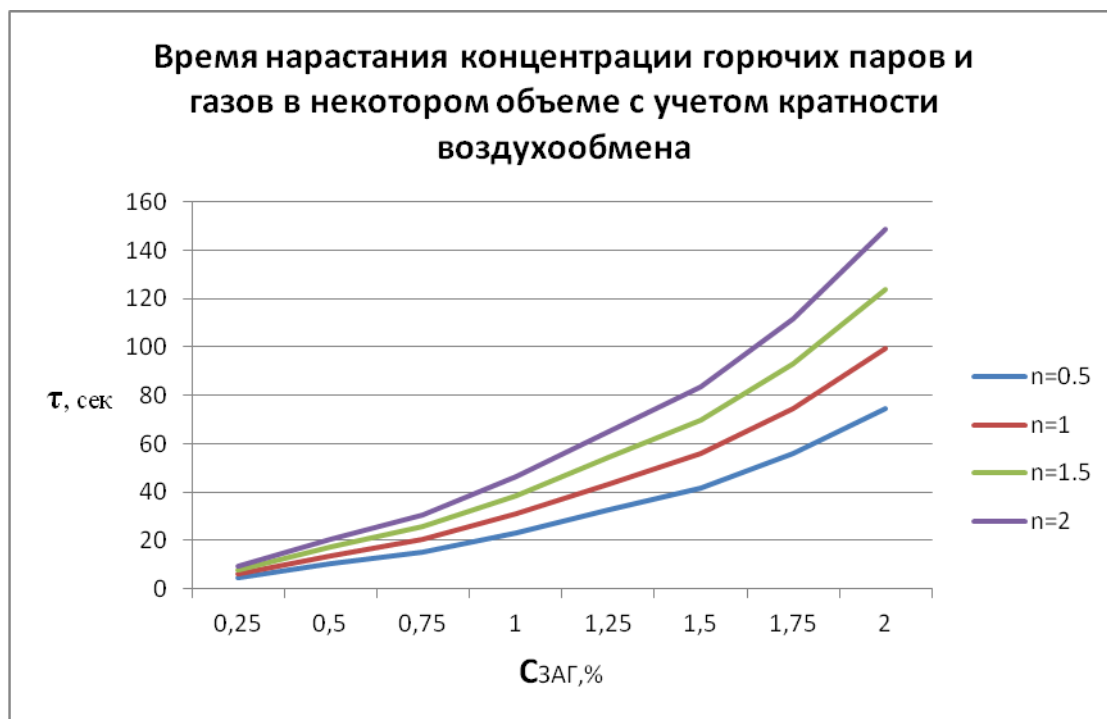


Рисунок 17 – Время нарастания концентрации горючих паров и газов в некотором объеме с учетом кратности воздухообмена

2.5. Мероприятия по организации мониторинга по периметру полигона и его приборное оформление

В качестве оперативного прогнозирования масштаба возможного химического заражения АХОВ на ОАО «Полигон» определяем глубину зоны возможного химического заражения пропаном при произошедшей аварии на автомобиле с техническим пропаном, находящимся в контейнере под давлением.

Количество вытекшего пропана не установлено. Известно, что в контейнере с цистерной содержалось 0,6 т пропана. От начала аварии прошел 1 ч. Продолжительность действия источника заражения - время испарения пропана. Метеоусловия на момент аварии: скорость ветра 2 м/с, температура воздуха 20 °С, изотермия. Разлив АХОВ на подстилающей поверхности – свободный. Так как количество разлившегося пропана неизвестно, то принимают его равным максимальному – 0,8 т.

По формуле (1) определяют эквивалентное количество вещества в первичном облаке:

Эквивалентное количество $Q_{Э1}$, т, АХОВ в первичном облаке определяют по формуле

$$Q_{Э1} = K_1 K_2 K_5 K_7 Q_0, \quad (61)$$

где K_1 - коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ, для пропана $K_1 = 0,05$;

K_2 - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы пропана к пороговой токсодозе другого АХОВ, для пропана $K_2 = 0,061$;

K_5 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы; для изотермии - 0,23;

K_7 - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха, для пропана $K_7 = 1$;

$$Q_{Э1} = 0,05 \times 0,061 \times 0,23 \times 1 \times 0,5 = 0,000351 \text{ т.} \quad (62)$$

При авариях на хранилищах газа Q_0 рассчитывают по формуле:

$$Q_0 = dV_x, \quad (63)$$

где d - плотность АХОВ, т/м³, $d_{\text{C}_3\text{H}_8} = 0,00201 \text{ т/м}^3$;

V_x - объем хранилища АХОВ, $V_x = 17777,8 \text{ м}^3$.

$$Q_0 = 35,7 \text{ т}$$

По формуле (63) определяют время испарения пропана

Время испарения T , ч, АХОВ с площади разлива определяют по формуле:

$$T = \frac{hd}{K_2 K_4 K_7}, \quad (64)$$

где h - толщина слоя АХОВ, м;

d - плотность АХОВ, $d_{\text{C}_3\text{H}_8} = 0,00201 \text{ т/м}^3$;

K_2, K_4, K_7 - коэффициенты, учитываемые в формуле (64).

$K_4 = 1,33$ при скорости ветра = 2 м/с

Толщину слоя жидкости h для АХОВ, разлившихся свободно на подстилающей поверхности, принимают равной 0,05 м по всей площади разлива.

Время поражающего действия АХОВ, составит:

$$T = 0,05 \times 0,5 / 0,061 \times 1 \times 1,33 = 0,31 \text{ ч} = 18,6 \text{ мин.}$$

Определяем эквивалентное количество вещества во вторичном облаке:

Эквивалентное количество АХОВ во вторичном облаке рассчитывается по формуле (64)

$$Q_{\text{э1}} = (1 - K_1) K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 \frac{Q_0}{hd}, \quad (65)$$

где K_2 - коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ;

K_4 - коэффициент, учитывающий скорость ветра;

K_6 - коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего после начала аварии;

d - плотность АХОВ, т/м^3 ;

h - толщина слоя АХОВ, м.

Значение коэффициента K_6 определяют после расчета продолжительности T (ч) испарения АХОВ:

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T, \end{cases} \quad (66)$$

где T - продолжительность испарения АХОВ, ч; при $T < 1$ ч K_6 принимают для 1 ч;

N - время, прошедшее после аварии, ч.

$$Q_{\text{э1}} = (1 - 0,05) \times 0,061 \times 1 \times 1,33 \times 0,23 \times 1 \times 1 \times 0,00035 / 0,5 \times 0,00201 = 0,0061 \text{ т} \quad (67)$$

Для 1 т находим глубину зоны возможного химического заражения для первичного облака: $\Gamma_1 = 2,84$ км.

Находят глубину зоны возможного химического заражения для вторичного облака. Глубина зоны возможного химического заражения для 0,6 т составляет 0,59 км, а для 1,2 т - 2,84 км.

Находят полную глубину зоны возможного химического заражения:

$$\Gamma = 0,67 \text{ км.}$$

По формуле (67) находят предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс

Полученное значение сравнивают с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{п}}$, определяемым по формуле:

$$\Gamma_{\text{п}} = Nv, \quad (68)$$

где N - время, прошедшее от начала аварии, ч, $N=1$ ч;

v - скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при заданной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости атмосферы, $12 = \text{км/ч.}$

$$\Gamma_{\text{п}} = 1 \cdot 12 = 12 \text{ км.} \quad (69)$$

Ширина зоны химического заражения составит:

$$\text{Ш} = 0,03 \Gamma = 0,03 \times 0,67 = 0,02 \text{ км} \quad (70)$$

За окончательную расчетную глубину зоны возможного химического заражения принимают меньшее из двух сравниваемых между собой значений.

Таким образом, ширина зоны возможного химического заражения пропаном в результате аварии может составить 0,02 км, продолжительность действия источника заражения - около 18,6 мин., что больше $S_{\text{ОАО Полигон}}$, которая составляет 32га.

Установку датчиков отслеживания состояния качества атмосферного воздуха необходимо осуществлять на расстоянии 20 метров друг от друга, глубина зоны возможного химического заражения не будет превышать самих размеров полигона. В зону поражения попадает персонал данного опасного объекта, и в течение времени поражающего действия пропана вред здоровью понесет весь персонал данного объекта.

2.5.1. Мониторинг атмосферы и подстилающей поверхности на территории ОАО «Полигон»

Для мониторинга окружающей среды и площади полигона на данном объекте необходимо установить датчики для определения концентрации газов в воздушном потоке.

Данное оборудование должно соответствовать следующим требованиям:

- доступная цена датчиков;
- автоматический тип работы;
- обширный спектр анализа токсичных газов;
- высокая чувствительность;
- отсутствие вредных реагентов, необходимых для анализа смеси газов;
- низкое энергопотребление;
- антикоррозионное исполнение корпуса прибора;
- стабильность, точность, надежность;
- малая инерционность;
- небольшой вес и габариты прибора.

На территории ОАО «Полигон» устанавливаются подобные датчики контроля за состоянием атмосферного воздуха необходимо в виде многоуровневой системе мониторинга окружающей среды. Располагать приборы требуется на высоте от двух метров над землей.

Заборники должны при помощи интернет канала соединяться с административным зданием полигона для передачи показаний специалисту.

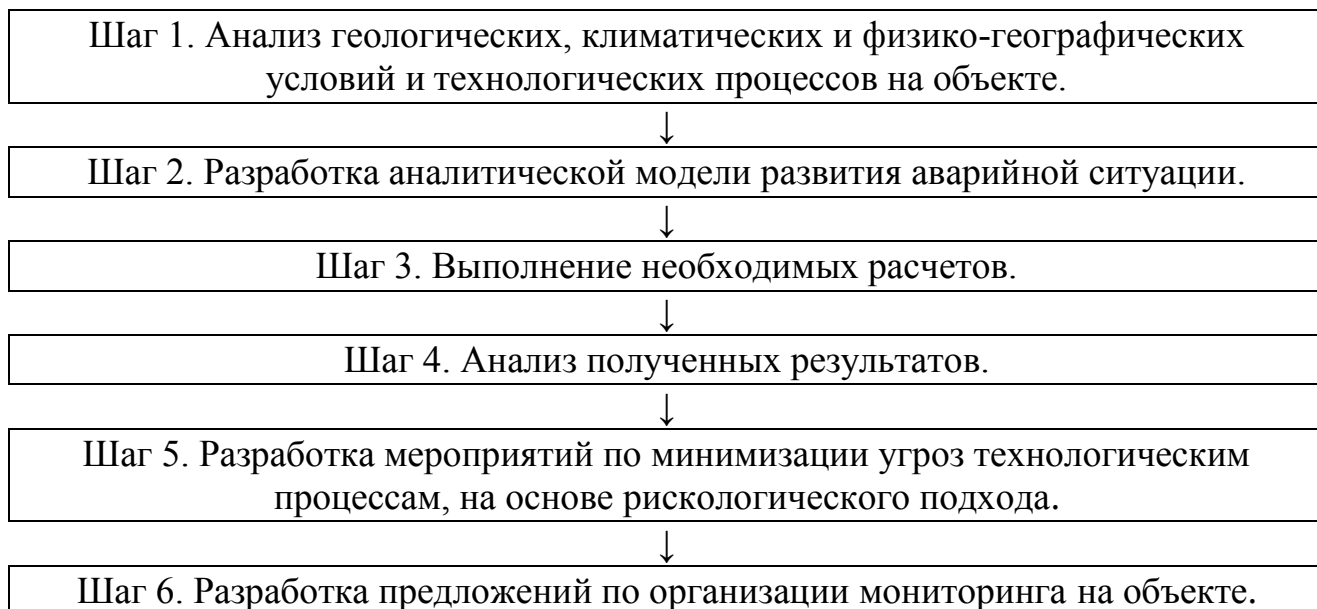
Для измерений, калибровки и передачи данных, все приборы должны быть объединены в локальную сеть, управляемую сотрудником.

Соблюдая вышеперечисленные требования, это поможет снизить риск возникновения чрезвычайной ситуации на территории полигона токсичных отходов и нагрузку на функционирование данного объекта.

2.5.2. Метод управления риском на полигоне токсичных отходов

В результате проведенного исследования, была предложена методология анализа и порядка действий при решении подобной задачи. Предложено пошаговое решение.

Метод управления риском на объекте – полигон токсичных отходов



Пошаговое выполнение данного метода управления риском, позволит снизить технологическую нагрузку функционирования полигона токсичных отходов, тем самым предотвратить вероятность возникновения чрезвычайной ситуации на опасном объекте.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

3.1.2. Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка методологии управления рисками при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для Главного управления МЧС России по Томской области. Суть исследования заключается в разработке комплекса мероприятий, обеспечивающих устойчивое функционирование полигона токсичных отходов на основе метода определения пожарного риска.

Заинтересованными лицами в полученных данных и предложенных методах по решению проблемы пожарного риска ОАО «Полигон» будут являться сотрудники Главного управления МЧС России по Томской области и представители Томского полигона токсичных отходов.

Решение данной проблемы будет касаться непосредственно Томского полигона токсичных отходов, так как будет учитываться его месторасположение относительно города, наличие и отсутствие сооружений на полигоне, количество утилизируемой продукции и востребованность данного полигона для соседних регионов.

Подобного рода работы по разработке метода управления риском при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов для ОАО «Полигон» ранее не проводилось. Решением данной проблемы ранее всерьез никто не занимался, поэтому моя выпускная квалификационная работа сможет помочь в предотвращении возникающей угрозы на полигоне токсичных отходов.

3.1.3 Технология Quad

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы (1-100)	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (3x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества проекта					
1.Актуальность рассматриваемой проблемы	20%	30	100	0,3	600
2. Спрос проекта	30%	50	100	0,5	1500
3.Потребность в оборудовании	1%	10	100	0,1	10
4.Эффективность проекта	15%	50	100	0,5	750
5.Наличие квалифицированного персонала	10%	50	100	0,5	500
6.Привлечение сторонних специалистов	1%	10	100	0,1	10
7.Доступность нормативно-правовой базы	5%	30	100	0,3	150
Показатели оценки коммерческого потенциала проекта					
8.Конкурентноспособность проекта	1%	20	100	0,2	20
9.Затраты на создание проекта	1%	10	100	0,1	10

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
10.Срок реализации проекта	7%	50	100	0,5	350
11.Перспективность проекта	7%	40	100	0,4	280
12.Затраты на реализацию проекта	1%	40	100	0,4	40
13.Финансирование со стороны государства	1%	20	100	0,2	20
Итого	Σ 100%	410	100	4,1	Σ4240

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \times B_i, \quad (71)$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$П_{ср} = \sum B_i \times B_i = 42,4$$

Перспективность проекта – средняя. Необходимо увеличить качество исследования, повысить точность и достоверность результатов.

3.1.4.SWOT- анализ

SWOT- анализ представлен в приложении 11.

Таблица 3 –Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	-	-	0	-	+
	B2	0	+	+	0	0	+
	B3	+	-	+	+	+	+
	B4	+	+	+	+	+	+
	B5	+	-	+	+	+	+

Анализ интерактивных таблиц:

B1C1C3C6;B2C2C3C6;B3C1C3C4C5C6;B4C1C2C3C4C5C6;B5C1C3C4C5C6

Таблица 4 –Интерактивная матрица проекта

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

Анализ интерактивных таблиц:

B3Сл2Сл3;B4Сл3;B5Сл2Сл3

Таблица 5 –Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	+	-	-	-	0
	У2	-	0	-	+	-	0
	У3	0	-	-	0	-	-
	У4	-	-	-	-	-	0

Анализ интерактивных таблиц:

У1С2;У2С4

Таблица 6 –Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	+	+	0
	У3	0	-	-
	У4	+	+	+

Анализ интерактивных таблиц:

3.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Проблема исследования состоит в разработке комплекса мероприятий, обеспечивающих устойчивого функционирования полигона токсичных отходов на основе метода определения пожарного риска.

Основные аспекты проекта представлены в разделе литературный обзор.

Таблица 7-Морфологическая матрица для полигона токсичных отходов.

	1	2	3	4	5
А.Риски на полигоне токсичных отходов	Вероятность возникновения	Вероятность возникновения+степень усложнения	Вероятность возникновения+степень усложнения+уровень возрастания	Вероятность возникновения+степень усложнения+уровень возрастания+увеличение количества	Вероятность возникновения+степень усложнения+уровень возрастания+увеличение количества+нерешаемость проблемы
Б.Структура полигона	Нарушение требований госта при строительстве	Нарушение требований госта при строительстве+возникновение угрозы чс	Нарушение требований госта при строительстве+возникновение угрозы ЧС+отсутствие документации	Нарушение требований госта при строительстве+возникновение угрозы ЧС+отсутствие документации+отсутствие сооружений	

Продолжение таблицы 7

	1	2	3	4	5
В.Наличие нормативно- правовой базы	Несоблюде- ние нормативно- правовой базы	Несоблюдени е нормативно- правовой базы+внесе- ние изменений в нормативно- правовую базу	Несоблюден ие нормативно- правовой базы+внесе- ние изменений в нормативно- правовую базу+от- сутствие нормативно- правовой базы		
Г.Способы решения проблемы	Нарушение требований при решении проблемы	Нарушение требований при решении проблемы+ отсутствие финансиро- вания при решении проблемы	Нарушение требований при решении проблемы+ отсутствие финансиро- вания при решении проблемы+о тсутствие помощи сторонних организаций	Нарушение требований при решении проблемы+ отсутствие финансиро- вания при решении проблемы+ отсутствие помощи сторонних организаций +отсутствие заинтересо- ванности в данных методах решения проблемы	Нарушение требований при решении проблемы+ отсутствие финансиро- вания при решении проблемы+ отсутствие помощи сторонних организаций+от- сутствие заинтересо- ванности в данных методах решения проблемы+ отсутствие способов решения проблемы

А1Б1В1Г1;А2Б2В2Г2;А3Б3В3Г3;А4Б4Г4

Вероятность возникновения рисков на полигоне токсичных отходов напрямую связано с нарушением нормативно-правовой базы при строительстве сооружений. Поэтому возникают проблемы при решении данной задачи.

В дальнейшем, усложняются риски, и увеличивается их количество. Отсутствие финансирования со стороны местных властей усложняет решение поставленной задачи. В связи с этим возникают новые нарушения, усложняется проблема, отсутствует помощь сторонних организаций.

При несоблюдении этих моментов, возрастает угроза нерешаемости проблемы полигона токсичных отходов и нереализованности данного проекта.

3.3. Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

1	2	3	4
Основные этапы	№ Раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление блок-схем, таблиц	

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
Практические исследования	9	Проведение лабораторных работ	Научный руководитель, студент
	10	Проведение расчетов по теме	
	11	Создание методов решения предложенной проблемы по теме	Студент
Оценка полученных результатов	12	Оценка и анализ предложенных методов	Научный руководитель
	13	Эффективность предложенных методов по решению проблемы	Научный руководитель, студент

3.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{\text{ож}i}$ используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = (3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}) / 5, \quad (72)$$

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

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

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

Для решения проблемы: A1B1B1Г1

$$t_{\text{ож}i} = (3 \times 1 + 2 \times 3) / 5 = 2 \text{ чел.-дн.} \quad (73)$$

Определение продолжительности каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = t_{\text{ож}i} / \text{Ч}_i, \quad (74)$$

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

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

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

$$T_{pi} = 2 / 1 = 2 \text{ раб.дн.} \quad (75)$$

Для решения проблемы: А2Б2В2Г2

$$t_{ожи} = (3 \times 1 + 2 \times 3) / 5 = 2 \text{ чел.-дн.} \quad (76)$$

$$T_{pi} = 2 / 1 = 2 \text{ раб.дн.} \quad (77)$$

Для решения проблемы: А3Б3В3Г3

$$t_{ожи} = (3 \times 1 + 2 \times 3) / 5 = 2 \text{ чел.-дн.} \quad (78)$$

$$T_{pi} = 2 / 1 = 2 \text{ раб.дн.} \quad (79)$$

3.3. Разработка графика проведения научного исследования

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (80)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = T_{\text{кал}} / T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}, \quad (81)$$

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

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

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

Для решения проблемы: А1Б1В1Г1

$$k_{\text{кал}} = T_{\text{кал}} / T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}} = 365 / 365 - 118 - 28 = 1,7 \quad (82)$$

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 2 \times 1,7 = 4 \text{ кал. дн.} \quad (83)$$

Для решения проблемы: А2Б2В2Г2

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 2 \times 1,7 = 4 \text{ кал. дн.} \quad (84)$$

Для решения проблемы: А3Б3В3Г3

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 2 \times 1,7 = 4 \text{ кал. дн.} \quad (85)$$

Таблица 8 – Временные показатели проведения научного исследования

Назва- ние работы	Трудоёмкость работ									Испол- нители			Длитель- ность работ в рабочих днях T_{pi}			Длитель- ность работ в календар- ных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ожи}$, чел-дни											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3
Составле- ние и утвержде- ние темы проекта	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Научный руководи- тель			2	2	2	4	4	4
Анализ актуаль- ности темы	1	1	1	2	2	2	1	1	1	Научный руководи- тель			1	1	1	2	2	2
Поиск и изучения материала по теме	1	1	1	2	2	2	1	2	2	Студент			1	2	2	2	4	4
Выбор направле- ния исследова- ний	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Научн. руковод. и студент			1	1	1	2	2	2

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Научн. руковод.	1	1	1	2	2	2
Изучение литературы по теме	1	1	1	2	2	2	1	2	2	Студент	1	2	2	2	4	4
Подбор нормативных документов	1	1	1	2	2	2	1	2	2	Студент	1	2	2	2	4	4
Составление блок-схем, таблиц	1	1	2	3	3	4	2	2	3	Студент	2	2	3	4	4	6
Проведение лабораторных работ	6	6	8	5	5	6	6	6	8	Научн.	3	3	4	6	6	8
Проведение расчетов по теме	10	10	14	12	12	16	10	10	14	Научн.	5	5	7	9	9	12

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Создание методов решения предложенной проблемы по теме	1	2	5	2	4	5	1	3	5	Студент	1	3	5	2	6	9
Оценка и анализ предложенных методов	1	2	3	2	2	3	1	2	3	Научный руководитель	1	2	3	2	4	6
Эффективность предложенных методов по решению проблемы	1	5	5	3	3	3	2	4	4	Научн. руковод. и студент	1	2	2	2	4	4
Итого	27	33	44	44	46	57	32	40	50		21	28	35	41	55	67

Таблица 10 – Календарный план - график проведения исследования по теме

№ ра-бо-ты	Вид работ	Исполни-тели	T_{ki} , кал.дн	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май			июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель	12	■	■									
2	Анализ актуальности темы		6		■									
3	Поиск и изучение материала по теме	Студент	10		■									
4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент	6		■	■								
5	Календарное планирование работ		6		■	■								
6	Изучение литературы по теме	Студент	10				■							
7	Подбор нормативных документов	Студент	10					■						
8	Составление блок-схем, таблиц	Студент	14					■	■					
9	Проведение лабораторных работ	Научный руководитель, студент	20							■	■			
10	Проведение расчетов по теме		30							■	■	■		
11	Создание методов решения предложенной проблемы по теме	Студент	17								■	■		

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
12	Оценка и анализ предложенных методов	Научный руководитель	12											
13	Эффективность предложенных методов по решению проблемы	Научный руководитель, студент	10											

 -научный руководитель

 -студент

3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расх i}, \quad (86)$$

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

$N_{расх i}$ – 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.

Для решения проблемы: A1B1B1Г1

$$З_m = (1 + 40) + 268 + 7 = 316 \text{ рублей} \quad (87)$$

$$k_T = 40$$

Для решения проблемы: A2B2B2Г2

$$З_m = (1 + 75) + 498 + 10 = 584 \text{ рубля} \quad (88)$$

$$k_T=75$$

Для решения проблемы: АЗБЗВЗГЗ

$$З_м=(1+109)+728+13=851 \text{ рубль} \quad (89)$$

$$k_T=109$$

Таблица 11- Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед.,руб.			Затраты на материал, (З _м),руб.		
		А1Б1 В1Г1	А2Б2 В2Г2	А3Б3 В3Г3	А1Б1 В1Г1	А2Б2 В2Г2	А3Б3 В3Г3	А1Б1 В1Г1	А2Б2 В2Г2	А3Б3 В3Г3
Бумага	Пачка	1	2	3	150	150	150	150	300	450
Ручка шариковая «Pilot»	Штука	2	4	6	40	40	40	80	160	240
Карандаш	Штука	2	2	2	7	7	7	14	14	14
Ластик	Штука	1	1	1	4	4	4	4	4	4
Папка	Штука	1	1	1	20	20	20	20	20	20
Итого		7	10	13	221	221	221	268	498	728

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

При выполнении проекта по решению проблем Томского полигона токсичных отходов покупка специального оборудования не производилась.

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов			Исполнители по категориям			Трудоем- кость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на один чел.- дн., тыс.руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс.руб.		
1	A1 Б1 В1 Г1	A2 Б2 В2 Г2	A3 Б3 В3 Г3	A1 Б1 В1 Г1	A2 Б2 В2 Г2	A3 Б3 В3 Г3	A1 Б1 В1 Г1	A2 Б2 В2 Г2	A3 Б3 В3 Г3	A1 Б1 В1 Г1	A2 Б2 В2 Г2	A3 Б3 В3 Г3	A1 Б1 В1 Г1	A2 Б2 В2 Г2	A3Б3В3Г 3
2				Научный руководитель			21	28	35	757,92			18 30 3,7 7	24 40 5,0 2	30506,28
3				Лаборант- студент			21	28	35	123,66			29 08, 48	38 77, 97	4847,47
Итого							84			881,58			84848,99		

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}} ; \quad (90)$$

$$З_{\text{тс}} = T_{\text{ci}} \times k_{\text{т}} , \quad (91)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

$T_{\text{ci}} = 600$ рублей.

$k_{\text{т}} = 0,25$

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}} = 150 \times (1 + 30 + 45) \times 1,3 = 14820 \text{ рублей} \quad (92)$$

Среднедневная заработная плата работника

$$З_{\text{дн}} = З_{\text{м}} \times M / F_{\text{д}}, \quad (93)$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

$$F_{\text{д}} = 219$$

$$З_{\text{дн}} = З_{\text{м}} \times M / F_{\text{д}} = 14820 \times 11,2 / 219 = 757,92 \text{ рубля.} \quad (94)$$

Основная заработная плата:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \times T_{\text{р}}, \quad (95)$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. ;

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Научный руководитель

При решении проблемы: А1Б1В1Г1

$$T_{\text{р}} = 21 \text{ день.}$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \times T_{\text{р}} = 757,92 \times 21 = 15916,32 \text{ рубля.} \quad (96)$$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} \quad (97)$$

$$З_{\text{доп}} = 15\% \text{ от } З_{\text{осн}}$$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 15916,32 + 2387,45 = 18303,77 \text{ рубля.} \quad (98)$$

При решении проблемы: А2Б2В2Г2

$$T_{\text{р}} = 28 \text{ дней.}$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \times T_{\text{р}} = 757,92 \times 28 = 21221,76 \text{ рублей} \quad (99)$$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 21221,76 + 3183,26 = 24405,02 \text{ рубля.} \quad (100)$$

При решении проблемы: А3Б3В3Г3

$$T_{\text{р}} = 35 \text{ дней.}$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \times T_{\text{р}} = 757,92 \times 35 = 26527,2 \text{ рубля.} \quad (101)$$

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} = 26527,2 + 3979,08 = 30506,28 \text{ рублей.} \quad (102)$$

Лаборант – студент

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{м} = З_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_{д}) \times k_{р}; \quad (103)$$

$$З_{тс} = T_{ci} \times k_{т}. \quad (104)$$

$T_{ci} = 600$ рублей.

$k_{т} = 0,10$

$$З_{тс} = T_{ci} \times k_{т} = 600 \times 0,1 = 60 \text{ рублей} \quad (105)$$

$k_{пр} = 18$

$k_{д} = 12$

$$З_{м} = З_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_{д}) \times k_{р} = 60 \times (1 + 18 + 12) \times 1,3 = 2418 \text{ рублей.} \quad (106)$$

$$З_{дн} = З_{м} \times M / F_{д} = 2418 \times 11,2 / 219 = 123,66 \text{ рублей} \quad (107)$$

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p \quad (108)$$

При решении проблемы: А1Б1В1Г1

$T_p = 21$ день.

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 123,66 \times 21 = 2596,86 \text{ рублей.} \quad (109)$$

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}; \quad (110)$$

$$З_{доп} = 12\% \text{ от } З_{осн}. \quad (111)$$

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} = 2596,86 + 311,62 = 2908,48 \text{ рублей.} \quad (112)$$

При решении проблемы: А2Б2В2Г2

$T_p = 28$ дней.

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 123,66 \times 28 = 3462,48 \text{ рублей.} \quad (113)$$

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} = 3462,48 + 415,49 = 3877,97 \text{ рублей.} \quad (114)$$

При решении проблемы: А3Б3В3Г3

$T_p = 35$ дней.

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 123,66 \times 35 = 4328,1 \text{ рублей.} \quad (115)$$

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} = 4328,1 + 519,37 = 4847,47 \text{ рублей.} \quad (116)$$

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Лаборант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней выходные дни праздничные дни	146	146
Потери рабочего времени отпуск невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	219	219

Таблица 14- Расчет основной заработной платы

Ис- полни- тели	Разряд	$k_{т}$	$З_{тс}$ руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$З_{м}$ руб.	$З_{дн}$ руб.	$T_{р}$ раб. дн.	$З_{осн}$ руб.
Науч. рук.	Профессор, доктор техничес- ких наук	0,25	150	30	45	1,3	14820	757,92	21	15916,32
									28	21221,76
									35	26527,2
Сту- дент	Лаборант	0,10	60	18	12	1,3	2418	123,66	21	2596,86
									28	3462,48
									35	4328,1
Итого $З_{осн}$										74052,72

3.4.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}, \quad (117)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Научный руководитель

$$k_{\text{доп}} = 0,15$$

При решении проблемы: А1Б1В1Г1

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 15916,32 = 2387,45 \text{ рублей.} \quad (118)$$

При решении проблемы: А2Б2В2Г2

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 21221,76 = 3183,26 \text{ рублей.} \quad (119)$$

При решении проблемы: А3Б3В3Г3

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 26527,2 = 3979,08 \text{ рублей} \quad (120)$$

Лаборант – студент

$$k_{\text{доп}} = 0,12$$

При решении проблемы: А1Б1В1Г1

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,12 \times 2596,86 = 311,62 \text{ рубля.} \quad (121)$$

При решении проблемы: А2Б2В2Г2

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,12 \times 3462,48 = 415,49 \text{ рублей.} \quad (122)$$

При решении проблемы: А3Б3В3Г3

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,12 \times 4328,1 = 519,37 \text{ рублей} \quad (123)$$

3.4.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (124)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

$$k_{\text{внеб}} = 27,1\%$$

Научный руководитель

При решении проблемы: А1Б1В1Г1

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 27,1\% \times (15916,32 + 2387,45) = 4960,32 \text{ рубля.} \quad (125)$$

При решении проблемы: А2Б2В2Г2

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 27,1\% \times (21221,76 + 3183,26) = 6613,76 \text{ рублей.} \quad (126)$$

При решении проблемы: А3Б3В3Г3

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 27,1\% \times (26527,2 + 3979,08) = 8267,2 \text{ рубля.} \quad (127)$$

Студент - дипломник

При решении проблемы: А1Б1В1Г1

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 27,1\% \times (2596,86 + 311,62) = 788,19 \text{ рубля.} \quad (128)$$

При решении проблемы: А2Б2В2Г2

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 27,1\% \times (3462,48 + 415,49) = 1050,92 \text{ рубля.} \quad (129)$$

При решении проблемы: А3Б3В3Г3

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 27,1\% \times (4328,1 + 519,37) = 1313,66 \text{ рублей.} \quad (130)$$

Таблица 15 –Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3
Научный руководитель	15916,32	21221,76	26527,2	2387,45	3183,26	3979,08
Студент - дипломник	2596,86	3462,48	4328,1	311,62	415,49	519,37
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%					
Итого						
	A1B1B1Г1		A2B2B2Г2		A3B3B3Г3	
Научный руководитель	4960,32		6613,76		8267,2	
Студент - дипломник	788,19		1050,92		1313,66	

3.4.6. Расчет затрат на научные и производственные командировки

В ходе выполнения проекта по решению вопроса Томского полигона токсичных отходов научные и производственные командировки не производились.

3.4.7. Контрагентные расходы

При выполнении проекта по решению проблемы Томского полигона токсичных отходов затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями, отсутствуют.

3.4.8. Накладные расходы

Накладные расходы рассчитываются по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \times k_{\text{нр}}, \quad (131)$$

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

$$k_{\text{нр}} = 16\%$$

При решении проблемы: А1Б1В1Г1

печать и ксерокопирование материалов исследования: 300 рублей

электроэнергия: 10000 рублей

оплата услуг связи: 300 рублей

$$З_{\text{накл}} = 10600 \times 16\% = 1696 \text{ рублей.} \quad (132)$$

При решении проблемы: А2Б2В2Г2

печать и ксерокопирование материалов исследования: 400 рублей

электроэнергия: 15000 рублей

оплата услуг связи: 300 рублей

$$З_{\text{накл}} = 15700 \times 16\% = 2512 \text{ рублей.} \quad (133)$$

При решении проблемы: А3Б3В3Г3

печать и ксерокопирование материалов исследования: 800 рублей

электроэнергия: 25000 рублей

оплата услуг связи: 300 рублей

горючее средство, АИ-92: 1000 рублей

$$З_{\text{накл}} = 27100 \times 16\% = 4336 \text{ рублей.} \quad (134)$$

3.4.9. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3
1. Материальные затраты НТИ	268	498	728
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	0	0	0
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	21212,25	28282,99	35353,75
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	2699,07	3598,75	4498,45
5. Отчисления во внебюджетные фонды	5748,51	7664,68	9580,86
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	0	0
7. Контрагентные расходы	0	0	0
8. Накладные расходы	1696	2512	4336
9. Бюджет затрат НТИ	31623,83	42556,42	54497,06

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

Интегральный финансовый показатель проекта определяется:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \Phi_{\text{pi}} / \Phi_{\text{max}}, \quad (135)$$

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).

При решении проблемы: А1Б1В1Г1

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \Phi_{\text{pi}} / \Phi_{\text{max}} = 31623,83/54497,06=0,6 \quad (136)$$

При решении проблемы: А2Б2В2Г2

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \Phi_{\text{pi}} / \Phi_{\text{max}} = 42556,42/54497,06=0,8 \quad (137)$$

При решении проблемы: А3Б3В3Г3

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \Phi_{\text{pi}} / \Phi_{\text{max}} = 54497,06/54497,06=1 \quad (138)$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки всех трех исполнений отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования:

$$I_{\text{pi}} = \sum a_i \times b_i, \quad (139)$$

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.

Таблица 17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	A1B1B1Г1	A2B2B2Г2	A3B3B3Г3
1.Актуальность рассматриваемой проблемы	25%	5	5	5
2. Спрос проекта	15%	3	4	5
3.Эффективность проекта	15%	5	5	5
4.Наличие квалифицированного персонала	30%	5	5	5
5.Привлечение сторонних специалистов	5%	1	2	3
6.Доступность нормативно-правовой базы	10%	5	5	5
Итого	Σ 100%			

$$I_{p- A1B1B1Г1}=5 \times 25 + 3 \times 15 + 5 \times 15 + 5 \times 30 + 1 \times 5 + 5 \times 10 = 450 \quad (140)$$

$$I_{p- A2B2B2Г2}=5 \times 25 + 4 \times 15 + 5 \times 15 + 5 \times 30 + 2 \times 5 + 5 \times 10 = 470 \quad (141)$$

$$I_{p- A3B3B3Г3}=5 \times 25 + 5 \times 15 + 5 \times 15 + 5 \times 30 + 3 \times 5 + 5 \times 10 = 490 \quad (142)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется:

$$I_{A1B1B1Г1} = I_{p- A1B1B1Г1} / I_{\text{финр}}^{A1B1B1Г1} \quad (143)$$

$$I_{A2B2B2Г2} = I_{p- A2B2B2Г2} / I_{\text{финр}}^{A2B2B2Г2} \quad (144)$$

$$I_{A3B3B3Г3} = I_{p- A3B3B3Г3} / I_{\text{финр}}^{A3B3B3Г3} \quad (145)$$

При решении проблемы: A1B1B1Г1

$$I_{A1B1B1Г1} = I_{p- A1B1B1Г1} / I_{\text{финр}}^{A1B1B1Г1} = 450 / 0,6 = 750 \quad (146)$$

При решении проблемы: A2B2B2Г2

$$I_{A2B2B2Г2} = I_{p- A2B2B2Г2} / I_{\text{финр}}^{A2B2B2Г2} = 470 / 0,8 = 587,5 \quad (147)$$

При решении проблемы: АЗБЗВЗГЗ

$$I_{\text{АЗБЗВЗГЗ}} = I_{\text{р- АЗБЗВЗГЗ}} / I_{\text{фипр}}^{\text{АЗБЗВЗГЗ}} = 490/1 = 490 \quad (148)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = I_{\text{АЗБЗВЗГЗ}} / I_{\text{А1Б1В1Г1}} = 490/750 = 0,6 \quad (149)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = I_{\text{А2Б2В2Г2}} / I_{\text{А1Б1В1Г1}} = 587,5/750 = 0,8 \quad (150)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = I_{\text{А1Б1В1Г1}} / I_{\text{А1Б1В1Г1}} = 750/750 = 1 \quad (151)$$

Таблица 18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	А1Б1В1Г1	А2Б2В2Г2	АЗБЗВЗГЗ
1	Интегральный финансовый показатель проекта	0,6	0,8	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности проекта	450	470	490
3	Интегральный показатель эффективности	750	587,5	490
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,8	0,6

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 метод.

4.Социальная ответственность

Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы будут рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, которые возникают при разработке методологии управления рисками при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов».

4.1.Профессиональная социальная безопасность

На полигоне токсичных отходов ОАО «Полигон», расположенного по адресу: г. Томск, Кузовлевский тракт 2/3, существует вероятность возникновения таких опасных и производственных факторов производства, как:

- загрязнение окружающей среды продуктами горения, поступающими в атмосферу;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- недостаточная освещенность рабочей зоны
- повышенная напряженность электрического поля[13].

Микроклимат помещения.

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Показатели микроклимата обеспечивают сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- 1)температура воздуха;
- 2)температура поверхностей;
- 3)относительная влажность воздуха;

4) скорость движения воздуха;

5) интенсивность теплового облучения.

Рабочий день сотрудников инженерно-лабораторного комплекса на территории ОАО «Полигон» составляет 8 часов при общей температуре помещения 23°C, что соответствует допустимым показателям микроклимата на рабочих местах производственных помещений, которое составляет 21,0-28,0 °C, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [14]. Разработка методологии управления рисками при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов на ЭВМ относится к Ia (до 139 Вт) категории работ по уровню энергозатрат, т.к. работа производится в сидячем положении и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

В помещении есть возможность получить тепловое облучение, т.к. работа проводится за персональным компьютером, и рядом находится рабочее оборудование.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 при обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3°C;

перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать: при категориях работ Ia и Ib - 4°C;

Влажность воздуха в инженерно-лабораторном комплексе составляет 60%, что полностью соответствует показателям относительной влажности воздуха, которое составляет 15-75%, основываясь на СанПиН 2.2.4.548-96.

Проведя анализ требований и показателей микроклимата, приходим к выводу, что данный инженерно-лабораторный комплекс полностью соответствует гигиеническим требованиям к микроклимату производственных помещений.

Шум

Основными источниками шума внутри зданий и сооружений различного назначения и на площадках промышленных предприятий являются машины, механизмы, средства транспорта и другое оборудование[15].

На рабочем месте есть вероятность возникновения непостоянного шума из-за работы персонального компьютера, строительных работ на улице и шума от оборудования, находящегося в помещении.

Работа в инженерно-лабораторном комплексе относится к труду высших производственных руководителей, связанных с контролем группы людей, выполняющих преимущественно умственную работу, что представляет собою уровень звука и эквивалентные уровни звука, равному 50дБА[16].

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах принимают для высококвалифицированной работы, требующей сосредоточенности, административно-управленческой деятельности, измерительных и аналитических работ в лаборатории, которые составляют 60дБА.

Освещенность

Согласно СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03[17] помещения с постоянным пребыванием людей имеют естественное освещение.

Естественное освещение подразделяется на следующие типы:

- боковое;
- верхнее;
- комбинированное (верхнее и боковое).

При верхнем или комбинированном естественном освещении помещений любого назначения нормируется среднее значение коэффициента естественной освещенности (КЕО) в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и рабочей поверхности. Расчетная точка принимается в геометрическом центре

помещения или на расстоянии 1 м от поверхности стены, противостоящей боковому светопроему.

При комбинированном естественном освещении допускается деление помещения на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. Нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне производятся независимо друг от друга.

При двухстороннем боковом освещении помещений любого назначения нормированное значение КЕО должно быть обеспечено в геометрическом центре помещения (на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и рабочей поверхности).

В инженерно-лабораторном комплексе – комбинированное естественное освещение верхнего типа, которое передается через люминесцентные лампы.

Тип люминесцентных ламп - Открытый двухламповый светильник типа ОД – для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запылённости: мощность ламп 2х40 Вт.

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

H – высота помещения;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса; (152)

h_p – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_p$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью. (153)

$h_n = 4$ м;

$h_p = 0,8$ м;

$h = 4 \text{ м} - 0,8 \text{ м} = 3,2 \text{ м};$ (154)

Для Светильников ОД $\lambda = 1,4$.

Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \times 3,2 \text{ м} = 4,5 \text{ м.} \quad (155)$$

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

$$l = 4,5 \text{ м} / 3 = 1,5 \text{ м.} \quad (156)$$

Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СНиП 23-05-95[18]. Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона.

Инженерно-лабораторный комплекс – постоянное место пребывания людей, поэтому характеристика зрительной работы высокой точности с освещенностью 400 лк.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z \cdot 100 / (n \cdot \eta), \quad (157)$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м^2 ;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма), пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{\text{ср.}}/E_{\text{min}}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

n – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока, %.

$$\Phi = 400 \text{ лк} \times (13 \times 5) \text{ м} \times 1,5 \times 1,1 \times 100 / ((2 \times 14) \text{ м} \times 51) = 3004 \quad (158)$$

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A+B) = 13\text{ м} \times 5\text{ м} / (3,2\text{ м}(13\text{ м} + 5\text{ м})) = 1,1 \quad (159)$$

$((\Phi - \Phi_1) / \Phi_1) \times 100\% = (3004 - 3200 / 3200) \times 100\% = -6,1\%$, что в ходит в диапазон $(-10 \div +20\%)$. Световой поток, найденный нами, соответствует действительности (Рис. 18).

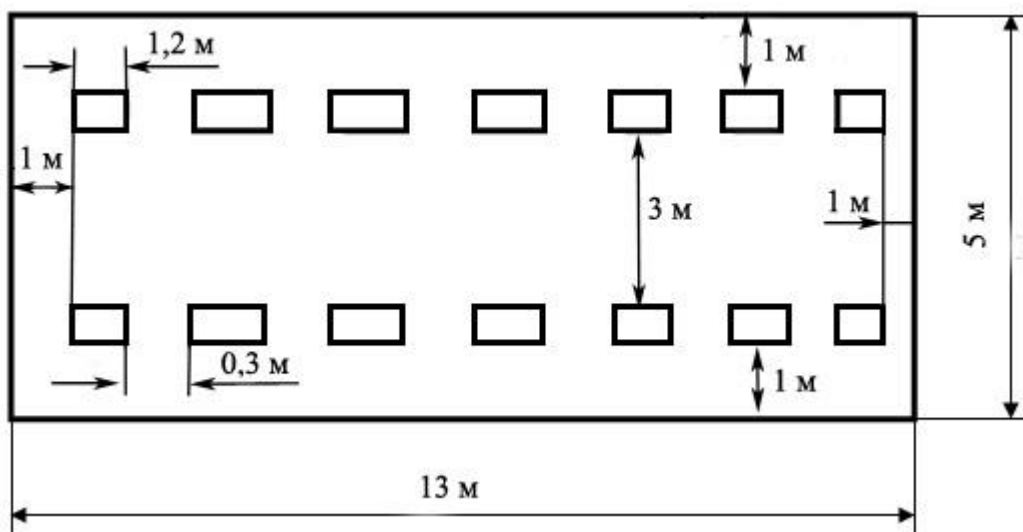


Рисунок 18 - План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Электробезопасность

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;

-продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;

-условий внешней среды.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Основные причины поражения электрическим током.

1.прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;

2.прикосновение к нетоковедущим, но токопроводящим частям, оказавшимся под напряжением из-за неисправности изоляции или защитных устройств;

3.попадание под шаговое напряжение;

4.нарушение правил технической эксплуатации электроустановок;

5.механическое повреждение, старение, износ изоляции;

6.преднамеренная порча изоляции;

7.отсутствие или нарушение заземления, зануления;

8.невыполнение организационных мероприятий, низкая квалификация, необученность персонала;

9.отсутствие блокировок, ограждающих устройств, предупредительной сигнализации, надписей, плакатов, знаков безопасности;

10.отсутствие или неправильное применение средств индивидуальной защиты.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры;
- безопасное расположение токоведущих частей;
- изоляция токоведущих частей (основная, дополнительная, усиленная, двойная);
- изоляция рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- электрическое разделение;
- предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциалов;
- защитное экранирование;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- простое и защитное разделения цепей;
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсацию токов замыкания на землю;

- электроизоляционные средства;
- средства индивидуальной защиты

В инженерно-лабораторном комплексе при выполнении работы, выполняются все требования и предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов соответствуют ГОСТ 12.1.038-82[19].

Процент влажности инженерно-лабораторного комплекса в пределах нормы. В данном инженерно-лабораторном комплексе температура помещения составляет 23° С, влажность воздуха 60%, что не превышает ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ [20].

В помещении бетонные полы, покрытые линолеумом, что не является проводником электрического тока.

Персональный компьютер имеет надежную изоляцию токоведущих частей оборудования, отсутствуют соединения, которые могут вызывать искры.

При работе в инженерно-лабораторном комплексе прикосновение с металлическими конструкциями, с приборами, не имеющего заземления или поврежденной изоляцией токоведущих частей, отсутствует, что подтверждает соблюдение и выполнение всех требований ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ.

Инженерно-лабораторный комплекс является помещением без повышенной опасности поражения людей электрическим током.

Проведя анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте инженерно-лабораторного комплекса, можно уверенно утверждать, что в данном помещении соблюдаются все требования нормативных документов, что является подтверждением безопасности данного места работы. Явных и видных нарушений на рабочем месте не выявлено, угрозы для жизни и здоровья людей не наблюдается.

4.2.Экологическая безопасность

Томский полигон токсичных промышленных отходов города Томска является источником особой опасности. Отходы, складированные и утилизируемые на ОАО «Полигон» часто являются пожаровзрывоопасными.

При захоронении токсичных веществ на полигоне, возникает опасность пожара на карте, попадание вредных веществ в грунтовые воды. Наибольшая величина риска функционирования полигона токсичных отходов – загрязнение окружающей среды продуктами горения, поступающими в атмосферу.

Автомобильные покрышки, сжигаемые на полигоне, являются не только одной из причин высокого роста онкологических заболеваний у жителей города Томска, но и загрязнением атмосферы. От горящих покрышек в воздух выделяются опасные для человека вещества: бензапирен, канцерогенная сажа, тяжелые металлы, смолы. Происходит раздражение бронхов, в результате чего можно получить сильное отравление и даже закончиться летальным исходом.

Происходит горение карт захоронения токсичных отходов.

Низкая трудовая дисциплина и контроль администрации не препятствуют нарушениям техники безопасности. Сотрудники полигона, пребывая на его территории, находятся без средств индивидуальной защиты.

На полигоне отсутствует сооружение для чистки, мойки и обезвреживания спецмашин и контейнеров, что является существенным нарушением СНиП 2.01.28-85 [1].

Планирование и выполнение мероприятий по охране окружающей среды и экологической безопасности осуществляется в целях реализации Экологической политики ОАО «Полигон».

В дальнейшем, на территории ОАО «Полигон» планируются мероприятия по охране окружающей среды и экологической безопасности, которые включают в себя работы по:

- 1)рациональному использованию природных ресурсов;

2)внедрению передовых технологий с целью снижения уровня загрязнения окружающей среды всеми видами отходов (газообразными, жидкими, твердыми);

3)совершенствованию действующих технологических процессов;

4)строительству новых или модернизации (реконструкции) существующих очистных сооружений (установок);

5)строительству современных хранилищ твердых отходов;

6)совершенствованию порядка обращения со всеми видами отходов;

7)снижению или прекращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов их в гидрографическую сеть и др.

Основные мероприятия по защите окружающей среды.

Все работы, связанные с загрузкой, транспортировкой, выгрузкой и захоронением отходов, должны быть механизированы и герметизированы.

Транспортировку отходов следует производить в специально оборудованном транспорте, исключающем возможность потерь по пути следования и загрязнения окружающей среды, а также обеспечивающем удобства при перегрузке.

Полигоны захоронения не утилизируемых отходов должны располагать резервными территориями с расчетным сроком их эксплуатации на 20-25 лет.

Полигоны захоронения промышленных отходов обеспечивают изоляцию токсичных веществ от селитебной зоны и защиту окружающей среды от загрязнения за пределами санитарно-защитной зоны.

Размер санитарно-защитной зоны должен быть равен 3000 м. При условии конкретных местных условий размер санитарно-защитной зоны может быть сокращен по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

Твердые и пастообразные отходы, содержащие токсичные растворимые в воде вещества второго и третьего класса опасности, также подлежат

захоронению в котлованах с изоляцией дна и боковых стенок уплотненным слоем глины толщиной в 1 метр.

Захоронение небольших количеств водорастворимых отходов, содержащих чрезвычайно опасные вещества (первый класс) следует производить в котлованах в контейнерной упаковке в стальных баллонах с толщиной стенок 10 мм с двойным контролем на герметичность до и после заполнения их, помещаемых в бетонный короб.

Заполненные отходами котлованы изолируются уплотненным слоем грунта толщиной 2,0 м, после чего покрываются водонепроницаемым покрытием из гудрона, быстрозатвердевающих смол, цементогудронов.

Важным элементом управления полигоном захоронения токсичных отходов является мониторинг окружающей среды, целью которого является определение любых нежелательных видов воздействия на нее для принятия необходимых корректирующих действий. Объектами мониторинга являются воздух и биогаз, грунтовые воды и фильтрат, почва и тело захоронения. Объем мониторинга зависит от вида отходов и устройства полигона.

При соблюдении данного комплекса превентивных мероприятий возможно минимизировать риск загрязнения окружающей среды.

4.3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Высокая активность и концентрация утилизируемых веществ могут приводить к чрезвычайным ситуациям локального и муниципального характера.

Уровень риска при функционировании хранилища для веществ 1-4 класса (Закрытое сооружение для твердых и шламообразных отходов 2-4 классов опасности и водонерастворимых отходов 1-го класса опасности).

При неправильной эксплуатации сооружения или нарушении технологического процесса на полигоне возможен взрыв, который приведет к гибели и травмированию персонала. В случае возникновения пожара, будут выделяться пары ртути, метанол, хлоропрен, которые будут отравлять организм

человека, вызывая отек легких, удушье, спазм и летальный исход. Вещества этих классов высокотоксичны, имеют большую концентрацию, давление.

Возникает угроза при функционировании хранилища для особо опасных веществ (Бункерное сооружение по захоронению отходов 1-го класса опасности в спецконтейнерах). Вещества этой категории являются особо опасны и представляют серьезную угрозу не только для персонала полигона, но и жителей города.

Для снижения риска возникновения чрезвычайной ситуации на полигоне токсичных отходов необходимо выполнять следующие мероприятия:

Для лиц, работающих на полигоне, должны быть предусмотрены: доброкачественная водопроводная вода, туалет, умывальник, мыло, полотенце, душ-пропускник, помещение для сушки спецодежды, шкафчик на два отделения для хранения спецодежды и индивидуальной одежды, помещение для приема пищи и отдыха.

Персонал полигона должен строго соблюдать правила техники безопасности и личной гигиены (прием пищи, курение, отдых только в специально оборудованных местах, мытье под душем после окончания работы и т.п.)

Все работающие на полигоне обязательно обязаны проходить медицинский осмотр при приеме на работу и периодический - не реже одного раза в год.

Персонал полигона должен быть обеспечен спецодеждой для летнего и зимнего времени (комбинезон, непромокаемый плащ, рукавицы, брезентовый костюм, резиновые или кирзовые сапоги и др.) и средствами индивидуальной защиты (респираторы, фильтрующие противогазы по два комплекта на каждого работающего). Необходимо своевременно заменять отработанные противогазовые патроны к респираторам и коробкам противогазов.

Персонал, занятый сбором, хранением, транспортировкой, сдачей и приемом отходов на полигон, должен быть ознакомлен с соответствующими инструкциями по технике безопасности, противопожарной безопасности и промышленной санитарии, разработанными предприятиями и утвержденными руководителями учреждений.

Персонал полигона должен быть ознакомлен с симптоматикой возможных острых отравлений, способами оказания первой помощи (само- и взаимопомощи) пострадавшим по программе санитарного минимума.

Для оказания первой доврачебной помощи на полигоне токсичных отходов должна располагаться специальная аптечка, комплектация которой вменяется в обязанность медпункта промышленных предприятий.

4.4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Полигоны являются природоохранными сооружениями и предназначены для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий, научно-исследовательских организаций и учреждений.

Проектирование полигона, определение его мощности, способы обезвреживания токсичных отходов определяются согласно СНиП 2.01.28-85 «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию».

В соответствии со СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов» на каждом промышленном предприятии по ходу технологического процесса образуется, накапливается за смену, сутки определенное количество промышленных отходов, которые в зависимости от класса опасности помещаются в тару - в стальные баллоны - особо опасные отходы первого класса опасности, в полиэтиленовые мешки - второго класса опасности, в бумажные мешки - третьего класса, которые по заполнении взвешиваются, вносятся в журнал

учета отходов, а затем доставляются на промышленную площадку и оставляются на отведенном месте для дальнейшей транспортировки на полигон захоронения.

Сбор, накопление и хранение на складах объединений «Сельхозхимия», транспортировка до химических предприятий пестицидов, пришедших в негодность и запрещенных к применению, осуществляется в соответствии с «Инструкцией по сбору, подготовке и отправке пришедших в негодность и запрещенных к применению в сельском хозяйстве пестицидов и тары из под них», утвержденной объединением «Сельхозхимия» в установленном порядке, и ассортиментом пестицидов, закрепленным этой инструкцией за министерствами.

Согласно ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» Технологические производственные лаборатории, ведомственные НИИ и ведомственные лаборатории по охране окружающей среды обязаны определять химический состав отходов по цехам и устанавливать класс их опасности.

Транспортировка промышленных отходов на полигон производится транспортом промышленного предприятия в соответствии с «Инструкцией о порядке перевозки опасных грузов автомобильным транспортом», утвержденной приказом МВД СССР № 371 от 20 ноября 1980 г.

Полигоны захоронения проектируются, строятся для промышленных районов одного или нескольких городов. В отдельных субъектах РФ в зависимости от конкретных условий полигоны могут сооружаться для всей территории субъекта.

Полигоны захоронения создаются по типу химического предприятия и находятся в ведении Министерства химической промышленности и Муниципальных Советов или в ведении министерств по характеру отходов.

Полигоны захоронения обеспечивают прием промышленных отходов на захоронение и частичное обезвреживание согласно разработанной инструкции,

согласованной с местными органами санитарно-эпидемиологической службы и утвержденной местными органами исполнительной власти.

На ОАО «Полигон» возрастает риск возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с ненадлежащей работой сотрудников предприятия, выходом из строя оборудования, природных катаклизмов и т.д.

При ликвидации последствий чрезвычайной ситуации на объекте остро встает вопрос о принятии необходимых мер, сил и привлечения средств для предотвращения аварии на производстве.

Для решения данной проблемы на опасных объектах разрабатывается план действий по предупреждению и ликвидации ЧС, в котором отражается заранее намеченная система деятельности, предусматривающая объем, сроки, порядок и последовательность выполнения мероприятий по предупреждению или снижению негативных последствий ЧС, а также по защите населения, территорий, материальных ценностей. Расписывается порядок проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при возникновении ЧС, привлекаемые для этого силы и средства. План действий детально отражает все мероприятия, направленные на выполнение указанной задачи. Неотъемлемой частью плана является его отработка с персоналом объекта с привлечением аварийно-спасательных формирований и соответствующих служб.

Разработка планов действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, моделирование возможной чрезвычайной ситуации на опасных объектах, своевременное принятия решений и слаженных действий сотрудников МЧС России, осуществляется строго с требованиями нормативно – правовой базы. Нормативно-правовая база определяет круг и полномочия привлекаемых служб к решению поставленных задач.

Нормативно – правовая база является ключевым документом для разработки паспорта опасного объекта, в котором указываются физико – химические свойства опасного вещества на предприятии.

Информация, представленная в паспорте опасного объекта позволяет на месте чрезвычайной ситуации принимать правильные решения при ликвидации чрезвычайной ситуации, тем самым обеспечить безопасность населения близлежащих территории, подверженных воздействию ЧС.

Ежегодно проводимые мероприятия по надзору в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера позволяют повысить уровень защищенности населения и территорий от опасностей, возникающих вследствие чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Достижение высоких результатов по предупреждению и ликвидации ЧС становится возможным благодаря умелым и оперативным действиям постоянно-действующих органов управления, во взаимодействии с координационными органами и органами повседневного управления Томской области всех уровней, а также грамотным и своевременным проведением превентивных мероприятий, повышения уровня защищенности объектов и оснащения оперативных служб.

Заключение

В цивилизованном мире обильное количество отходов необходимо перерабатывать и утилизировать. Для этих целей созданы полигоны.

В настоящее время на территории России функционирует несколько типов полигонов:

- ядерный полигон
- полигон токсичных отходов
- полигон твердых бытовых отходов

Эти виды полигонов существуют на всей планете. Каждый из этих типов полигонов специализируется на определенном виде отхода.

Одним из основных видов по утилизации отходов на территории Российской Федерации и стран ближнего Зарубежья является: обезвреживание и захоронение токсичных веществ.

На полигон токсичных веществ поступают неутилизированные отходы с предприятий, заводов, которые дальнейшей переработке не подлежат.

Функциональность и структура полигонов токсичных отходов схожа в отечественной и зарубежной практике.

Утилизация токсичных отходов имеет высокую пожаровзрывоопасную оценку. В связи с этим возникает ряд проблем, решение которых позволит повысить безопасность данного производства. А именно:

1)Необходима разработка и утверждение нормативных документов по строительству полигонов, соответствующих современным технологиям и безопасности окружающей среды.

2)Целевое финансирование проектов по строительству полигонов токсичных отходов. Это связано с высокой стоимостью оборудования и технологий, требующихся для решения вопроса.

3)Ужесточить контроль за эксплуатацией полигонов токсичных отходов.

4)Усилить контроль за соблюдением безопасности окружающей среды и населения при строительстве данных объектов.

5) Соблюдать требование технологического процесса, условия эксплуатации оборудования и полигона в целом.

В Европейских странах в решении этого вопроса ужесточаются меры и наказания при нарушении условий эксплуатации подобных предприятий. Практикой для решения таких проблем является: сокращение токсичных отходов и повышение их качества. В таких странах устанавливается квота на получение отходов. Производитель не может получить отходы свыше установленного количества. В противном случае он лишается лицензии и дальнейшего рода деятельности. Мощным инструментом в решении подобных проблем создаются организации, центры, которые могут проконсультировать человека по виду, объему отхода на данный момент в его регионе. Данный метод информирования позволяет сократить выпуск высокотоксичных отходов. Многие предприятия изменяют товарные составляющие и упаковку самого товара для уменьшения количества отходов. Создаются технологии, новые оборудования, позволяющие перерабатывать сырье повторно. При захоронении твердых промышленных отходов полученную энергию используют для преобразования тепла, и часть идет на производство электроэнергии.

Подобные методы реализации проекта в нашей стране, к сожалению отсутствуют. Это связано с отсутствием должной нормативно-правовой базы и большими затратами на технологию.

На территории нашей страны существует эффективный метод по утилизации твердых токсичных отходов.

Процесс осуществляется в адиабатическом режиме, где вся теплота процесса используется для нагрева смеси. Затем окислитель и восстановитель смешивают между собой в твердом и жидком состоянии. При воздействии иницирующего заряда возникает ударная волна. Преимуществом данного метода является применение обычного оборудования для проведения взрывных работ.

В целом, в нашем государстве необходимо решить вопрос с утилизацией токсичных отходов с точки зрения безопасности окружающей среды и жизнедеятельности населения на современном уровне.

Для достижения поставленной цели на ОАО «Полигон» необходимо учесть ряд важных моментов, которые в дальнейшем помогут минимизировать риск возникновения ЧС на данном объекте.

1)Разработать комплекс мер по повторному использованию упаковки из-под пестицидов (пластиковых канистр).

2)Ввести законодательный запрет на захоронение пригодных для применения отходов. В виде исключения допускается захоронение отходов при отсутствии мощностей по их переработке.

3)Сформировать список пригодных для переработки отходов при условии ее экономической целесообразности. Список ежегодно обновлять.

4)Разработка мер профилактики и предупреждения самовозгорания токсичных веществ при длительном хранении на полигоне.

5)Разработка единого подхода, реагирования на возникающие риски.

6)Разработка метода вторичной переработки и использования отходов с использованием западных технологий.

7)Расчет рисков совершения террористических актов на полигоне токсичных отходов, приводящих к возникновению чрезвычайной ситуации.

Список публикаций студента

1.Разработка метода управления риском при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / Национальный исследовательский Томский политехнический университет – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. — Т.2 . — [С. 201-204].

2.К разработке метода управления риском при устойчивом функционировании полигона токсичных // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность : сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / Национальный исследовательский Томский политехнический университет – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015 — Т.2 . — [С. 300-304].

3.Безопасность объектов утилизации опасных отходов // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции / Национальный исследовательский Томский политехнический университет — Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015 . — Т.2 . — [С. 189-192].

Список использованных источников

- 1.СНиП 2.01.28-85. «Строительные нормы и правила. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию».
- 2.ГОСТ 12.1.005-76. «Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».
- 3.СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».
- 4.Пособие к СНиП 2.01.28-85 «Пособие по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов».
- 5.ГОСТ 12.1.007—76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
- 6.СН 369-74 «Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».
- 7.СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».
- 8.Конкурс русских экологических инноваций [Электронный ресурс]
URL: <http://eco.inno.ru/>
- 9.Мазаев В.Т., Корлёв А.А., Шлепнина Т.Г. Коммунальная гигиена / Под ред. В.Т. Мазаева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 304 с.
- 10.Яковлев С.В, Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2002 - 704 с.
- 11.СанПиН 1746-77 «Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения не утилизируемых промышленных отходов».
- 12.ОАО «Полигон» [Электронный ресурс] URL:
<http://www.poligon.tomsk.ru/>
- 13.ГОСТ 12.0.003-74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

14. СанПиН 2.2.4.548-96. «Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

15.СНиП II-12-77 . «Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Защита от шума».

16.ГОСТ 12.1.003-83.«Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

17.СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03.«Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

18.СНиП 23-05-95. «Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение».

19.ГОСТ 12.1.038-82.«Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».

20.ГОСТ 12.1.019-79. (с изм. №1).«Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

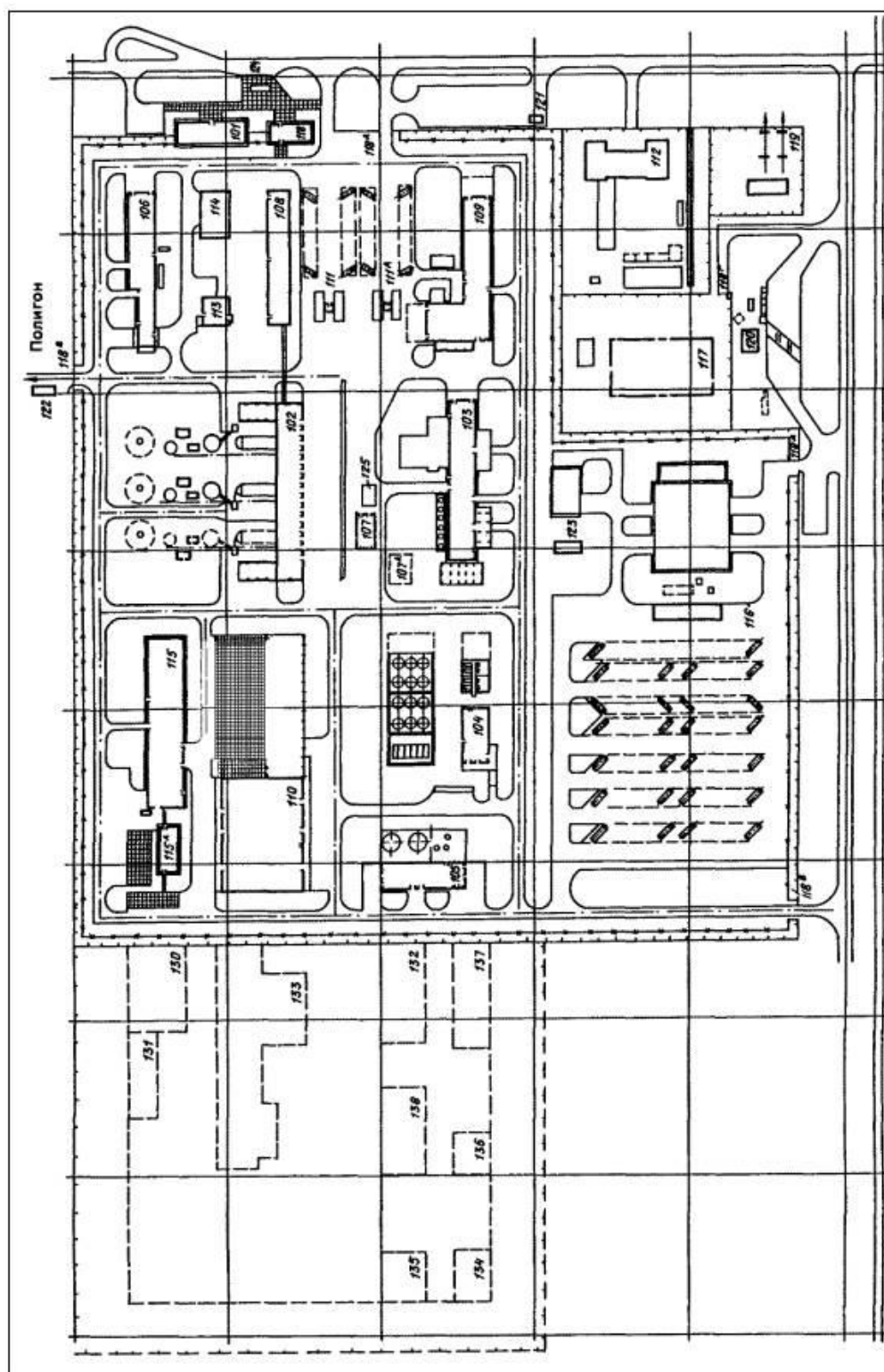


Схема завода по обезвреживанию и утилизации токсичных
промышленных отходов

1 -я очередь строительства

101 - административный корпус; 102 - термическое обезвреживание твердых отходов; 103 - термическое обезвреживание жидких отходов; 104 - склад жидких отходов и реагентов; 105 - приготовление известкового молока и склад хлористого кальция вместимостью 2 ´ 1000 м³; 106 - азотно-кислородная станция, компрессорная сжатого воздуха, водооборотная система; 107, 107а - механизированная мойка спецмашин и контейнеров и очистные сооружения; 108 - лабораторно-бытовой корпус и щитовая КИП; 109 - котельная с химической водоочисткой и бойлерной; 110 - склад оборудования и материалов; 111, 111 а - автовесы; 112 - пожарное депо на 4 выезда; 113 - магазин; 114 - столовая на 155 посадочных мест; 115 - блок ремонтных мастерских; 115а - лесопильный участок; 116 - гараж с техобслуживанием на 150 спецмашин и открытой стоянкой; 117 - гараж с техобслуживанием на 50 автомашин и автобусов хозяйственного назначения; 118 - контрольно-проходной пункт с бюро пропусков; 118а, б, в, г - контрольно-проездные пункты; 118д - контрольно-проходной пункт; 119 - подстанция 35/10 кВ с распределительным устройством 10 кВ; 120 - автозаправочная станция; 121 - газораспределительный пункт; 122 - мойка автомашин; 123 - водооборотная система; 124 - автопавильон

Приложение 2

Перечень групп отходов и рекомендуемых методов их переработки

1	2	3	4	5
Номер группы отходов	Отходы	Состав отходов	Агрегатное состояние	Методы переработки и захоронения
1	Гальванических производств ¹	Слабокислые или щелочные, содержащие соли металлов или их гидроксиды.	Жидкие влажностью 80—95% по массе	физико-химический метод переработки, заключающийся в понижении валентности некоторых металлов (Cr^{+6} Mn^{+7}), нейтрализации, осаждении гидроксидов и других нерастворимых солей, фильтрации. Осадки после фильтрации транспортируются на захоронение в специальные карты, а фильтрат направляется на очистку
2	Шламовые осадки очистных сооружений	То же, содержащие минеральные соли, соли металлов или их гидроксиды	Жидкие влажностью 80-90% по массе	То же
3	Содержащие мышьяк а) жидкие	Мышьяковый и мышьяковистый ангидриды и другие соединения мышьяка смеси с другими солями	Жидкие влажностью 85—98% по массе	физико-химический метод переработки, заключающийся в перее воде соединений мышьяка в арсенид кальция, отстаивании и фильтрации. Осадок после фильтрации транспортируется на захоронение в специальные карты, а фильтрат направляется на выпарку
	б) твердые и смолообразные	Соли мышьяка	Твердые влажностью 10-15% по массе	Затаривание в герметичные контейнеры и захоронение в специальные карты
4	Содержащие цианистые соединения	Цианистые соединения и другие соли	Твердые, жидкие	физико-химический метод переработки, заключающийся в дроблении твердых отходов и их перемещения с жидкими отходами (или водой), переводе цианидов в цианаты, отстаивании и фильтрации. Осадок после фильтрации транспортируется на захоронение в специальные карты.

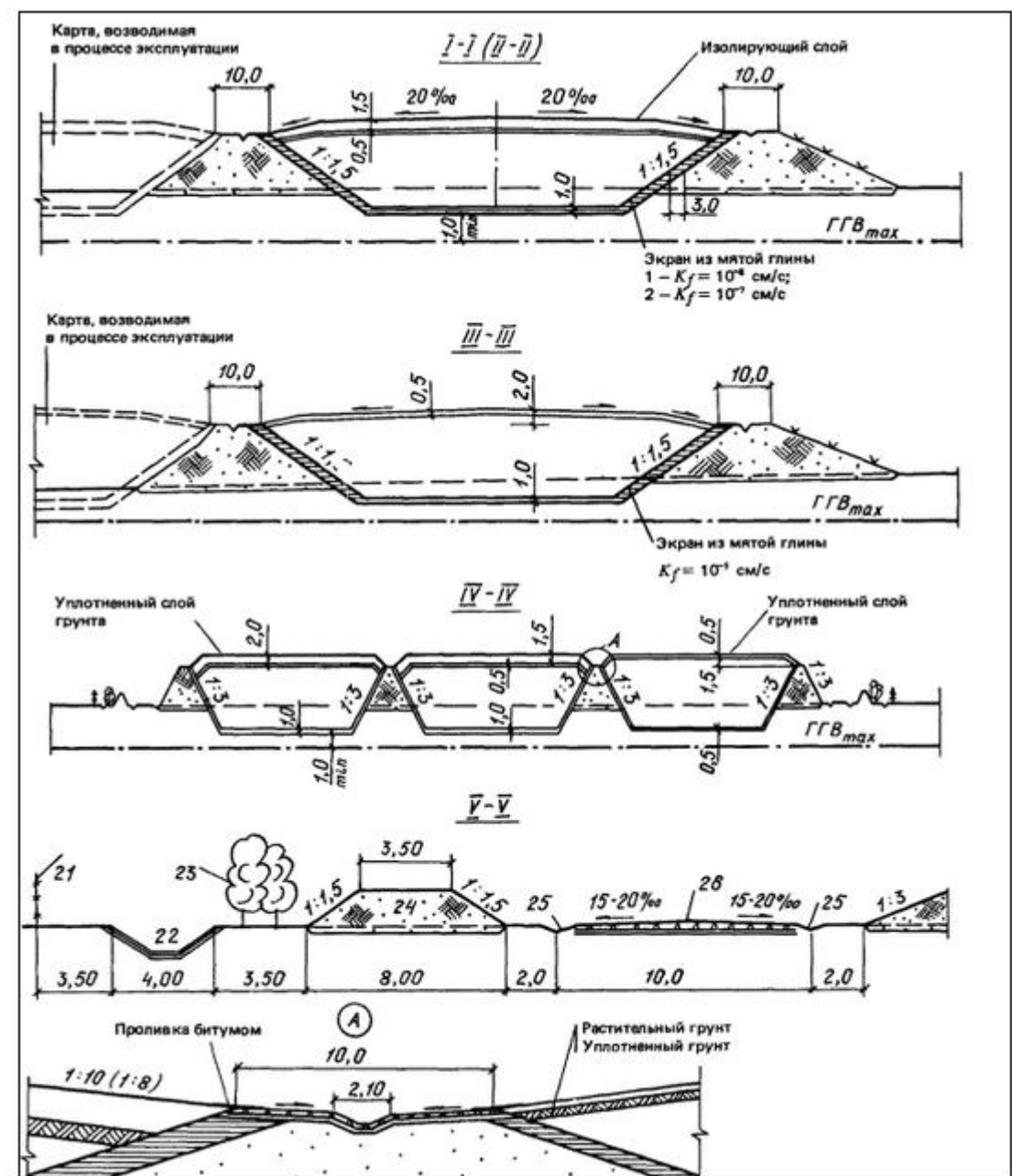
Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5
5	Органи- ческие горючие: а) твердые	Обтирочные материалы; загрязнённые опилки; ветошь, загрязнённая деревянная тара; твердые смолы; мастика; промасленная бумага и упаковка; обрезки пластмасс, оргстекла; остатки лакокрасочных материалов; пестициды.	Твердые	Термическое обезвреживание с утилизацией тепла отходящих газов для выработки водяного пара энергетических параметров в котлах-утилизаторах и с системой очистки отходящих газов от уноса пыли и паров хлористого водорода, фтористого водорода и оксидов серы. Зола и шлак, образующиеся при сжигании отходов, транспортируются на захоронение в специальные карты (при отсутствии согласования на утилизацию со строительными или сельскохозяйствен-ными организациями)
	б) жидкие	Жидкие нефтепродукты, не подлежащие регенерации; масла; загряз- нённые растворители; загрязнённые бензин, керосин, нефть и мазут	Жидкие влажностью до 15% ос массе	Тоже
	в) пасто- образные	Загрязнённые пастообразные лаки, эмали, смолы, краски, масла и смазки	Пастообразные влажностью до 10% по массе	
6	Жидкие органические горючие, содержащие хлор (не менее 40 %)	Загрязнённые растворители, кубовые остатки	Жидкие влажностью до 15% по массе	Термическое обезвреживание с утилизацией тепла отходящих газов для выработки водяного пара в котлах-утилизаторах и с системой утилизации хлористого водорода в виде раствора соляной кислоты, хлористого кальция или других солей

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5
7	Сточные воды (только сточные воды, которые техниче-ски нельзя обезвре-дить существ-вующими физико-химичес-кими и биологи-ческими метода-ми)	Слабокислые или щелочные растворы, содержащие органические и минеральные соли или вещества	Жидкие влажностью 80—98 % по массе	Термическое обезвреживание с последующей очисткой от уноса солей. Смесь минеральных солей, образующихся в результате термического обезвреживания, выводится из процесса фильтрацией (сушкой) и транспортируется на захоронение в специальные карты
8	Гальванического производства	Смесь солей металлов или их гидроксидов	Твердые влажностью 10—15 % по массе	Транспортируются на захоронение в специальные карты
9	Ртутьсодержащие	Неисправные ртутные дуговые и люминес-центные лампы	Твердые	демеркуризация ламп с утилизацией ртути и других ценных металлов
10	Песок, загряз-ненный нефтепродуктами	Песок и нефтепродукты	Твердые влажностью до 10% по массе	Прокаливание с утилизацией песка и последующей очисткой дымовых газов от уноса песка и примесей вредных веществ
11	Формовочная земля	Земля, загрязненная органическими веществами	Тоже	Прокаливание с утилизацией земли и последующей очисткой дымовых газов от уноса земли и примесей вредных веществ
12	Испор-ченные и немаркирован-ные баллоны	Испорченные баллоны с остатками веществ		Подрыв баллонов в специальной камере и последующая промывка и нейтрализация Промывные воды направляются на физико-химическое или термическое обезвреживание
13	Сильно-действи-ующие ядовитые вещества	Мышьяковый и мышьяковистый ангидриды, сулеяма, соли синильной кислоты	Твердые, пастообраз-ные	Затаривание в герметичные контейнеры и захоронение в специальные карты

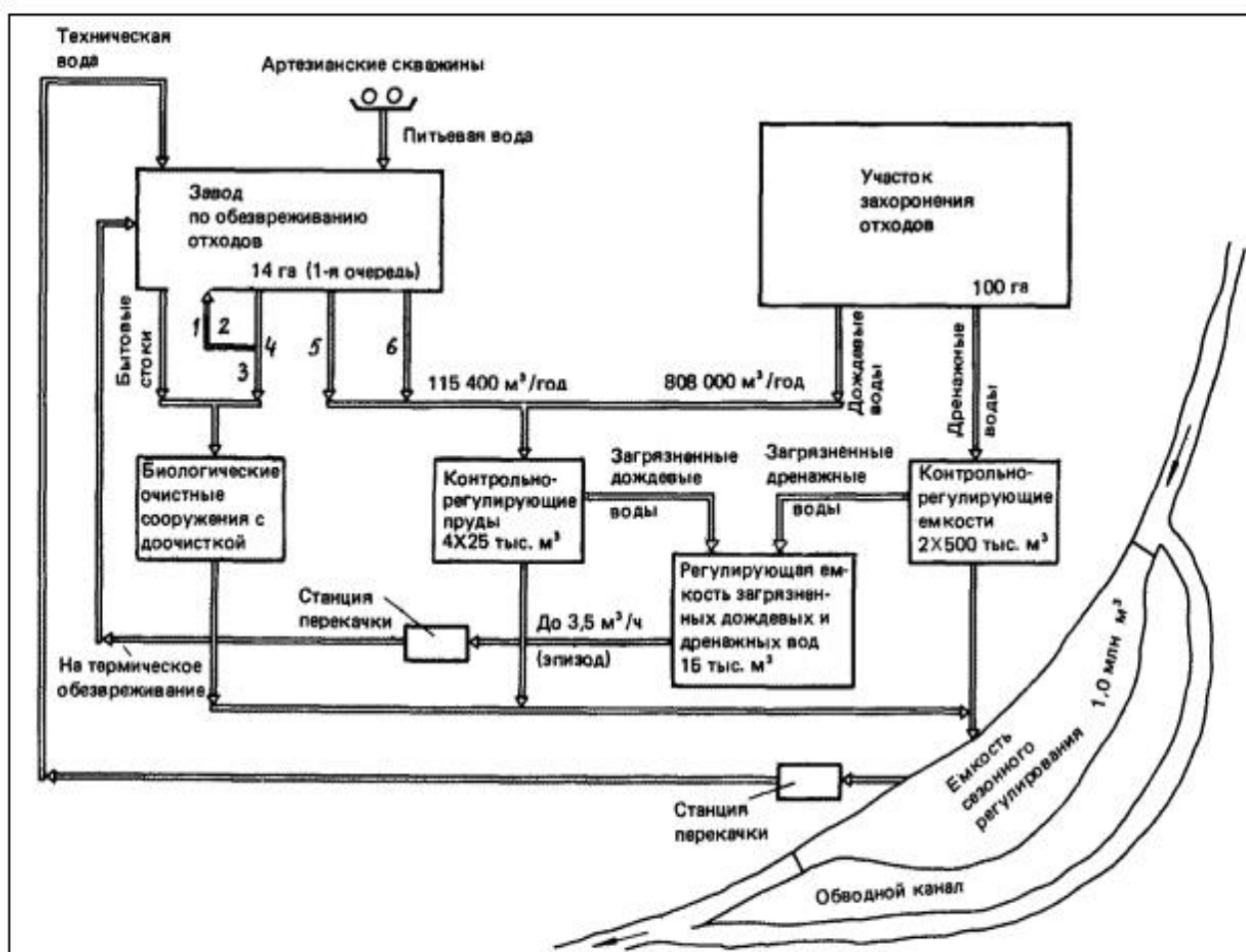
Схема карт для захоронения отходов



1 - карты захоронения нерастворимых отходов I класса опасности и растворимых отходов II и III классов опасности; 2 - карты для захоронения нерастворимых отходов II и III классов опасности; 3 - карты для захоронения отходов IV класса опасности; 4 - железобетонные бункеры для захоронения растворимых отходов I класса опасности в контейнерах; 5 - карты для захоронения отходов, возводимые в процессе эксплуатации полигона; 6 - административно-хозяйственный корпус с лабораторией; 7 - навес для

спецмашин и механизмов; 8 - ремонтная мастерская; 9 - склад горюче-смазочных материалов; 10 - корпус для мойки спецмашин и контейнеров; 11 - грязеотстойники с нефтеловушками; 12 - отстойник оборотной воды корпуса мойки; 13 - склад материалов, используемых для консервации карт; 14 - контрольно-регулирующие пруды ливневых вод; 15 - насосная станция перекачки дождевых вод; 16 - электростанция; 17 - котельная; 18 - склад топлива; 19 - проходная; 20 - автомобильные весы; 21 - ограда из колючей проволоки; 22 - кольцевой канал чистых дождевых и талых вод; 23 -полоса двухрядного кустарника; 24 - кольцевая защитная дамба; 25 - внутривдощадочные лотки загрязненных дождевых вод; 26 - кольцевая автодорога; 27 - наблюдательные скважины

Принципиальная схема водопотребления и водоотведения полигона по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов



1 - на термическое обезвреживание; 2 - 20-минутный дождь; 3 - 1000 м³/год; 4 - дождевые воды с отбортанных площадок; 5 - дождевые воды с автодорог; 6 - дождевые воды с крыш.

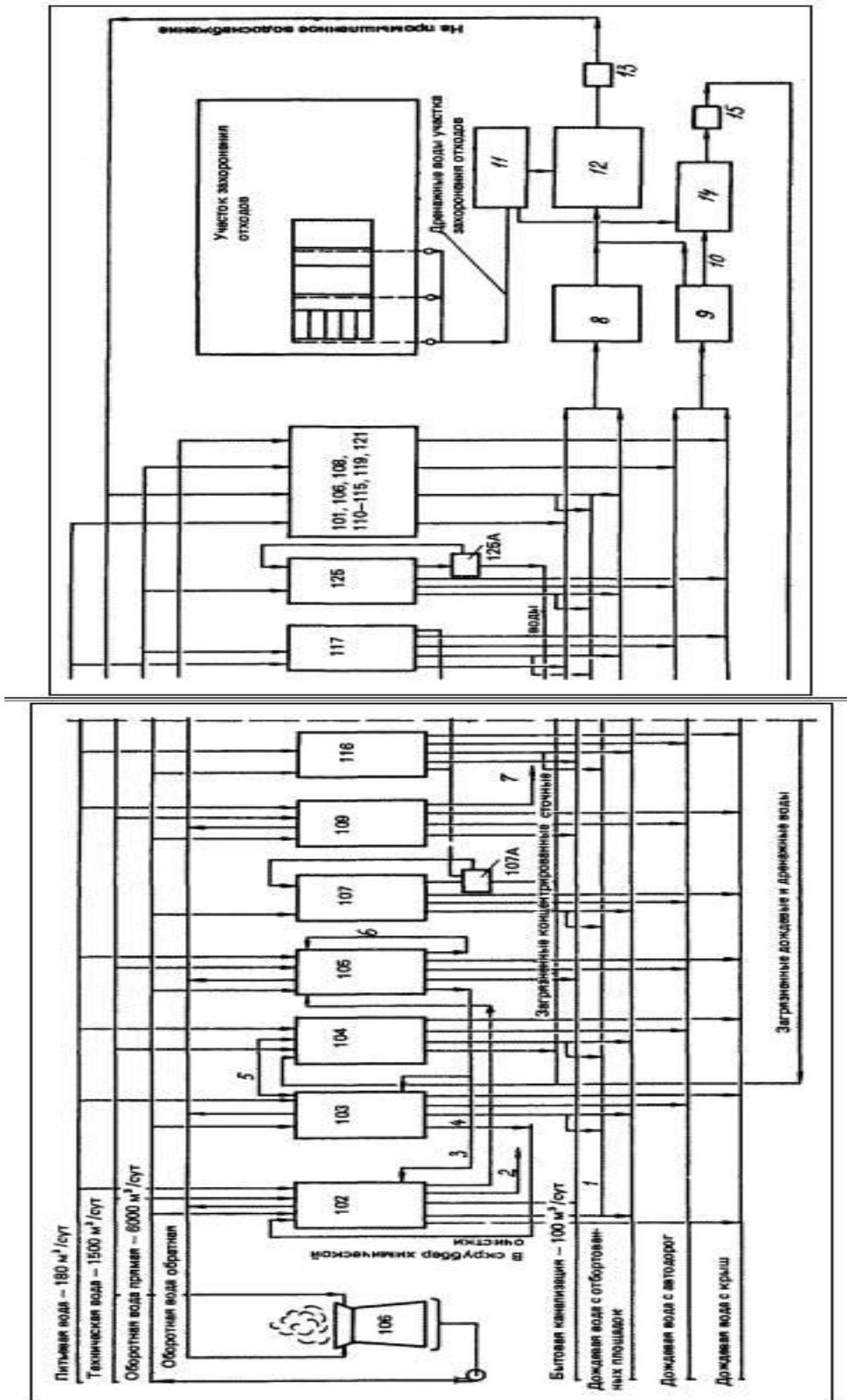


Схема водопотребления, водоотведения и повторного использования сточных вод полигона по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов

1-первые порции дождевых вод с отбортанных площадок; 2-соль на захоронение; 3-известковое молоко; 4-продувка котлов; 5-на сжигание; 6-дождевые воды с отбортанных площадок; 7-шлам после обезвреживания на захоронение; 8- биологические очистные сооружения с доочисткой; 9 - контрольно-регулирующие пруды; 10-загрязненные дождевые воды; 11- контрольно-регулирующие емкости; 12-емкость сезонного регулирования; 13-насосная станция; 14 - регулирующая емкость загрязненных дождевых и дренажных вод; 15- станция перекачки; 101 - административный корпус; 102 - термическое обезвреживание твердых отходов; 103 - термическое обезвреживание жидких отходов; 104 - склад жидких отходов и реагентов; 105-приготовление известкового молока и склад хлористого кальция вместимостью 2 ´ 1000 м³; 106-азотно-кислородная станция, компрессорная сжатого воздуха, водооборотная система; 107, 107а - механизированная мойка спецмашин и контейнеров и очистные сооружения; 108 - лабораторно-бытовой корпус и щитовая КИП; 109 - котельная с химической водоочисткой и бойлерной; 110 - склад оборудования и материалов; 111, 111 а - автовесы; 112 - пожарное депо на 4 выезда; 113 - магазин; 114 - столовая на 155 посадочных мест; 115 - блок ремонтных мастерских; 115а - лесопильный участок; 116 - гараж с техобслуживанием на 150 спецмашин и открытой стоянкой; 117 - гараж с техобслуживанием на 50 автомашин и автобусов хозяйственного назначения; 119 - подстанция 35/10 кВ с распределительным устройством -10 кВ; 121 - газораспределительный пункт; 125, 125а - механизированная мойка спецмашин и контейнеров и очистные сооружения.

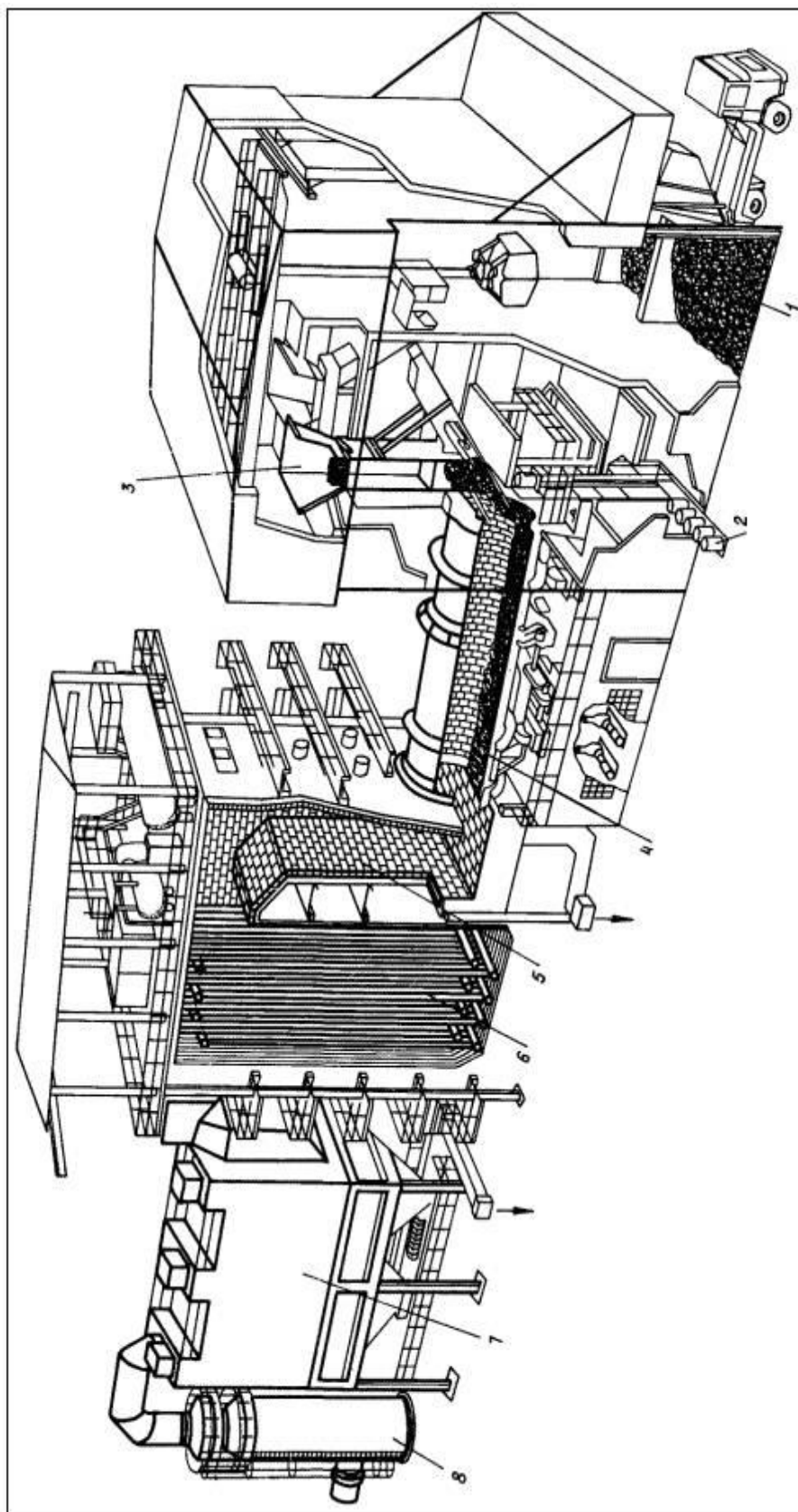


Схема агрегата термического обезвреживания токсичных промышленных отходов (фирма «МАН» - ФРГ)

1 - разгрузка отходов; 2 - загрузка бочек; 3 - загрузка сыпучих отходов; 4 - печь с вращающимся барабаном; 5 - камера дожигания; 6 - котел-утилизатор; 7 - электрофильтр; 8 – скруббер.

Приложение 7

Рекомендуемый режим контроля химического состава дождевых и грунтовых вод

Отбор проб	
Место	Время
1. Песколовка дождевых вод с автоматическим пробоотборником ПАПС, аппаратом автоматического определения концентрации некоторых химических элементов и передачей сигнала диспетчеру	В начале дождя по сигналу наполнения песколовки водой до отметки перелива в пруды дежурный диспетчер включает автоматический анализатор загрязнений воды и автоматический пробоотборник и через 20 - 30 мин пробы воды доставляются в химическую лабораторию
2. Контрольно-регулирующие пруды дождевых вод с автоматическими пробоотборниками (3 шт.)	Через 15 - 20 мин после начала поступления воды в пруды диспетчер включает автоматические пробоотборники, предварительно дистанционно уточнив глубину в рабочей секции пруда (не менее 0,3 м), и через 20 - 30 мин пробы воды доставляются в химическую лабораторию
3. Регулирующая емкость загрязненных дождевых вод с автоматическим пробоотборником	После заполнения емкости на глубину не менее 1,0 м (глубина определяется дистанционно диспетчером по вызову) диспетчер включает в работу пробоотборник, и через 20 - 30 мин пробы воды доставляются в химическую лабораторию. В зависимости от степени загрязнения стоки перекачиваются либо на сжигание, либо на биологическую очистку
4. Контрольно-регулирующие емкости дренажных вод (2 емк.)	После заполнения емкости на глубину не менее 1,0 м (глубина определяется дистанционно диспетчером по вызову) диспетчер включает в работу пробоотборник, и через 20 - 30 мин пробы воды доставляются в химическую лабораторию
5. Дренажные колодцы при выходе от каждого сооружения	Пробы отбирают химики-лаборанты вручную только при появлении загрязнений в контрольно-регулирующих емкостях или контрольных скважинах дренажных вод (для отыскания мест утечек)
6. Контрольные скважины (25 шт.)	Летом и осенью (6 мес.) - 1 раз в месяц по всем скважинам. Зимой и весной пробы отбираются только при появлении загрязнений в контрольно-регулирующих емкостях дренажных вод

Примечание. При обнаружении загрязнений в контрольных скважинах необходимо начать систематический контроль воды во всех дренажных колодцах на выход от сооружений не реже двух раз в месяц.

Снимок со спутника – расположение ОАО «Полигон».



1 – Закрытое сооружение для твердых и шламообразных отходов 2-4 классов опасности и водонерастворимых отходов 1-го класса опасности.

2 – Цех обезвреживания ртутных люминесцентных ламп.

3 – Гараж автотракторной техники.

4 – Пункт входного контроля.

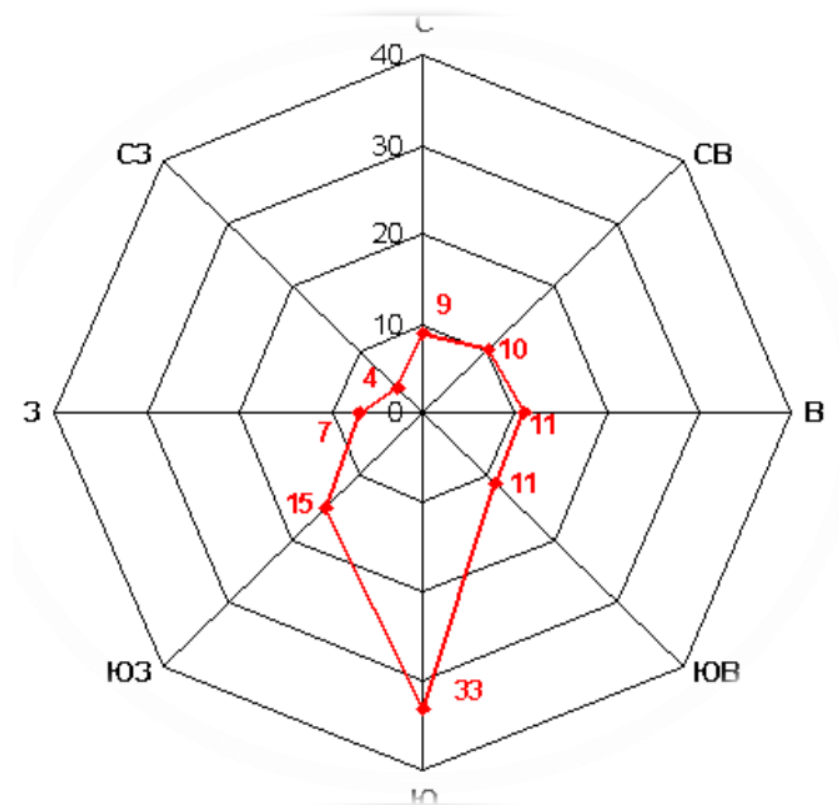
5,6,7,8 – Карты для складирования твердых и пастообразных отходов 2 - 4 классов опасности.

9 – Пруд-накопитель с возможностью использования его, как противопожарный водоем.

10 – Бункерное сооружение по захоронению отходов 1-го класса опасности в спецконтейнерах.

11 – Инженерно-лабораторный комплекс

Роза ветров (по данным ТГМЦ)



Социологический опрос по дереву событий

Т	Залповый выброс из резервуара	Частота возникновения в 1/год	
		Опрос студентов	Опрос специалистов
M1	Заводской дефект изделия	10^{-1}	$2,32 \cdot 10^{-2}$
M1.1	Корпус контейнера	10^{-4}	$1,22 \cdot 10^{-2}$
M1.3	Низкий контроль при вводе в эксплуатацию	-	$1,2 \cdot 10^{-2}$
B1	Не выявление дефекта в период эксплуатации	10^{-2}	10^{-3}
B2	Использование не нормативных уплотнителей	10^{-4}	10^{-3}
B3	Дефект запорной арматуры	10^{-3}	10^{-2}
M1.4	Скрытый дефект	10^{-8}	10^{-4}
B4	Перегруз по удельному весу (тяжести)	10^{-3}	10^{-1}
B5	Заполнение не нормативным материалом	10^{-5}	10^{-3}
M1.5	Небрежное обращение с контейнером	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
B6	Постановка на неподготовленную площадку (перекосы, возникновение напряжений)	10^{-4}	10^{-4}
B7	Нарушения при такелажных работах (подъем, спуск)	10^{-5}	10^{-3}
B8	Удары	10^{-2}	10^{-4}
M1.2	Система заполнения и опорожнения контейнера	10^{-1}	$1,1 \cdot 10^{-2}$
M1.6	Низкий контроль при вводе в эксплуатацию	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
B9	Не выявление дефекта в период эксплуатации	10^{-1}	10^{-5}
B10	Использование не нормативных уплотнителей	10^{-4}	10^{-3}
B11	Дефект запорной арматуры	10^{-2}	10^{-2}
M1.7	Небрежное обращение с контейнером	10^{-6}	10^{-5}
B12	Нарушения при такелажных работах (подъем, спуск)	10^{-3}	10^{-2}
B13	Удары	10^{-3}	10^{-3}
M2	Внешние воздействия на контейнер	10^{-20}	$1,1 \cdot 10^{-20}$
M2.1	Корпус контейнера	10^{-20}	10^{-20}
M2.3	Температура окр.среды	10^{-8}	10^{-5}
B14	Аномальные жара, морозы	10^{-3}	10^{-2}
B15	Рост или падение давления (дыхание контейнера)	10^{-5}	10^{-3}
M2.4	Давление атм., давление штабеля	-	10^{-5}
M2.5	Изменения фоновых концентраций в зоне хранения	10^{-9}	10^{-7}
B16	Коррозия систем уплотнения	10^{-5}	10^{-3}
B17	Вторичные реакции в атмосфере хранения с образованием канцерогенов	10^{-4}	10^{-4}
M2.6	Небрежное обращение с контейнером	10^{-3}	10^{-3}
B18	Постановка на не подготовленную площадку (перекосы, возникновение напряжений)	10^{-3}	10^{-3}
B19	Нарушения при такелажных работах (подъем, спуск)	10^{-3}	10^{-3}

Продолжение приложения 10

B20	Удары при такелажных работах	10^{-4}	10^{-2}
M2.2	Система заполнения и опорожнения контейнера	10^{-23}	10^{-21}
M2.7	Температура окр.среды	10^{-6}	10^{-6}
B21	Аномальные жара, морозы	10^{-2}	10^{-1}
B22	Рост или падение давления (дыхание контейнера)	10^{-4}	10^{-5}
M2.8	Изменения фоновых концентраций в зоне хранения	10^{-7}	10^{-8}
B23	Коррозия систем уплотнения	10^{-3}	10^{-4}
B24	Вторичные реакции в атмосфере хранения с образованием канцерогенов	10^{-4}	10^{-4}
M2.9	Небрежное обращение с контейнером	10^{-10}	10^{-7}
B25	Нарушения при такелажных работах (подъем, спуск)	10^{-5}	10^{-4}
B26	Удары при такелажных работах	10^{-5}	10^{-3}
M3	Внутренние воздействия на контейнер (механические, физические, химические)	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$
M3.1	Корпус контейнера	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
M3.3	Хим. реакции внутри контейнера	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
B27	Рост или падение давления (дыхание контейнера)	10^{-3}	10^{-3}
B28	Коррозия	10^{-4}	10^{-2}
M3.4	Тепловые процессы: расширение и сжатие, как следствие хим.реакций	-	10^{-5}
M3.5	Образование агрессивной среды (для материала контейнера, уплотнителя)	-	10^{-5}
M3.2	Система заполнения и опорожнения контейнера	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2,11 \cdot 10^{-3}$
M3.6	Хим.реакции внутри контейнера	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
B29	Рост или падение давления (дыхание контейнера)	10^{-4}	10^{-3}
B30	Коррозия	10^{-3}	10^{-4}
M3.8	Тепловые процессы: расширение и сжатие, как следствие хим.реакций	-	10^{-3}
M3.9	Образование агрессивной среды (для материала контейнера, уплотнителя)	-	10^{-5}
M4	Временной фактор	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
M4.1	Корпус контейнера	10^{-3}	10^{-3}
B31	Условия герметизации контейнера (загрузка)	10^{-4}	10^{-4}
B32	Срок хранения (со времени загрузки)	10^{-2}	10^{-3}
B33	Надзорное вскрытие контейнера по каким-либо причинам	10^{-3}	10^{-3}
M4.2	Система заполнения и опорожнения контейнера	10^{-3}	10^{-3}
B34	Условия герметизации контейнера (загрузка)	10^{-4}	10^{-3}
B35	Срок хранения (со времени загрузки)	10^{-3}	10^{-4}
B36	Надзорное вскрытие контейнера по каким-либо причинам	10^{-3}	10^{-3}
M5	Замена контейнера по каким-либо причинам	$1,21 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$

Продолжение приложения 10

M5.1	Окончание срока эксплуатации контейнера	$2 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}
B37	Наличие отделения для проведения этого вида работ	10^{-3}	10^{-4}
B38	Замена на месте хранения	10^{-3}	10^{-2}
M5.2	Внеплановая замена системы заполнения и опорожнения контейнера	$1,01 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}
B39	Наличие отделения для проведения этого вида работ	10^{-4}	10^{-4}
B40	Замена на месте хранения	10^{-2}	10^{-2}

SWOT- анализ

1	2	3
	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1.Наличие квалифицированного персонала. С2.Впервые решение данной проблемы затрагивается на высоком уровне. С3.Проект востребован у сотрудников ГУ МЧС России по Томской области и руководителей полигона токсичных отходов. С4.Привлечение сторонних специалистов для решения данной проблемы. С5.Отсутствие затрат на создание проекта. С6.Большое количество доступной литературы по данной тематике.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1.Отсутствие финансирования в дальнейшем для реализации проекта. Сл2.Отсутствие опыта в решении данной проблемы у собственных исполнителей. Сл3.Отсутствие необходимой инфраструктуры.

Продолжение приложения 11

1	2	3
Возможности: В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2.Появления спроса на проект в иных регионах. В3.Организационная поддержка проекта со стороны экологов. В4.Возможность реализации проекта на Томском полигоне токсичных отходов В5.Финансирование проекта со стороны государства.	Научным руководителем моего проекта является профессор, доктор технических наук, который может помочь с инновационной инфраструктурой ТПУ. Проблемы в привлечении инновационной инфраструктуры в нужном направлении. Сотрудники ГУ МЧС России по Томской области могут не понять и не принять решения проблемы при помощи инновационной инфраструктуры ТПУ. Для привлечения серьезных инновационных технологии требуется вложение денежных средств.	Отсутствие финансирования повлияет на использование инновационной структуры. Отсутствие знаний применения инновационных технологии в решении данной проблемы.

Продолжение приложения 11

1	2	3
	Проблема затрагивается на высоком уровне, что подразумевает применение мощных технических средств, инновационных технологий, что будет пользоваться спросом данное решение проблемы. Спросом на решении задач пользуются актуальные и известные проблемы человечества. Привлечение сотрудников с ГУ МЧС России по Томской области придаст большой спрос проекту. Чем больше литературных данных по этой проблеме, тем больше будет методов и подходов для решения поставленных задач. Проект будет востребован у экологов в результате привлечения профессора, доктора технических наук с неординарными подходами в решении проблемы.	

Продолжение приложения 11

1	2	3
	Загрязнение окружающей среды – проблема, которая всегда актуальна и интересна экологам. Задачи и проблемы, решаемые сотрудниками МЧС и экологов пересекаются и взаимосвязаны. Данный проект в будущем будет применим к Томскому полигону токсичных отходов, так как используется обширная информационная и нормативная база данных, привлекаются квалифицированные специалисты с ГУ МЧС России по Томской области и ученые ТПУ.	
Угрозы: У1.Отсутствие помощи со стороны местных властей. У2.Неодобрение данного проекта сотрудниками ГУ МЧС России по Томской области и руководителей полигона токсичных отходов.	Большие затраты на реализацию проекта могут оттолкнуть сотрудников МЧС и работодателей полигона в работе над проектом. Загрязнение окружающей среды – проблема людей, которая требует больших финансовых вложений. Без помощи местных властей	Отсутствие заинтересованных лиц в данном проекте из-за большого привлечения денежных средств. Отсутствие опыта в решении данной проблемы не сможет привести к желаемому результату. Решение экологических проблем и чрезвычайных

Продолжение приложения 11

1	2	3
У3.Изменение законодательной базы по решению данной проблемы. У4.Отсутствие заинтересованности у основных потребителей.	проект не реализуется, насколько актуальна проблема не была и какие специалисты не привлекались. Методы для решения данной проблемы могут не принять сотрудники МЧС.	ситуации не может осуществиться без работы с законодательной базой.

Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM41	Пономарев Алексей Алексеевич		

Консультант кафедры иностранных языков физико-технического института

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкая Надежда Вадимовна	кандидат филологических наук		

Консультант кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Сечин Александр Иванович	Доктор технических наук		

Evaluation of commercial facilities and promising outlook of scientific research from the standpoint of resource efficiency and resource supply

1. Potential consumer of the research results

Thesis on “Development of the methodology of risk management and accident prevention during process industries on toxic wastes landfill” topic is performed as part of research for the Chief Directorate of Ministry of Emergency Situations of Russia in the Tomsk region. The essence of work is to develop a set of measures to ensure the sustainable work of the toxic waste site in terms of the method for determining a fire risk.

Stakeholders in the data and offered problem-solving methods of fire risk of public company "Polygon" will be employees of the Chief Directorate of Ministry of Emergency Situations of Russia in the Tomsk region and representatives of the Tomsk landfill of toxic waste.

The solution of this issue is directly related to Tomsk toxic waste site inasmuch as its location in relation to the city, presence and absence of necessary constructions, quantity of recyclable products and the state of being relevant for neighboring region would be taken into account.

Such kind of research on the development of risk management and accident prevention during process industries on toxic wastes site for public company "Polygon" has not been previously conducted. The solution of this problem was not taken into account before that is why my thesis will be helpful in preventing of emerging threat on toxic waste sites.

1.1. Quad technology

Schedule 1 – Scorecard for comparison of viable project decisions

Criteria	Criterion weight	Score (1-100)	Top score	Relative value (3/4)	Weighted average (3x2)
1	2	3	4	5	
Performance measures of quality of the project					

1.Urgency of an issue	20%	30	100	0,3	600
2.Demand of project	30%	50	100	0,5	1500
3.Equipment need	1%	10	100	0,1	10
4.Efficiency of project	15%	50	100	0,5	750
5.Skill availability	10%	50	100	0,5	500
6.Outsourcing	1%	10	100	0,1	10
7.Regulatory availability	5%	30	100	0,3	150
Performance measures of market potential of the project					
8.Competitive strength of project	1%	20	100	0,2	20
9.Start-up expenses	1%	10	100	0,1	10
10.Project delivery time	7%	50	100	0,5	350
11.Project prospects	7%	40	100	0,4	280
12.Selling expenses	1%	40	100	0,4	40
13.Public funding	1%	20	100	0,2	20
Total	Σ 100%	410	100	4,1	Σ4240

Quality and prospect control according to Quad technology is computed using the following formula:

$$Q_{av} = \sum V_i \times B_i, \quad (1)$$

where Π_{cp} – being weighted average index of the quality and availability of scientific development;

B_i – being value factor of production of i type (expressed as decimal);

B_i – being weighted average of i index.

$$\Pi_{cp} = \sum B_i \times B_i = 42,4 \quad (2)$$

Assessment of project prospect is average. It is necessary to increase the quality of research, to improve the accuracy and reliability of results.

1.2. SWOT analysis

Schedule 2 – Interactive project matrix

Project advantages							
Project opportunities		A1	A2	A3	A4	A5	A6
	O1	+	-	-	0	-	+
	O2	0	+	+	0	0	+
	O3	+	-	+	+	+	+
	O4	+	+	+	+	+	+
	O5	+	-	+	+	+	+

Interactive tabular analysis:

O1A1A3A6;O2A2A3O6;O3A1A3A4A5A6;O4A1A2A3A4A5A6;O5A1A3A4A5A6

Schedule 3 – Interactive project matrix

Project disadvantages				
Project opportunities		D1	D2	D3
	O1	-	-	-
	O2	-	-	-
	O3	-	+	+
	O4	-	0	+
	O5	-	+	+

Interactive tabular analysis:

O3D2D3;O4D3;O5D2D3

Schedule 4 – Interactive project matrix

Project advantages							
		A1	A2	A3	A4	A5	A6

Project risk	R1	-	+	-	-	-	0
	R2	-	0	-	+	-	0
	R3	0	-	-	0	-	-
	R4	-	-	-	-	-	0

Interactive tabular analysis:

R1A2;R2A4

Schedule 5 – Interactive project matrix

Слабые стороны проекта				
Project risk		D1	D2	D3
	R1	+	+	+
	R2	+	+	0
	R3	0	-	-
	R4	+	+	+

Interactive tabular analysis:

R1D1R2D3;R2D1R2;D4R1D2D

Schedule 6 – SWOT- analysis

	Advantages of research project: A1.Presence of competent personnel A2.For the first time solution of the problem is seriously taken into account A3.The project is claimed by the members of Ministry of Emergency Situations of Russia in the Tomsk region and leaders of toxic waste site. A4.Outsourcing for problem solution A5.Absence of project start-up expenses A6.Amount of literature on the subject	Disadvantages of research project: D1.Absence of financial backing for realisation of project at a later stage D2.Inexperience in problem solution of staff members D3.Absence of necessary infrastructure
Opportunities: O1.Usage of TPU innovative infrastructure O2.Demand for project in other regions O3.Organizational support of the project	Research advisor of the project is a professor and D. Sc. in engineering who can help dealing with TPU innovation infrastructure. Problems in implementation of innovation infrastructure: employees of Ministry of Emergency Situations of Russia in the Tomsk region	Absence of financial backing will affect usage of innovation structure. Absence of knowledge of using innovation technologies in dealing with problem.

on the part of environmentalists O4.The possibility of project execution on Tomsk toxic waste site. O5.The possibility of public funding	could misunderstand the main point of the project which assume usage of innovation infrastructure of TPU and reject the solution of this problem in such a way. Engaging foundational innovation technologies claim for investment of finance. This is a high rate problem alluding usage of serious innovation technologies. Methods for solving current and well-known problems of humanity are in demand. The project will be more in requisition if employees of Ministry of Emergency Situations of Russia in the Tomsk region would be attracted. It is necessary to have amount of literature on this problem inasmuch as it will help in gaining a lot of methods variants of dealing with problem. The project would be of environmentalist interests because of attracting of competent specialist a professor and D. Sc. in engineering and out of box thinking person in problem solution. Pollution is a problem that bothers environment specialists. Aims and issues solved by	
---	--	--

	Ministry of Emergency and environmentalists are closely related. The project in future would be applicable for Tomsk toxic waste site inasmuch as here we can find a usage of extensive and normative data base, as well as new competent specialists of Ministry of Emergency of Russia in Tomsk region and university academic specialists are drawn in. For further realization of project, participants would be in need of monetarily supporting.	
Risks: R1.No help from local authorities R2.Reject of this project by employees of Ministry of Emergency of Russia in Tomsk region and leaders of toxic waste site R3.Changes in legal basis on this problem R4.Disinterest of target consumers	Heavy expenses on project start-up could disaffect MOE members and toxic waste site employers. Environmental pollution is a common problem which demands great financial investments. Even if the problem is on the front-burner and amount of specialists are involved the project will not be implemented without the help of local authorities. Methods on solving the problem could be rejected by MOE employees.	Absence of party in interest because of necessity of a lot of monetary means. Absence of experience in solving of the problem wouldn't cause the intended effect. The solving of environmental problems and emergency issues is depending up on legal basis.

2. Identification of possible research alternatives

The problem of the research lies in development of a set of measures that are providing stable work of toxic waste site due to method of fire risk identification.

The main project aspects are presented in literature review title.

Schedule 7-Morphological matrix for toxic waste site

	1	2	3	4	5
A.Toxic waste site risks	Probability of occurrence	Probability of occurrence+degree of complicacy	Probability of occurrence+degree of complicacy +degree of increasing	Probability of occurrence of degree of complicacy +degree of increasing +increase of quantity	Probability of occurrence+degree of complicacy +degree of increasing +increase of quantity + inability to solve the problem
B.Toxic waste site structure	Violation of National State Standard exaction during construction	Violation of National State Standard exaction during construction +appearance of emergency threat	Violation of National State Standard exaction during construction +appearance of emergency threat +absence of necessary documentation	Violation of National State Standard exaction during construction +appearance of emergency threat +absence of necessary documentation +absence of necessary constructions	
C.Presence of legal basis	Disregard to legal basis	Disregard to legal basis +introduction of amendments	Disregard to legal basis +introduction of amendments to legal basis +absence of		

		to legal basis	legal basis		
D.Ways of problem solving	Violation of requirements during problem solving	Violation of requirements during problem solving +absence of financial backing	Violation of requirements during problem solving +absence of financial backing +absence of outside organizations support	Violation of requirements during problem solving +absence of financial backing +absence of outside organizations support +absence of interest in such ways of problem solving	Violation of requirements during problem solving +absence of financial backing +absence of outside organizations support +absence of interest in such ways of problem solving + absence of any problem solving methods

A1B1D1D1;A2B2C2D2;A3B3C3D3;A4B4D4

The probability of occurrence of risks at the site of toxic waste is directly related to the violation of the legal basis in building constructions. That's why problems in dealing with this issue arise.

In the future, the level of risk increases, and there will be more dangerous moments. Absence of financial backing on the part of local authorities will make tasks in hand harder to pull off. For that matter new violations are taking its place, problem became more complicated, outside organizations help is absent.

Upon condition of disregard of this terms the threat of incapability solving the problem of toxic waste site increasing and this project can be unreleased.

3. Research plan making

3.1. Research breakdown structure

Schedule 8 – List of steps, work package and cast

List of steps	№	Work package	Executor
Creating project topic	1	Drafting and approval	Research advisor
	2	Topic applicability overview	
Select of research line	3	Research	Student
	4	Choose of research line	Research advisor, student
	5	Work scheduling	
Theoretical research	6	Literature searches	Student
	7	Regulatory document choose	
	8	Scheduling	
Empirical research	9	Laboratory research	Research advisor, student
	10	Performing calculations on topic	
	11	Creating problem-solving technique	Student
Evaluation of the results	12	Appraisal of results	Research advisor
	13	Efficiency level of suggested problem handling ways	Research advisor, student

3.2. Work labour input

To determine the expected (average) value of $t_{\text{ожи}}$ labour intensity the following formula is used:

$$t_{\text{ожи}} = (3t_{\text{min } i} + 2t_{\text{max } i}) / 5, \quad (3)$$

where $t_{ожкi}$ – being expected i -activity content for person per day;

$t_{min i}$ - minimal i -activity content (in auspicious circumstances) for person per day;

$t_{max i}$ – maximum i -activity content (in adversary circumstances) for person per day;

For calculating: A1B1C1D1

$$t_{ожкi} = (3 \times 1 + 2 \times 3) / 5 = 2 \text{ humans per day.} \quad (4)$$

For determine work duration (in l-day) – T_p , taking into account multiprocessing of working (by several workers):

$$T_{pi} = t_{ожкi} / \Psi_i, \quad (5)$$

where T_{pi} – one task duration stating in one labour day;

$t_{ожкi}$ – expected activity content for person per day

Ψ_i - quantity of workers multiprocessing on one and the same stage, person

$$T_{pi} = 2 / 1 = 2 \text{ workers per day.} \quad (6)$$

For calculating: A2B2C2D2

$$t_{ожкi} = (3 \times 1 + 2 \times 3) / 5 = 2 \text{ person per day} \quad (7)$$

$$T_{pi} = 2 / 1 = 2 \text{ labour days} \quad (8)$$

For calculating: A3B3C3D3

$$t_{ожкi} = (3 \times 1 + 2 \times 3) / 5 = 2 \text{ person per day} \quad (9)$$

$$T_{pi} = 2 / 1 = 2 \text{ labour days.} \quad (10)$$

3.3. Research schedule developing

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{кал}, \quad (11)$$

where T_{ki} – being duration of i -work execution stated in c-day;

T_{pi} – duration of i -work execution in l-days;

$k_{кал}$ – calendar coefficient

Calendar coefficient is computed using the following formula:

$$k_{кал} = T_{кал} / (T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}), \quad (12)$$

where $T_{кал}$ – being quantity of c-days during the year;

$T_{вых}$ – quantity of days-off during the year;

T_{np} – quality of banner days.

For calculating: A1B1C1D1

$$k_{\text{кал}} = T_{\text{кал}} / T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{np}} = 365 / 365 - 118 - 28 = 1,7 \quad (13)$$

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 2 \times 1,7 = 4 \text{ c-days.} \quad (14)$$

For calculating: A2B2C2D2

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 2 \times 1,7 = 4 \text{ c-days.} \quad (15)$$

For calculating: A3B3C3D3

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 2 \times 1,7 = 4 \text{ c-days.} \quad (16)$$

Schedule 9 – Temporary research indicators

Work package	Activity content						Executive	Duration of work in l-days T_{pi}	Duration of work in c-days T_{ki}								
	$t_{\min}$, human per day	$t_{\max}$, human per day	$t_{\text{ожид}}$, human per day														
A1B1C1D1	A2B2C2D2	A3B3C3D3	A1B1C1D1	A2B2C2D2	A3B3C3D3	A1B1C1D1	A2B2C2D2	A3B3C3D3	A1B1C1D1	A2B2C2D2	A3B3C3D3						
Drafting and approval project topic	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Research advisor	2	2	2	4	4	4	
Analysis of the topicality	1	1	1	2	2	2	1	1	1		Research advisor	1	1	1	2	2	2
Finding and approving of research material	1	1	1	2	2	2	1	2	2			Student	1	2	2	2	4
Choosing of research line	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Research advisor and Student			1	1	1	2	2

	Total	The efficiency of the proposed problem solving methods	Evaluation and analysis of the proposed methods	Creating of problem solving methods due to the issue	Calculating	Laboratory research	Scheduling	Choosing of regulatory documents	Literature search	Work scheduling
27	1		1	1	10	6	1	1	1	1
33	5		2	2	10	6	1	1	1	1
44	5		3	5	14	8	2	1	1	1
44	3		2	2	12	5	3	2	2	3
46	3		2	4	12	5	3	2	2	3
57	3		3	5	16	6	4	2	2	3
32	2		1	1	10	6	2	1	1	2
40	4		2	3	10	6	2	2	2	2
50	4		3	5	14	8	3	2	2	2
		Research advisor, student	Research advisor	Student	Research advisor and student	Research advisor student	Student	Student	Student	Research advisor and Student
21	1		1	1	5	3	2	1	1	1
28	2		2	3	5	3	2	2	2	1
35	2		3	5	7	4	3	2	2	1
41	2		2	2	9	6	4	2	2	2
55	4		4	6	9	6	4	4	4	2
67	4		6	9	12	8	6	4	4	2

Schedule 10 – Research timetable

№ раб оты	Work package	Executor	T_{ki} , с- day	Task time										
				March			April			May			June	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Drafting and approval of project topic	Research advisor	12	/	/									
2	Analysis of the topicality		6		/									
3	Finding and approving of research material	Student	10											
4	Choosing of research line	Research advisor, Student	6		/									
5	Work scheduling		6			/								
6	Literature search	Student	10											
7	Choosing of regulatory documents	Student	10											
8	Scheduling	Student	14											
9	Laboratory research	Research advisor, Student	20											
10	Calculating		30											
11	Creating of problem solving methods due to the issue	Student	17											
12	Evaluation and analysis of the proposed methods	Research advisor	12											
13	The efficiency of the proposed problem solving methods	Research advisor	10											

 -research advisor

 -student

3.4. Research budget (Scientific Technical Research)

3.4.1. Material spending calculations STR

Material spending calculation is computed using the following formula:

$$3_M = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m \Pi_i \times N_{pacxi}, \quad (17)$$

where m – being quantity of consumed stock of recourses during the research;

N_{pacxi} – quantity of i-type would-be used recourses while research (pcs, kg, m, m² and etc.);

Π_i – price of i-type resource acquisition (rub/pcs, rub./kg, rub./m, rub./m² and etc.);

k_T – transport charges coefficient

For calculating: A1B1C1D1

$$3_M = (1 + 40) \times 268 + 7 = 316 \text{ rub} \quad (18)$$

$$k_T = 40$$

For calculating: A2B2C2D2

$$3_M = (1 + 75) \times 498 + 10 = 584 \text{ rub} \quad (19)$$

$$k_T = 75$$

For calculating: A3B3C3D3

$$3_M = (1 + 109) \times 728 + 13 = 851 \text{ rub} \quad (20)$$

$$k_T = 109$$

Schedule 11- Material spendings

Title	Unit of measurements	Quantity			Unit price, rub			Material costs, (3 _M), rub.		
		A1B1 C1D1	A2B2 C2D2	A3B3 C3D3	A1B1 C1D1	A2B2 C2D2	A3B3 C3D3	A1B1 C1D1	A2B2 C2D2	A3B3C 3D3
Paper	Pack	1	2	3	150	150	150	150	300	450
Ball-point	Piece	2	4	6	40	40	40	80	160	240

pen «Pilot»										
Pencil	Piece	2	2	2	7	7	7	14	14	14
Eraser	Piece	1	1	1	4	4	4	4	4	4
Binder	Piece	1	1	1	20	20	20	20	20	20
Total		7	10	13	221	221	221	268	498	728

3.4.2. Calculation of cost for special equipment for scientific (experiment) researches

While drafting Tomsk toxic waste site any special equipment hasn't been bought.

3.4.3. Base executor's salary

Schedule 12 – Base payment calculations

№ п / п	Stage name			Executors by category			Activity content, person per day			Salary for one person per day stated in thousand rub			Total fixed salary stated in thousand rub		
1	A1 B1 C1 D1	A2 B2 C2 D2	A3 B3 C3 D3	A1 B1 C1 D1	A2 B2 C2 D2	A3 B3 C3 D3	A1 B1 C1 D1	A2 B2 C2 D2	A3 B3 C3 D3	A1 B1 C1 D1	A2 B2 C2 D2	A3 B3 C3 D3	A1 B1 C1 D1	A2 B2 C2 D2	A3B3C3D3
2				Research advisor			21	28	35	757,92			18303,77	24405,02	30506,28
3				Student			21	28	35	123,66			2908,48	3877,97	4847,47
Total							84			881,58			84848,99		

Monthly salary:

$$3_M = 3_{TC} \times (1 + k_{np} + k_d) \times k_p ; \quad (21)$$

$$3_{TC} = T_{ci} \times k_T , \quad (22)$$

where 3_{TC} – being fixed salary stated in rub;

k_{np} – 30% bonus ratio of 3_{TC} ;

k_d – premium ratio of 0,2 – 0,5 (in research institutes and in industry - for the expansion of the service areas for professional skill, for harmful conditions: 15 to 20% of OT 3_{TC});

k_p – region ratio of 1,3 (Tomsk only)

T_{ci} = 600 rub.

k_T = 0,25

$$3_M = 3_{TC} \times (1 + k_{np} + k_d) \times k_p = 150 \times (1 + 30 + 45) \times 1,3 = 14820 \text{ rub} \quad (23)$$

Average daily salary

$$3_{дн} = 3_M \times M / F_d , \quad (24)$$

where 3_M – being monthly fixed salary stated in rub;

M – amount of working months leave out vacation:

if vacation duration is 24 days $M = 11,2$ months, five-day working week

F_d – actual annual amount of sci-tech staff working time, stated in working days.

F_d = 219

$$3_{дн} = 3_M \times M / F_d = 14820 \times 11,2 / 219 = 757,92 \text{ rub.} \quad (25)$$

Base salary:

$$3_{оч} = 3_{дн} \times T_p , \quad (26)$$

where $3_{оч}$ – being base salary of one worker;

T_p – duration of works which are made by sci-tech staff stated in working days;

$3_{дн}$ – average daily salary of worker stated in rub.

Research advisor

For calculating: A1B1C1D1

$T_p=21$ days.

$$З_{\text{оч}} = З_{\text{дн}} \times T_p = 757,92 \times 21 = 15916,32 \text{ rub.} \quad (27)$$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{оч}} + З_{\text{доп}} \quad (28)$$

$З_{\text{доп}}=15\%$ от $З_{\text{оч}}$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{оч}} + З_{\text{доп}} = 15916,32 + 2387,45 = 18303,77 \text{ rub.} \quad (29)$$

For calculating: A2B2C2D2

$T_p=28$ days.

$$З_{\text{оч}} = З_{\text{дн}} \times T_p = 757,92 \times 28 = 21221,76 \text{ rub} \quad (30)$$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{оч}} + З_{\text{доп}} = 21221,76 + 3183,26 = 24405,02 \text{ rub.} \quad (31)$$

For calculating: A3B3C3D3

$T_p=35$ days.

$$З_{\text{оч}} = З_{\text{дн}} \times T_p = 757,92 \times 35 = 26527,2 \text{ rub.} \quad (32)$$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{оч}} + З_{\text{доп}} = 26527,2 + 3979,08 = 30506,28 \text{ rub.} \quad (33)$$

Student

Fixed monthly worker salary:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пп}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}; \quad (34)$$

$$З_{\text{тс}} = T_{\text{ci}} \times k_{\text{т}}. \quad (35)$$

$T_{\text{ci}}=600$ rub.

$k_{\text{т}}=0,10$

$$З_{\text{тс}} = T_{\text{ci}} \times k_{\text{т}} = 600 \times 0,1 = 60 \text{ rub} \quad (36)$$

$k_{\text{пп}}=18$

$k_{\text{д}}=12$

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пп}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}} = 60 \times (1 + 18 + 12) \times 1,3 = 2418 \text{ rub.} \quad (37)$$

$$З_{\text{дн}} = З_{\text{м}} \times M / F_{\text{д}} = 2418 \times 11,2 / 219 = 123,66 \text{ rub} \quad (38)$$

$$З_{\text{оч}} = З_{\text{дн}} \times T_p \quad (39)$$

For calculating: A1B1C1D1

$T_p=21$ day.

$$З_{\text{оч}} = З_{\text{дн}} \times T_p = 123,66 \times 21 = 2596,86 \text{ rub.} \quad (40)$$

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{оч}} + З_{\text{доп}}; \quad (41)$$

$$З_{доп}=12\% \text{ от } З_{очн}. \quad (42)$$

$$З_{зп} = З_{очн} + З_{доп} = 2596,86 + 311,62 = 2908,48 \text{ rub.} \quad (43)$$

For calculating: A2B2C2D2

$$T_p = 28 \text{ days.}$$

$$З_{очн} = З_{дн} \times T_p = 123,66 \times 28 = 3462,48 \text{ rub.} \quad (44)$$

$$З_{зп} = З_{очн} + З_{доп} = 3462,48 + 415,49 = 3877,97 \text{ rub.} \quad (45)$$

For calculating: A3B3C3D3

$$T_p = 35 \text{ days.}$$

$$З_{очн} = З_{дн} \times T_p = 123,66 \times 35 = 4328,1 \text{ rub.} \quad (46)$$

$$З_{зп} = З_{очн} + З_{доп} = 4328,1 + 519,37 = 4847,47 \text{ rub.} \quad (47)$$

Schedule 13 – Working timeline

Indicator of working hours	Research advisor	Student
The number of c-days	365	365
The number of days off - weekends - holidays	146	146
Lost of working hours - vacation - medical leave	0	0
Real amount of annual working days	219	219

Schedule 14- Base salary calculation

Executives	Degree	k_T	$З_{ТС}$, rub.	$k_{пп}$	k_d	k_p	$З_M$, rub.	$З_{дн}$, rub.	T_p , workin g days	$З_{очн}$, rub.
Research advisor	professor and D. Sc. in engineering	0,25	150	30	45	1,3	14820	757,92	21	15916,32
									28	21221,76

									35	26527,2
Student	Research assistant	0,10	60	18	12	1,3	2418	123,66	21	2596,86
									28	3462,48
									35	4328,1
									Total 3 _{och}	

3.4.4. Bonus salary of the researches

Bonus salary is computed using the following formula:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}, \quad (48)$$

where $k_{\text{доп}}$ – being bonus salary ratio.

Research advisor

$$k_{\text{доп}} = 0,15$$

For calculating: A1B1C1D1

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 15916,32 = 2387,45 \text{ rub.} \quad (49)$$

При решении проблемы: A2B2C2D2

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 21221,76 = 3183,26 \text{ rub.} \quad (50)$$

For calculating: A3B3C3D3

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,15 \times 26527,2 = 3979,08 \text{ rub} \quad (51)$$

Student

$$k_{\text{доп}} = 0,12$$

For calculating: A1B1C1D1

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}} = 0,12 \times 2596,86 = 311,62 \text{ rub.} \quad (52)$$

For calculating: A2B2C2D2

$$3_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times 3_{\text{осн}} = 0,12 \times 3462,48 = 415,49 \text{ rub.} \quad (53)$$

For calculating: A3B3C3D3

$$3_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times 3_{\text{осн}} = 0,12 \times 4328,1 = 519,37 \text{ rub} \quad (54)$$

3.4.5. Allocations to the off-budget funds (insurance allocations)

The amount of off-budget fund allocations is computed using the following formula:

$$3_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (3_{\text{осн}} + 3_{\text{доп}}) \quad (55)$$

$k_{\text{внеб}}$ – off-budget funds allocations ratio.

$$k_{\text{внеб}} = 27,1\%$$

Research advisor

For calculating: A1B1C1D1

$$3_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (3_{\text{осн}} + 3_{\text{доп}}) = 27,1\% \times (15916,32 + 2387,45) = 4960,32 \text{ rub.} \quad (56)$$

For calculating: A2B2C2D2

$$3_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (3_{\text{осн}} + 3_{\text{доп}}) = 27,1\% \times (21221,76 + 3183,26) = 6613,76 \text{ rub.} \quad (57)$$

For calculating: A3B3C3D3

$$3_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (3_{\text{осн}} + 3_{\text{доп}}) = 27,1\% \times (26527,2 + 3979,08) = 8267,2 \text{ rub.} \quad (58)$$

Student

For calculating: A1B1C1D1

$$3_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (3_{\text{осн}} + 3_{\text{доп}}) = 27,1\% \times (2596,86 + 311,62) = 788,19 \text{ rub.} \quad (59)$$

For calculating: A2B2C2D2

$$3_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (3_{\text{осн}} + 3_{\text{доп}}) = 27,1\% \times (3462,48 + 415,49) = 1050,92 \text{ rub.} \quad (60)$$

For calculating: A3B3C3D3

$$3_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (3_{\text{осн}} + 3_{\text{доп}}) = 27,1\% \times (4328,1 + 519,37) = 1313,66 \text{ rub.} \quad (61)$$

Schedule 15 – Allocations to the off-budget funds

Executor	Base salary stated in rub.			Premium salary stated in rub.		
	A1B1C1D1	A2B2C2D2	A3B3C3D3	A1B1C1D1	A2B2C2D2	A3B3C3D3
Research advisor	15916,32	21221,76	26527,2	2387,45	3183,26	3979,08

Student	2596,86	3462,48	4328,1	311,62	415,49	519,37
Off-budget funds allocations ratio	27,1%					
Total						
	A1B1C1D1		A2B2C2D2		A3B3C3D3	
Research advisor	4960,32		6613,76		8267,2	
Student	788,19		1050,92		1313,66	

3.4.6. Business trip expenses

There were no business tips during the research.

3.4.7. Counterparty expenses

There was no data of counterparty involving during the research.

3.4.8. Burden charges

Burden charges are computed using the following formula:

$$З_{\text{накл}} = (\text{documentary amount} \div 7) \times k_{\text{HP}} \quad (62)$$

k_{HP} – burden charges ratio.

$$k_{\text{HP}} = 16\%$$

For calculating: A1B1C1D1

Print and photocopying of the research material: 300 rub

power costs: 10000 rub

communication service fees: 300 rub

$$З_{\text{накл}} = 10600 \times 16\% = 1696 \text{ rub.} \quad (63)$$

For calculating: A2B2B2Г2

Print and photocopying of the research material: 400 rub

power costs:15000 rub

communication service costs:300 rub

$$3_{\text{накл}}=15700 \times 16\%=2512 \text{ rub.} \quad (64)$$

For calculating: A3B3B3Г3

Print and photocopying of the research material:800 rub

power costs:25000 rub

communication service costs:300 rub

gas, АИ-92:1000 rub

$$3_{\text{накл}}=27100 \times 16\%=4336 \text{ rub.} \quad (65)$$

3.4.9. Research budgeting

Schedule 16 – Research budgeting list

Title	Total, rub.		
	A1B1C1D1	A2B2C2D2	A3B3C3D3
1.Research material expenses	268	498	728
2.Equipment outlay	0	0	0
3.Base salary expenses	21212,25	28282,99	35353,75
4.Premium salary expenses	2699,07	3598,75	4498,45
5.Off-budget allocations	5748,51	7664,68	9580,86
6.Business trip expenses	0	0	0
7.Counterparty expenses	0	0	0
8.Burden charges	1696	2512	4336
9.Research budgeting	31623,83	42556,42	54497,06

4. Defining resource (resource-saving), financial, budgetary, social and economic research efficiency

Aggregated financial index of the project is computed using the following formula:

$$I_{\text{фин}}^{\text{исн.}i} = \Phi_{pi} / \Phi_{\max}, \quad (66)$$

$I_{\text{фин}}^{\text{исн.}i}$ – being aggregated financial index of the development;

Φ_{pi} – cost of i-variant of execution;

$\Phi_{\max}$ – maximum cost of research execution (which includes equivalents).

For calculating: A1B1C1D1

$$I_{\text{фин}}^{\text{исн.}i} = \Phi_{pi} / \Phi_{\max} = 31623,83/54497,06=0,6 \quad (67)$$

For calculating: A2B2C2D2

$$I_{\text{фин}}^{\text{исн.}i} = \Phi_{pi} / \Phi_{\max} = 42556,42/54497,06=0,8 \quad (68)$$

For calculating: A3B3C3D3

$$I_{\text{фин}}^{\text{исн.}i} = \Phi_{pi} / \Phi_{\max} = 54497,06/54497,06=1 \quad (69)$$

Quantity of the aggregated financial index that we have got shows us price reduction of development in several-fold.

Aggregated component of resource efficiency of study methods variation:

$$I_{pi} = \sum a_i \times b_i, \quad (70)$$

where I_{pi} – being aggregated financial measure of resource efficiency for i-variant of method variation;

a_i – i-variant ratio of development performance;

b_i^a, b_i^p – i-variant of development performance valuation due to grading scale;

n – number of comparison characteristics.

Schedule 17 – Comparative evaluation of the characteristics of the project variants

Target of research Criteria	Charateristic ratio	A1B1C1D1	A2B2C2D2	A3B3C3D3
1.Urgency of an issue	25%	5	5	5

2.Demand of project	15%	3	4	5
3.Equipment need	15%	5	5	5
4. Skill availability	30%	5	5	5
5Outsourcing	5%	1	2	3
6.Availability of legal basis	10%	5	5	5
Total	$\Sigma 100\%$			

$$I_{p- A1B1C1D1}=5 \times 25 + 3 \times 15 + 5 \times 15 + 5 \times 30 + 1 \times 5 + 5 \times 10 = 450 \quad (71)$$

$$I_{p- A2B2C2D2}=5 \times 25 + 4 \times 15 + 5 \times 15 + 5 \times 30 + 2 \times 5 + 5 \times 10 = 470 \quad (72)$$

$$I_{p- A3B3C3D3}=5 \times 25 + 5 \times 15 + 5 \times 15 + 5 \times 30 + 3 \times 5 + 5 \times 10 = 490 \quad (73)$$

Aggregated index of methods variation efficiency is computed using the following formula:

$$I_{A1B1C1D1} = I_{p- A1B1C1D1} / I_{\text{функ}}^{I_{A1B1C1D1}} \quad (74)$$

$$I_{A2B2C2D2} = I_{p- A2B2C2D2} / I_{\text{функ}}^{I_{A2B2C2D2}} \quad (75)$$

$$I_{A3B3C3D3} = I_{p- A3B3C3D3} / I_{\text{функ}}^{I_{A3B3C3D3}} \quad (76)$$

For calculating: A1B1C1D1

$$I_{A1B1C1D1} = I_{p- A1B1C1D1} / I_{\text{функ}}^{I_{A1B1C1D1}} = 450 / 0,6 = 750 \quad (77)$$

For calculating: A2B2C2D2

$$I_{A2B2C2D2} = I_{p- A2B2C2D2} / I_{\text{функ}}^{I_{A2B2C2D2}} = 470 / 0,8 = 587,5 \quad (78)$$

For calculating: A3B3C3D3

$$I_{A3B3C3D3} = I_{p- A3B3C3D3} / I_{\text{функ}}^{I_{A3B3C3D3}} = 490 / 1 = 490 \quad (79)$$

Comparison of integral indicator of the effectiveness of the methods variation will determine the relative effectiveness of the project and choose the most suitable variant of the proposed.

Comparative efficacy of the project:

$$\Theta_{cp} = I_{A3B3C3D3} / I_{A1B1C1D1} = 490 / 750 = 0,6 \quad (80)$$

$$\Theta_{cp} = I_{A2B2C2D2} / I_{A1B1C1D1} = 587,5 / 750 = 0,8 \quad (81)$$

$$\Theta_{cp} = I_{A1B1C1D1} / I_{A1B1C1D1} = 750/750 = 1 \quad (82)$$

Schedule 18- Comparative efficacy of development

№ п/п	Index	A1B1C1D1	A2B2C2D2	A3B3C3D3
1	Aggregated financial index	0,6	0,8	1
2	Aggregated resource efficiency index	450	470	490
3	Aggregated efficiency index	750	587,5	490
4	Efficinecy of methods variation	1	0,8	0,6

Comparison of aggregated performance index shows that more effective option to solve the technical problem of thesis work from a position of financial and resource efficiency is the first method.