

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Оптимизация системы мониторинга атмосферного воздуха и грунтов в районе влияния ТЭЦ-2 г. Владивостока

УДК 628.16.067.1:628.112 (571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM71	Агаркова Валерия Олеговна		07.06.19 г.

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Е.Ю.	К.Г.-М.Н.		07.06.19

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОГ	Леонова А.В.			07.06.19

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Волкова А.Л.			07.06.19

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Атепаева Н.А.			07.06.19

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев О.Г.	Д.Г.Н.		07.06.19

Планируемые результаты освоения

Код	Результат обучения
Общие по направлению подготовки	
P1	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития
P2	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P3	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и инновационной деятельности.
P4	Использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и образовательные технологии образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»
P5	Проводить учебные занятия по учебным предметам, курсам, дисциплинам образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»
P6	Использовать знания в области водного хозяйства и природообустройства (мелиорации, рекультивации, инженерной защиты территорий) для надлежащей эксплуатации сооружений и систем природообустройства и водопользования, охраны водных объектов
P7	Разрабатывать документацию по эксплуатации мелиоративных систем, рекультивации нарушенных земель и водных объектов
P8	Проводить эксплуатацию и мониторинг сооружений и систем природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы
P9	Использовать знания о геологических, геохимических, гидрологических, гидрогеологических, климатических процессах для определения параметров проектируемых сооружений и систем природообустройства и водопользования, выявления опасных природных и техногенных процессов
P10	Разрабатывать раздел проектной документации «Охрана окружающей среды»
P11	Проводить инженерно-геологические, инженерно-экологические, инженерно-гидрометеорологические изыскания, экологический мониторинг, руководить проведением инженерных изысканий и экологического мониторинга

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки Природообустройство и водопользование
 Уровень образования магистратура
 Отделение геологии
 Период выполнения: осенний / весенний семестр 2018 / 2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2019 г.
--	---------------

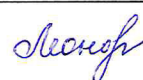
Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.11.18	Состояние изученности проблемы исследований	15
03.12.18	Физико-географические условия района	15
10.01.19	Инженерно-геологические условия участка	15
11.02.19	Экологическое состояние территории в зоне воздействия объекта	15
04.04.19	Оптимизация системы мониторинга	20
15.05.19	Финансовый менеджмент, ресурсообеспеченность и ресурсосбережение	10
20.05.19	Социальная ответственность	10
03.06.19	Диплом целиком	100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

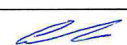
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Е.Ю.	К.Г.-М.Н.		15.10.18 г.

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОГ	Леонова А.В.			15.10.18 г.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев О.Г.	Д.Г.Н.		15.10.18 г.

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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки Природообустройство и водопользование
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

 01.12.17 О.Г. Савичев

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2BM71	Агарковой В.О.

Тема работы:

Оптимизация системы мониторинга атмосферного воздуха и грунтов в районе влияния
ТЭЦ-2 г. Владивостока

Утверждена приказом

№3894/с от 17.05.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

03.06.2019 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Проектная документация, нормативно-правовые документы, научная литература, картографические материалы, электронные источники.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов,

В общей части рассмотреть природные условия территории г. Владивостока, климат, геологические, гидрогеологические, гидрологические, геоморфологические условия. В специальной части проанализировать изменения розы ветров по сезонам, сопоставить распространение загрязняющих веществ в атмосфере и грунтах в соответствии с розой ветров, выявить превышения содержания вредных

подлежащих разработке; заключение по работе).	примесей в атмосферном воздухе и грунтах на территории, прилегающей к ТЭЦ-2. Обосновать и разработать предложения по совершенствованию методики мониторинга загрязнения воздуха и грунтов, а также предложения по уменьшению выбросов твердых частиц.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Геологическая карта дочетвертичных отложений г. Владивостока. 2. Геологическая карта четвертичных отложений г. Владивостока.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Волкова А.Л.
Социальная ответственность	Атепаева Н.А.
Раздел, выполненный на иностранном языке	Айкина Т.Ю.
Инженерно-геологические условия участка. Современное экологическое состояние территории в зоне воздействия объекта	Леонова А.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Atmospheric air and soil pollution: major sources and types of pollution	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	От 01.12.2017 №9466/с
---	-----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пасечник Е.Ю.	к.г.-м.н.		01.12.2017 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM71	Агаркова В.О.		01.12.2017 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2BM71	Агарковой Валерии Олеговне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

«Оптимизация системы мониторинга атмосферного воздуха и грунтов в районе влияния ТЭЦ-2 г. Владивостока»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость проведения полевых работ – 12305,85 руб.; Стоимость проведения лабораторных исследований – 142772,18 руб.; Стоимость проведения камеральных работ – 83162,08 руб.; Сметная стоимость полевых, лабораторных и камеральных работ – 286103,5 руб.; расходы по внутреннему транспорту – 1076,76 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизации 10%. Премии 30%; надбавки 20%; дополнительная заработная плата 13,5%; накладные расходы 16%; районный коэффициент 1,2; коэффициент при работе в неблагоприятном периоде 1,3; коэффициент к итогу сметной стоимости – 1,1; сметный расчет выполняется согласно СБЦ (01.01.99г.) с учетом индекса изменения сметной стоимости на I квартал 2019 г. – 47,12; расходы по внутреннему транспорту – 8,75% от сметной стоимости полевых работ.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений и кредитования	Общая, тарифы на пенсионное страхование – 22%; обязательное социальное страхование (ОСС) – 2,9%; обязательное медицинское страхование (ОМС) – 5,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Сравнительная оценка характеристик разрабатываемого проекта
2. Разработка устава научно-технического проекта	Целью данного проекта является определение ресурсной, финансовой и экономической эффективности исследования
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление плана проведения работ, расчет основных статей расходов, определение: этапов выполнения работ; трудоемкость этапов работ, подсчет затрат на выполнение работ; разработка графика Ганта (календарного план-графика проекта)
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Расчет интегрального показателя эффективности НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма FAST
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

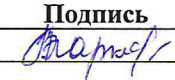
5. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.12.2017г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Волкова Анна Леонидовна			01.12.2017г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM71	Агаркова Валерия Олеговна		01.12.2017г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2BM71	Агарковой Валерии Олеговне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

«Оптимизация системы мониторинга атмосферного воздуха и грунтов в районе влияния ТЭЦ-2 г. Владивостока»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – территория в зоне воздействия ТЭЦ-2 г. Владивостока. Рабочие зоны – в полевых, лабораторных и камеральных условиях. В технологический процесс входит отбор проб воздуха и грунтов, изучение их химического состава и обработка результатов. Результаты данных работ используются для дальнейшего плана развития мониторинга загрязнения воздуха и грунтов на территории
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы (Часть I. Разделы 1-5) ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения) Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1) Анализ выявленных вредных факторов при проведении полевых работ: – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2) Анализ выявленных вредных факторов при проведении лабораторных и камеральных работ: – отклонение параметров микроклимата в помещении; – токсические и раздражающие факторы; – напряженность физического труда; – недостаточная освещенность рабочей зоны
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на атмосферу. Источник загрязнения атмосферного воздуха – котлы ТЭЦ-2. При осаждении частиц происходит

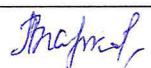
	загрязнение почвенного покрова.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее типичными чрезвычайными ситуациями в данном регионе (в полевых условиях) являются: – тайфуны; – землетрясения; – сильные ветра; ЧС в лабораторных и камеральных условиях: – пожары; – ЧС, связанные с химическими реактивами

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.12.2017 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделение общетехнических дисциплин, Старший преподаватель	Атепаева Наталья Александровна			01.12.2017 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM71	Агаркова Валерия Олеговна		01.12.2017 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 122 страницы, 18 рисунков, 50 таблиц, 39 источников литературы, 3 приложения.

Ключевые слова: мониторинг, атмосферный воздух, грунт, загрязнение, загрязняющие вещества.

Объектом исследования является качество атмосферного воздуха и грунтов в зоне воздействия ТЭЦ-2 города Владивостока.

Цель работы – разработка предложений по оптимизации системы мониторинга загрязнения воздуха и грунтов в зоне воздействия ТЭЦ-2, а также рекомендаций по улучшению экологического состояния от воздействия ТЭЦ-2 г. Владивостока.

Работа состоит из восьми глав, где *первая глава* содержит состояние изученности темы исследования; *вторая глава* содержит описание физико-географических, геологических, геоморфологических, гидрогеологических, гидрологических, климатических, почвенных и растительных условий г. Владивостока; *третья глава* посвящена описанию инженерно-геологических условий участка расположения ТЭЦ-2: рельеф, гидрогеологические условия, геологические процессы, геологическое строение, физико-механические свойства и состояние грунтов; в *четвертой главе* представлены результаты экологического состояния атмосферного воздуха и грунтов, находящихся в зоне влияния ТЭЦ-2; в *пятой главе* рассмотрена ситуация с золошлаковыми отходами; *шестая глава* содержит рекомендации по сокращению выбросов твердых веществ из дымовых труб ТЭЦ-2; в *седьмой главе* рассмотрены вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения при проведении мониторинга качества атмосферного воздуха и грунтов; в *восьмой главе* рассмотрены вопросы социальной безопасности.

В дальнейшем данный материал можно использовать при подготовке проекта мониторинга и при модернизации системы оборудования ТЭЦ-2.

Оглавление

	Введение	12
1	Состояние изученности проблемы исследований	13
2	Физико-географические условия района	16
2.1	Геоморфология и рельеф	17
2.2	Геологическое строение	18
2.3	Гидрогеологические условия	19
2.4	Гидрологические условия	19
2.5	Климатические характеристики	20
2.5.1	Температура воздуха	22
2.5.2	Температура почвы	24
2.5.3	Влажность воздуха	25
2.5.4	Атмосферные осадки	26
2.5.5	Ветровой режим	28
2.5.6	Атмосферное давление	31
2.6	Почвенные и растительные условия	31
3	Инженерно-геологические условия участка	33
3.1	Рельеф участка	33
3.2	Гидрогеологические условия	34
3.3	Геологические процессы	35
3.4	Геологическое строение участка	36
3.4.1	Общая характеристика	36
3.4.2	Физико-механические свойства грунтов участка	36
4	Экологическое состояние территории в зоне воздействия объекта	38
4.1	Состояние грунтов территории промплощадки	38
4.2	Состояние атмосферного воздуха	41
4.3	Состояние грунтов	44
4.4	Состояние водной среды	47
4.5	Золошлаковые отходы	50
5	Оптимизация системы мониторинга	51
5.1	Применение электростатических фильтров	53
5.2	Переход на альтернативное топливо	56
6	Финансовый менеджмент, ресурсообеспеченность и ресурсосбережение	57
6.1	Предпроектный анализ	58
6.2	FAST-анализ	58
6.3	SWOT-анализ	63

6.4	Планирование работ по инженерным изысканиям	66
6.5	Определение трудоемкости выполнения работ	67
6.6	Оценка готовности проекта	74
6.7	Инициация проекта	75
6.8	Организационная структура проекта	76
6.9	Контрольные события проекта	76
6.10	Бюджет научного исследования	77
6.11	Ресурсоэффективность	78
6.12	Реестр рисков проекта	80
7	Социальная ответственность	82
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	83
7.2	Производственная безопасность	84
7.3	Анализ опасных и вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению их воздействия	85
7.4	Экологическая безопасность	91
7.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	91
	Заключение	97
	Список публикаций студента	98
	Список литературы	99
	Приложение А	103

Введение

Магистерская диссертация представляет собой работу, содержащую исследование состояния атмосферного воздуха и грунтов, находящихся под воздействием ТЭЦ-2 г. Владивостока.

Объектом исследования является качество атмосферного воздуха и грунтов в районе воздействия ТЭЦ-2.

Основная цель работы – разработка предложений по оптимизации системы мониторинга загрязнения воздуха и грунтов, а также рекомендаций по улучшению экологического состояния в районе воздействия ТЭЦ-2 г. Владивостока.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

1. Провести сбор и анализ литературных, фактических данных, фондовых данных и картографических материалов по г. Владивостоку;
2. Проанализировать изменения розы ветров по сезонам и сопоставить с распространением загрязнения;
3. Проанализировать виды загрязняющих веществ, их количество и выявить превышения допустимых концентраций;
4. Изучить нормативные документы по организации мониторинга атмосферного воздуха и грунтов;
5. Составить схемы расположения существующих и проектируемых мест отбора проб;
6. Предложить способы улучшения системы мониторинга, а также рекомендации в сокращении выбросов твердых веществ.

1 Состояние изученности проблемы исследований

Город Владивосток является самым крупным в Приморском крае и в целом на Дальнем Востоке России (численность населения - 604 тыс. чел. (на 2018 г.)). Это промышленный, транспортный, научный и культурный центр, самый крупный порт на Тихоокеанском побережье России.

Во Владивостоке в атмосферный воздух поступают многочисленные химические соединения. Среди них преобладают взвешенные вещества, окислы углерода, двуокись серы, сероводород, углеводороды, фенолы, формальдегиды. Наряду с перечисленными макрозагрязнителями в воздухе также присутствуют различные микроэлементы и в том числе тяжелые металлы. Они накапливаются в организме и приводят к разнообразным функциональным и патологическим изменениям.

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ на территории города являются автомобильный транспорт, градообразующие объекты промышленности и предприятия теплоэлектроэнергетики.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха во Владивостоке несколько ниже среднегородских российских показателей. Тем не менее, по данным Госкомгидромета, в любой день года на каком-либо пункте наблюдения регистрируется превышение ПДК хотя бы одной примеси.

Почвы городской территории достаточно интенсивно загрязнены тяжелыми металлами, в основном их подвижными формами, представляющими опасность для организма человека. В их составе отмечается повышенное содержание циркония, ванадия, титана, кобальта, бериллия и натрия.

Владивосток по показателям экологического напряжения входит в критическую группу.

Организации, осуществляющие контроль над экологической обстановкой во Владивостоке, приведены ниже:

- гидрогеологическая станция;

- краевой центр защиты дикой природы;
- Дальневосточная Межрегиональная Экологическая Общественная Организация;
- Межведомственный центр аналитического контроля состояния окружающей среды;
- Морской экологический фонд при администрации Приморского края;
- Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Приморскому краю;
- Центр лабораторного анализа и технических измерений по Приморскому краю;
- Центр мониторинга загрязнения окружающей среды [2].

В данной работе будет рассматриваться предприятие теплоэлектроэнергетики – ТЭЦ-2.



Рисунок 1 – Карта-схема месторасположения ТЭЦ-2 (красная метка) в г. Владивостоке [37]

Владивостокская ТЭЦ-2 является структурным подразделением филиала «Приморская генерация» ОАО «Дальневосточная генерирующая компания».

Электростанция расположена на юго-восточной окраине города, г. Владивосток.

Строительство ТЭЦ началось в мае 1965 г., в 1970 г. на Владивостокской ТЭЦ-2 были пущены в работу первая турбина и два котла — станция выдала первые 100 мегаватт мощности. Строительство было закончено в 1984 году.

В 2008-2009 годах на ТЭЦ-2 было проведено техническое перевооружение котлоагрегатов, позволившее улучшить процесс сжигания угля. В настоящее время на ТЭЦ-2 эксплуатируется 14 котлов, производительность каждого из которых – 210 т/час пара, и шесть турбоагрегатов, обеспечивая электроэнергией и теплом более 60% всех потребителей во Владивостоке. Максимальная электрическая нагрузка станции в 2009 году составила 500 МВт.

Над экологической обстановкой в районе ТЭЦ-2 проводится мониторинг за состоянием атмосферного воздуха, качеством сточных и природных вод, почв и грунтов.

Мониторинг за выбросами и соблюдением норм предельно-допустимых выбросов на предприятии и состоянием атмосферного воздуха на промышленной площадке, в санитарно-защитной зоне и зоне влияния выбросов ТЭЦ-2 проводят промышленно-санитарная лаборатория ОАО «ДГК» филиал «Приморская генерация» и «ЦЛАТИ по Приморскому краю». На выброс вредных веществ в атмосферный воздух у предприятия имеется разрешение [4].



Рисунок 2 – Выбросы пара ТЭЦ-2, загрязненного вредными примесями [35]

Пробы отбираются в нескольких точках в начале-середине мая, после схода снежного покрова по адресам: ул. Добровольского, 13, 29, 39, ул. Волкова, 9, ул. Нейбута, 45, ул. Фадеева, 67.

2 Физико-географические условия района

Владивостокская ТЭЦ-2, являющаяся объектом изучения в данной работе, расположена в долине реки Объяснения, на юго-восточной окраине г. Владивосток, на полуострове Муравьева-Амурского, омываемого водами заливов Амурского, Уссурийского и Петра Великого Японского моря [4].

Полуостров вытянут с северо-востока на юго-запад приблизительно на 35 км. Ширина у основания (по линии бухты Тростниковая (залив Угловой) до бухты Муравьиная) составляет 17 км. Ширина по линии Чайка – Рыбачий – 13 км, на оконечности полуострова, по линии Спортивная Гавань – Тихая около 9 км. Площадь 414 км² (включая озёра и водохранилища).



Рисунок 3 – Положение полуострова Муравьева-Амурского
(в центре) [39]

Территория г. Владивостока может быть подвержена опасным природным и техногенным воздействиям, вызывающим чрезвычайные ситуации. К опасным природным явлениям, имеющим место в городе, относятся периодические тропические циклоны (тайфуны), не исключаются цунами и землетрясения [3].

2.1 Геоморфология и рельеф

Территория полуострова охватывает две тектонические структуры – Южно-Приморский прогиб и Велико-петровский выступ, разделенные крупным разломом, прослеженным вдоль долин Чёрной Речки и Лазурной, так называемым «Береговым швом».

Рельеф полуострова сильно расчленен, абсолютные отметки 250-350 м, с отдельно возвышающимися куполообразными горными вершинами высотой 430-475 м.

Наиболее высокие вершины протягиваются широкой полосой вдоль Уссурийского залива, омывающего полуостров с востока. По направлению к западу, к побережью Амурского залива, рельеф сглаживается и переходит в пологие склоны крутизной 7-10° [3].

2.2 Геологическое строение

В геологическом строении района участие принимают коренные породы палеозойского и мезозойского возраста (приложение Б), перекрытые с поверхности рыхлым чехлом четвертичных отложений (приложение В).

Коренные породы представлены песчаниками, алевролитами, углистыми аргиллитами, прорезанными местами дайками порфириров. Осадочные и интрузивные образования объединяются в поспеловскую свиту пермского возраста (P_{1-2}). Коренные породы собраны в мелкие складки антиклинального типа, имеющие на описываемом участке северо-западное простирание, юго-западное падение пластов по азимуту 210° и углы падения от 20 до 45° . Песчаники и алевролиты выветрелые, различной степени трещиноватости – до состояния щебня или разборной скалы.

Алевролиты на дневной поверхности очень быстро разрушаются до мелкого щебня и дресвы, которые при воздействии внешних нагрузок превращаются в суглинок.

Мощность сильно выветрелой трещиноватой зоны в коренных породах местами достигает до $5,0-10,0$ м, причем у песчаников, более устойчивых к процессам выветривания, она меньше, а у алевролитов больше. В этой зоне коренные породы разбиваются сетью трещин на отдельные плитки и куски различной формы и размеров от $5-20$ см до $0,4$ м и более.

Ниже этой зоны залегают полускальные трещиноватые породы, но монолитных, не затронутых выветриванием пород, в интервале $10-15$ м не наблюдается. Трещины в породах изменяются от волосяных до нескольких миллиметров, обычно они заполнены кальцитом или песчано-глинистым материалом. Трещиноватость распространяется до глубины $30-40$ м и более.

Коренные породы повсеместно перекрыты рыхлыми четвертичными отложениями, представленными галечниковым аллювием с супесчано-суглинистым заполнителем, аллювиальными супесями и суглинками на поймах и надпойменных террасах р. Объяснения и ее притоков. Мощность

аллювиальных отложений колеблется от нескольких десятков сантиметров до 3-5 м.

На коренном склоне долины р. Объяснения коренные породы перекрыты делювиальными и элювиальными отложениями, представленными делювиальными суглинками и супесями и элювиальными щебенисто-дресвяными грунтами и суглинком. Вскрытая мощность делювиально-элювиальной толщи на различных участках разная и колеблется от 1,5 м до 10,7 м [3].

2.3 Гидрогеологические условия

В гидрогеологическом отношении район характеризуется наличием двух самостоятельных типов подземных вод: воды четвертичных отложений и трещинно-пластовые воды коренных пород.

Воды четвертичных отложений приурочены к песчано-галечниковым, супесчаным, реже суглинистым грунтам. Мощность четвертичного водоносного горизонта незначительная и в зависимости от времени года изменяется от нескольких см до 5-6 м. Водообильность незначительная, дебиты не превышают 1 л/с. Питание вод атмосферное и подземное. Воды пресные с сухим остатком 199 мг/л.

Трещинно-пластовые воды коренных пород имеют повсеместное распространение, гидравлически связаны между собой и с четвертичными водами долин рек, склонов и водоразделов. Водообильность коренных пород слабая, дебиты не превышают 4-5 л/с. Питание вод атмосферное и частично из четвертичных вод. Воды пресные с сухим остатком не более 250 мг/л [3].

2.4 Гидрологические условия

Общая протяжённость береговой линии полуострова Муравьева-Амурского составляет 129 км. Из них длина северо-западного побережья (берега Амурского залива) – 42 км, длина южного берега (бухты Золотого

Рога и пролива Босфор Восточный) – 36 км, длина юго-восточного побережья (Уссурийский залив) – 51 км. Эти три участка различаются между собой по степени изрезанности берегов, по характеру геоморфологических процессов, по уровню антропогенного воздействия на ландшафты.

Реки полуострова небольшие, со значительным продольным уклоном русла. Более крупные реки текут на запад и впадают в Амурский залив. Менее крупные относятся к бассейну Уссурийского залива. Площадь бассейна Амурского залива составляет 236 км², площадь бассейна Уссурийского залива – 178 км². Гидрологический режим характеризуется неравномерными расходами воды в течение года, с пиками в летнее время. Во время паводков наблюдаются резкие подъёмы и спады уровней воды. На реках Богатая и Пионерская построены водохранилища. Многие речки и ручьи, протекающие в черте города Владивостока, упрятаны в железобетонные лотки. Два крупнейших пресноводных водоёма на полуострове – водохранилища на реках Богатая и Пионерская, с площадями акватории соответственно 1,86 и 0,84 км². Естественные озёра – Черепашье, Чан, Безымянное (Торфянка) имеют прибрежно-морское происхождение (отчленённые лагуны) и небольшие размеры. Площадь акватории самого крупного оз. Черепашьего составляет примерно 0,16 км² [34].

2.5 Климатические характеристики

Термический режим воздуха исследуемого района формируется под влиянием атмосферной циркуляции, радиационного режима, подстилающей поверхности, рельефа, растительности, почвы и близости океана. Существенное влияние на г. Владивосток оказывает континентальность климата, что проявляется в резко выраженном различии зимних и летних температур воздуха.

Климат имеет ярко выраженный муссонный характер, характеризующийся преобладанием адвективных процессов над

радиационными, т.е. перемещением над данной территорией зимой и летом воздушных масс, зарождающихся за пределами края, которые обуславливают почти диаметрально противоположное направление ветров в зимний и летний периоды. Такая смена воздушных течений происходит под влиянием перераспределения сезонных барических центров над Азиатским материком и Тихим океаном.

В зимний период над территорией преобладает северный ветер – континентальный зимний муссон, для воздушных масс которого характерны низкие температуры и малое влагосодержание. При установившемся антициклоне наблюдается сравнительно однородная погода – холодная, солнечная и сухая. Проникновение циклонов на территорию Приморья в зимнее время происходит сравнительно редко.

В конце весны и в первой половине лета формируется высотный гребень, при этом создаются благоприятные условия для антициклогенеза над холодными водами Охотского моря и северо-западной частью Тихого океана. В результате морские районы оказываются занятыми областью высокого давления, а над Восточной частью приморья формируется барическая депрессия. При таком распределении давления перемещение преобладающих воздушных потоков у земли становится противоположным зимнему: они направлены с океана на континент и имеют общее юго-восточное направление. Это и есть летний тихоокеанский муссон Восточной Азии.

По современным воззрениям, муссон первой половины лета является циркуляцией малого масштаба. Он развивается над поверхностью узкой полосы моря, заключенной между береговой линией и осью холодного прибрежного течения. Эту циркуляцию иногда называют первой стадией муссона. Воздушный поток является относительно холодным и поэтому имеет в общем невысокое влагосодержание. Вертикальная мощность этого муссона не превышает в среднем 500-600 м.

Во второй половине лета контраст температур между океаном и материком значительно уменьшается. Условия для антициклогенеза над северными дальневосточными морями становятся менее благоприятными, поэтому область высокого давления разрушается, а на характер циркуляции все большее влияние оказывает северотихоокеанский антициклон, который к августу достигает наиболее северного положения. Тихоокеанский полярный фронт в это время года часто теряет свою четкость, и морской тропический воздух свободно проникает на территорию Приморья.

Общий характер распределения давления (высокое над океаном и низкое над континентом) сохраняется и во второй половине лета, причем господствующими остаются ветры, направленные, в общем, с океана на континент. Однако они представляют потоки не морского полярного, а морского тропического воздуха, очень теплого и насыщенного влагой. Эту циркуляцию иногда называют второй стадией муссона. Вертикальная мощность океанических воздушных потоков достигает в это время примерно 4-5 км. Теплые и влажные массы тихоокеанского тропического воздуха проникают далеко вглубь материка. Во Владивостоке влагосодержание воздушных масс во второй половине лета составляет в среднем около 40 кг/м^3 , т.е. в 10-12 раз больше, чем зимой. Отмеченное различие в муссонной циркуляции первой и второй половины лета обуславливает своеобразный режим погоды в начале и в конце летнего периода. В течение осени происходит постепенный переход от летнего типа циркуляции к зимнему; в ноябре уже окончательно устанавливается типичная зимняя циркуляция на всей территории Приморья [3].

Согласно СП 131.13330.2012 [29] район исследований относится к I климатическому району к подрайону В.

2.5.1 Температура воздуха

Первые заморозки наблюдаются в первых числах октября, последние заморозки можно ожидать в первых числах мая. Средняя продолжительность

безморозного периода составляет 191 суток: с 17.04 по 26.10. Устойчивый переход среднесуточных температур воздуха: через минус 0°C – весной – 07.03, осенью – 28.11; – через 0°C – весной – 16.04, осенью – 31.10. Продолжительность периодов с температурами: – ниже минус 0°C составляет 100 дней; – выше 0°C – 168 дней.

Средняя годовая температура воздуха положительная + 4,6°C (табл.1).

Лето хотя и влажное, но теплое. Самый теплый месяц – август, средняя месячная температура которого равна 19,6 °C (табл.1). Абсолютный максимум температуры наблюдался в июле +33,6 °C (табл.2).

Адвекция холода зимой обуславливает значительную континентальность климата. Зима холодная и более сухая.

Средняя месячная температура за период 1971-2015 годов самого холодного месяца – января – составляет минус 12,6 °C.

Абсолютный минимум наблюдался в январе и составил минус 31,4 °C (табл.3)

Таблица 1 – Среднемесячная и годовая температура воздуха за 1971-2015 гг., град. [33]

Название метеостанции	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Владивосток	-12,6	-9,1	-2,2	4,7	9,6	13,1	17,6	19,6	15,6	8,5	-1,1	-9,1	4,6

Таблица 2 – Абсолютный максимум температуры воздуха за 1920-2015 гг., град. [33]

Месяц											
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.
5,0	9,9	19,4	27,7	29,5	31,8	33,6	32,6	30,0	23,4	17,5	9,4
1983	1953	2015	2015	1951	2010	1958	1988	1994	1940	1963	1958

Таблица 3 – Абсолютный минимум температуры воздуха за 1920-2015 гг., град. [33]

Месяц											
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.
-31,4	-28,9	-21,3	-8,1	-0,8	3,7	8,7	10,1	1,3	-9,7	-20,0	-28,1
1931	1920	1971	1955	1945	1945	1986	1972	2014	1982	1947	1937

2.5.2 Температура почвы

С октября месяца часто отмечаются ночные заморозки, в ноябре температура воздуха падает ниже нуля. Первый заморозок на поверхности почвы наблюдался осенью 21 сентября, последний весной – 26 мая. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 153 дня.

Средняя месячная температура на поверхности почвы представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Средняя месячная и годовая температура поверхности почвы за 1971-2015 гг., град. [33]

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.	
-13,6	-9,3	-1,4	6,2	12,5	16,6	20,5	22,3	17,6	9,1	-1,5	-10,3	5,7

Абсолютный максимум температуры поверхности почвы был зафиксирован в июле 1988 года, который составил 56,5°C, также высокие отметки зафиксированы в июне 1991 года и августе 1988 года.

Таблица 5 – Абсолютный максимум температуры поверхности почвы (°C) за 1966-2015 гг., град. [33]

Месяц											
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.
9,0	19,6	32,5	42,3	48,5	53,5	56,5	54,0	46,0	39,0	24,2	9,0
1979	1992	1996	2001	2009	1991	1988	1988	2001	2001	2000	1981

Абсолютный минимум поверхности почвы был зафиксирован в январе 1980 года, который составил минус 34°C.

Период наблюдений за температурой поверхности почвы – с 1966 по 2015 года.

Таблица 6 – Абсолютный минимум температуры поверхности почвы (°C) за 1966-2015 гг., град. [33]

Месяц											
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.
-34,0	-29,4	-25,0	-10,0	-1,6	5,0	7,0	7,1	-1,0	-10,0	-21,0	-28,0
1980	2001	1984	1978	1988	1983	1986	2009	1981	1982	1981	1984

Согласно [4] в марте 2011 года была отмечена максимальная глубина промерзания – 175 см.

2.5.3 Влажность воздуха

Влажность воздуха – одна из элементов режима увлажнения, имеющий большое значение для многих отраслей народного хозяйства. Водяной пар является составной частью атмосферы: содержание его сильно меняется в зависимости от физико-географических условий местности, времени года и циркуляционных особенностей атмосферы, состояния поверхности почвы и т.п.

О влажности воздуха в различных частях территории можно судить по величине упругости водяного пара, относительной влажности воздуха, а также и по недостатку насыщения воздуха водяным паром.

Упругость водяного пара, содержащегося в воздухе, в годовом ходе, как и температура воздуха, наименьших значений достигает зимой – в январе и феврале, наибольших – в июле. Как зимой, так и летом по всей территории с увеличением высоты уменьшается влагосодержание воздуха.

Соответственно, наибольшее значение зафиксировано в июле (11,2 мб), наименьшее в январе (2,4 мб) (табл.7).

Таблица 7 – Среднемесячная упругость водяного пара (1971-2015 гг.), мб [33]

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.	

2,4	2,6	3,9	6,5	9,0	10,8	11,2	9,8	7,8	5,4	4,1	3,0	6,4
-----	-----	-----	-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Относительная влажность воздуха, характеризующая степень насыщения воздуха водяным паром меняется в течение года. Так, наибольшее значение отмечено в июле (92%), наименьшее в феврале (58%) (табл.8).

Таблица 8 – Средняя месячная относительная влажность воздуха (1971-2015 гг.), % [33]

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.	
59	58	60	67	76	88	92	87	77	66	61	60	71

Недостаток насыщения воздуха водяными парами в зимний период в соответствии с высотой относительной влажности воздуха и низкой температурой является минимальной и достигает 1,0 мб (в январе). С марта недостаток насыщения увеличивается (2,3 мб) и достигает максимума в сентябре (4,2 мб) (табл.9).

Таблица 9 – Средний месячный недостаток насыщения (1971-2015 гг.), мб [33]

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.	
1,0	1,3	2,3	3,3	3,6	2,3	2,1	3,3	4,2	3,9	2,3	1,2	2,6

2.5.4 Атмосферные осадки

По данным гидрометеорологического сайта «meteo.ru» [33] месячная и годовая сумма осадков согласно ближайшей метеостанции «Владивосток» за период 1971-2015 года представлена в табл.10.

Таблица 10 – Месячная сумма осадков (за 1971-2015 гг.), мм [33]

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.	
9	13	23	49	73	116	134	159	139	65	26	15	821

Количество дней с осадками больше 1 мм представлено в табл.11. Наибольшее число дней с осадками зафиксировано в июне-июне (11 дней), а наименьшее число дней – в январе (2 дня).

Таблица 11 – Число дней с осадками > 1 мм (за 1971-2015 гг.) [33]

Месяц											
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.
2	3	4	6	9	11	11	10	8	5	4	3

Согласно ранее проведенным исследованиям [3] за 2012 год среднее годовое количество осадков составило 770 мм. Неравномерное распределение осадков в году характерно для муссонного климата: за период с апреля по октябрь выпадает 83% от годового количества. Это и обуславливает годовое соотношение твердых, жидких и смешанных осадков. Жидких выпадает за год в среднем 637 мм, твердых – 93 мм, и смешанных порядка 40 мм (табл.12).

Таблица 12 – Атмосферные осадки (за 2012 г.), мм [3]

	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	Месячное и годовое количество осадков (мм) с поправками на смачивание												
Средняя сумма осадков, мм	15	18	28	46	70	91	100	146	123	65	45	23	770
	Количество жидких, твердых, смешанных осадков (в процентах от общего количества) по месяцам и за год												
Жидкие, мм	-	-	2	27	69	91	100	146	123	59	20	-	637
Твердые, мм	14	17	21	7	-	-	-	-	-	2	12	20	93
Смешан., мм	1	1	5	12	1	-	-	-	-	4	13	3	40

2.5.5 Ветровой режим

В приземном слое направление основного муссонного потока изменяется за счет рельефа.

В зимние месяцы преобладают ветры северного (44-62%) и северо-западного (13-16%) направлений, в летние – юго-восточного (33-54%) и восточного (15-17%).

Северо-восточные, южные и западные ветра характеризуются сравнительно небольшой повторяемостью (не более 11%). Особенно мала повторяемость юго-западного ветра (2-8%) (рис.4).

Штили распределены в течение года практически равномерно, их повторяемость колеблется от 16 до 25% (за 2012 год) и от 2,2 до 5,9 дней в месяц за среднемноголетнее наблюдение с 1971-2015 года.

Средняя месячная скорость ветра в течение периода 1971-2015 годов изменяется от 5,5 до 6,8 м/с. В годовом ходе минимум скорости ветра приходится на лето и начало осени, когда преобладают процессы трансформации воздушных масс, ослабевает циклоническая деятельность. В июне-сентябре средняя месячная скорость ветра изменяется от 5,5 м/с до 5,8 м/с. Наибольшие скорости приходятся на зиму со среднемесячными скоростями 6,5 – 6,8 м/с. Средняя годовая скорость ветра равна 6,2 м/с [3].

Таблица 13 – Повторяемость (%) направления ветра и штилей (за 2012 г.) [3]

Месяцы	Повторяемость направления ветра, %								Штили, %
	Направление, румбы								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
I	62	11	3	4	1	2	4	13	21
II	57	11	4	8	1	2	4	13	19
III	34	7	8	18	4	6	8	15	22
IV	16	4	13	33	7	8	10	9	21
V	11	3	17	41	8	8	7	5	18
VI	6	1	15	53	10	7	5	3	16
VII	5	1	15	54	12	7	4	2	19
VIII	16	2	10	45	12	6	4	5	23
IX	26	4	6	29	10	8	7	10	25
X	32	5	8	24	5	5	8	13	24

Месяцы	Повторяемость направления ветра, %								Штили, %
	Направление, румбы								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
ХІ	44	8	7	13	2	2	8	16	22
ХІІ	57	10	5	5	1	2	6	14	22
Год	30	6	10	27	6	5	6	10	21

Северный ветер является преимущественным и составляет 62% повторяемости направлений ветров в январе. В июне и июле повторяемость северного ветра мала (5-6%). Однако в эти теплые месяцы приоритет имеет юго-восточное направление ветра (53-54%). Среднегодовая повторяемость штилей за 2012 год составляет 21%.

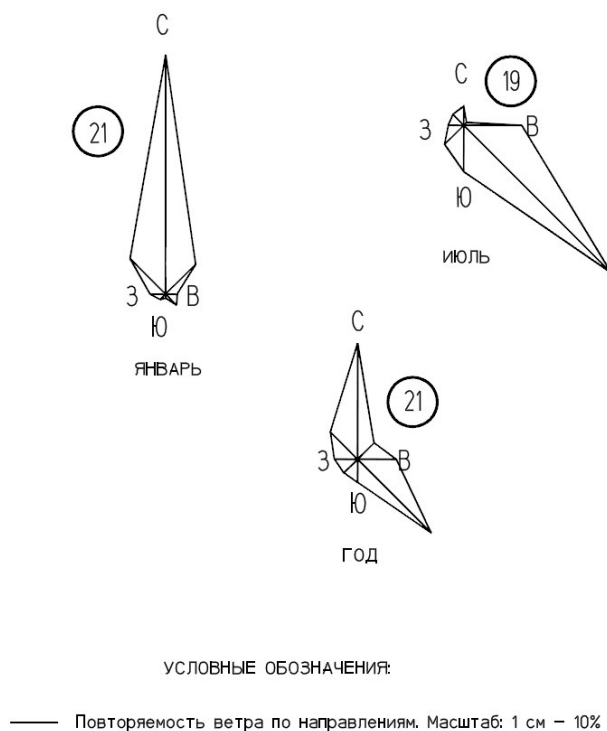


Рисунок 4 – Роза ветров за январь, июль и год (2012 г.) [3]

Преобладающим направлением ветра для данной станции в зимний период является северное, а в летний – юго-восточное. Таким образом, в годовом ходе преобладают северные и юго-восточные ветры.

При сопоставлении розы ветров (рис.4) и атмосферных осадков (табл.12), следует отметить, что в зимний период исследуемая территория находится под преобладающим воздействием холодных и сухих воздушных масс, в результате чего наблюдаются ветра в основном северного

направления, осадков мало, и снежный покров зачастую отсутствует. В летнее время движение воздушных масс приобретает противоположное направление. В это время юго-восточными ветрами приносится относительно прохладный и влажный морской воздух в первой половине лета и очень влажный и теплый – во вторую его половину. Соответственно, 80-85% осадков приходится на теплый период.

Такая смена воздушных течений происходит под влиянием перераспределения сезонных барических центров над Азиатским материком и Тихим океаном.

Наибольшая среднемесячная скорость ветра зафиксирована в январе (6,8 м/с), наименьшая – в сентябре – 5,5 м/с (табл.14).

Таблица 14 – Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с) (за 1971-2015 гг.) [33]

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.	
6,8	6,6	6,2	6,4	6,3	5,8	5,6	5,6	5,5	6,4	6,7	6,5	6,2

За период 1971-2000 годов (табл.15), месяц с наибольшим средним числом дней со штилем – это август (5,9 дн), наименьший – май (2,2 дн).

Таблица 15 – Среднее число дней со штилем (за 1971-2015 гг.), дн [33]

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.	
3,9	2,5	4,1	3,6	2,2	2,4	3,8	5,9	5,5	4,7	4,5	4,3	47,4

Наибольшее среднее число дней со скоростью ветра более 25 м/с наблюдается в октябре и ноябре (1,1 дн) (табл.16).

Таблица 16 – Среднее число дней со скоростью ветра более 25 м/с (за 1971-2015 гг.) [33]

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.	
0,8	0,9	1,0	0,9	0,7	0,3	0,2	0,4	0,5	1,1	1,1	0,9	8,6

В результате исследования ветрового режима, можно сделать вывод, что зимой ветра преимущественно северного направления, летом – юго-восточного. По данным 2012 года, среднегодовая повторяемость ветрового режима «штиль» равна 21%, что соответствует 76,6 дням. По данным среднемноголетнего наблюдения за период 1971-2015 годов, повторяемость штиля равна 12,9%, что составляет 47,4 дней. Средняя месячная скорость ветра в течение периода 1971-2015 годов изменяется от 5,5 до 6,8 м/с. В среднем, за этот же период, количество дней в году со скоростью ветра более 25 м/с составляет 8,6 дней.

2.5.6 Атмосферное давление

Атмосферное давление в юго-восточной части г. Владивостока изменяется в зависимости от времени года. Так, зимой атмосферное давление выше, а летом – ниже. В соответствии с табл.17, наивысшее атмосферное давление зафиксировано в декабре-январе (1022 мм.рт.ст.), наименьшее в июле (1007,3 мм.рт.ст.).

Таблица 17 – Среднее атмосферное давление на уровне моря, мм.рт.ст. (1971-2015 гг.) [33]

Месяц												Год
Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб	Дек.	
1022,2	1020,7	1017,7	1012,9	1010,0	1008,5	1007,3	1009,1	1013,5	1017,5	1020,8	1022,0	1015,2

2.6 Почвенные и растительные условия

Почвы пригорода г. Владивостока, приуроченные к склонам южной экспозиции, покрытым неплотными дубовыми лесами, относятся к бурым горно-лесным слабогумусированным. Такие почвы характеризуются маломощным гумусовым горизонтом (3-7 см) и скелетностью профиля. Нередко на глубине 30-40 см почва подстиляется плотной породой, имеет

кислую реакцию среды, содержит мало гумуса, азота и подвижных форм фосфора и калия. Такая почва не может служить хорошим субстратом для растений.

К склонам северной и северо-западной экспозиции, обращенным в сторону Амурского залива, приурочены бурые горно-лесные слабоподзоленные почвы. Встречаются они преимущественно на перегибах – переходных участках от горных склонов к шлейфам под дубово-липовыми насаждениями с примесью березы ребристой, ясеня маньчжурского и других широколиственных пород. Эти почвы обладают лучшими агрохимическими свойствами.

Почвенный покров на промплощадке ТЭЦ-2 отсутствует, территория практически полностью отсыпана суглинками, супесью, щебнем, строительным мусором с включениями щебня, дресвы.

Леса окрестностей г. Владивостока по лесорастительному районированию относятся к зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов, к южной ее подзоне, и представлены в значительной мере сохранившимися третичный состав и структуру широколиственных смешанных лесов. Лесистость полуострова Муравьева-Амурского составляет немногим выше 70 %.

Естественный верхний древесный ярус представлен характерными для этих лесов хвойными и лиственными. Во втором древесном ярусе заметную роль играют граб сердцелистный и клены, обычные вишни Максимовича и сахалинская, мелкоплодник ольхолистный. Обильны лианы: лимонник китайский, виноград амурский, актинидии.

Подлесок представлен многочисленными видами кустарников, наиболее обычны чубушник тонколистный, жимолости, заметны представители семейства аралиевых.

Травяной ярус представлен луговыми или лесными травами с густым травостоем.

Однако особо частые в пригородной зоне г. Владивостока низовые пожары привели к деградации коренных хвойно-широколиственных формаций. На смену приходят дубовые леса вторичные, производные от кедрово-дубовых лесов.

На вершинах сопок имеются скальные обнажения с небольшими скальными папоротниками и плаунками.

В селитебной и промышленной зоне в связи с антропогенными воздействиями состав и структура естественных растительных сообществ деградировали. В результате преобладают виды с широкими экологическими амплитудами: тополь, берёза, рябина, дуб. Организованное озеленение во Владивостоке составляют за счет сохранившейся естественной древесной растительности.

Растительность на территории, примыкающей к ТЭЦ-2, представлена: дуб, берёза, осина. Травяной покров беден, деградирован близостью промплощадки.

Редкие и исчезающие представители флоры, занесённые в Красную Книгу РФ и Приморского края, на территории, прилегающей к промплощадке ТЭЦ-2 отсутствуют [4].

3 Инженерно-геологические условия участка

3.1 Рельеф участка

В геоморфологическом отношении площадка ТЭЦ располагается на левом коренном склоне долины р. Объяснения в 1 км севернее бухты Тихая, который имеет пологонаклонный рельеф, постепенно крутизна склона увеличивается, рельеф усложняется.

Коренной склон прорезан двумя логами, при этом в одном из них берет начало ручей – левый приток р. Объяснения.

Основное русло р. Объяснения и его притоки, в пределах промышленной площадки, заключены в бетонные каналы и засыпаны грунтом, срезанным с коренного склона при планировочных работах.

Абсолютные отметки поверхности промплощадки изменяются от 26,8 до 45 м с общим уклоном на север и северо-запад.

Сейсмическая активность площадки ТЭЦ с учетом грунтовых условий изменяется от 6 до 7 баллов по данным геофизических исследований, выполненных ООО «Институт инженерных изысканий» [3].

3.2 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия промплощадки характеризуются наличием двух самостоятельных водоносных горизонтов:

- водоносный горизонт типа «верховодка»;
- трещинно-пластовые воды коренных пород.

Водоносный горизонт типа «верховодка» коллектируется в песчаных прослойках внутри насыпных грунтов и делювиальных супесей и суглинков, на глубинах от 0,2 м (абс. отметки 31,98 м) до 6,0 м (абс.отметки 30,36 м). Абсолютные отметки установившегося уровня «верховодки» изменяются от 28,11 м до 38,21 м.

Эти воды не имеют постоянного уровня и могут появляться и исчезать в отдельные годы. Имеют локальное распространение, образуются за счет инфильтрации атмосферных осадков, за счет утечек из водонесущих коммуникаций, а также за счет подтока трещинно-пластовых вод.

По химическому составу воды типа «верховодка» относятся к хлоридно-сульфатным натриевым с общей минерализацией от 13,4 г/л до 23,2 г/л и обладают слабой магниальной и от слабой до средней углекислой агрессивностью к бетону марки W4, а также слабой агрессивностью на арматуру железобетонных конструкций по содержанию хлоридов при постоянном погружении. Степень агрессивного воздействия вод типа

«верховодка» на металлические конструкции является сильноагрессивной (СП 28.13330.2017 [25]). Воды жесткие, по величине минерализации относятся к соленым водам.

Трещинно-пластовые воды в районе промплощадки приурочены к трещинам коренных пород и имеют повсеместное распространение. Глубина залегания грунтовых вод изменяется в пределах от 3,3 м до 9,5 м. Воды обладают местным напором, который изменяется от 0,3 м до 6,5 м. Это связано с неравномерной трещиноватостью скальных пород по площади и глубине, что благоприятствует разобщению водоносного горизонта. Зеркало трещинно-пластовых вод устанавливается на глубинах с абсолютными отметками от 27,0 м до 43,10 м.

Питание трещинно-пластовых вод главным образом за счет атмосферных осадков, в основном, в летний период года. К наиболее благоприятным участкам по условиям питания относятся повышенные формы рельефа, где коренные породы имеют наименьший чехол покровных отложений, чаще обнажаются на поверхности и менее задернованы. По химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией от 293,3 мг/л до 667,9 мг/л - пресные, характеризуются общей жесткостью от 4,6 до 12,40 мг-экв/литр - от средней жесткости до жесткой. Вода не агрессивная по отношению к бетону марки W4 и к арматуре железобетонных конструкций, но среднеагрессивная к металлическим конструкциям [3].

3.3 Геологические процессы

Современные геологические процессы в районе промплощадки развиты слабо. Имеет место заболачивание поймы и реке склонов долины без образования торфа. Причиной заболачивания являются выходы грунтовых вод на отдельных пониженных участках в период максимального стояния уровня грунтовых вод [3].

Расчётная сейсмическая интенсивность территории ранее была определена согласно СП 14.13330-2018 [23] и картам общего сейсмического районирования (ОСР – 97А, ОСР – 97В, ОСР – 97С) в баллах шкалы MSK – 64 для средних грунтовых условий и трёх степеней сейсмической опасности – А (10%), В (5%) и С (1%). Для А – 6 баллов, В – 6 баллов, С – 7 баллов [4].

3.4 Геологическое строение участка

3.4.1 Общая характеристика

В геологическом строении участка принимают участие коренные породы палеозойского возраста и рыхлые четвертичные отложения. Коренные породы представлены песчаниками, алевролитами, углистыми аргиллитами, прорезанными местами дайками порфиритов. Осадочные и интрузивные образования объединяются в поспеловскую свиту пермского возраста (P_{I-II}). Коренные породы повсеместно перекрыты рыхлыми четвертичными отложениями, представленными галечниковым аллювием с супесчано-суглинистым заполнителем, аллювиальными супесями и суглинками. Мощность аллювиальных отложений колеблется от нескольких десятков сантиметров до 3-5 м. Также на участке встречены делювиальные и элювиальные отложения, представленные делювиальными суглинками и супесями и элювиальными щебенисто-дресвяными грунтами и суглинком. Вскрытая мощность делювиально-элювиальной толщи на различных участках разная и колеблется от 1,5 до 10,7 м.

Нормативная глубина промерзания грунтов равна 2,01 м для крупнообломочных грунтов и 1,36 м для суглинков. Средняя нормативная глубина промерзания грунтов площадки равняется 1,68 м [3].

3.4.2 Физико-механические свойства грунтов участка

Грунты промышленной площадки были изучены Приморским центром мониторинга загрязнения окружающей среды. С 8-ми точек были отобраны

пробы для определения содержания в них загрязняющих веществ. Поскольку суглинок делювиальный дресвяный твердый является преобладающим в разрезе и по площади, то все пробы были отобраны из него. Ниже приводится краткая характеристика этого грунта и значения показателей его физико-механических свойств.

ИГЭ-1 – суглинок делювиальный дресвяный твердый от бурого до буровато-серого цвета с относительным содержанием органики 0,06 д.е. занимает основное место в разрезе и по площади среди делювиальных отложений. Мощность грунта изменяется в широких пределах от 0,2 м до 6,8 м. По зерновому составу грунт неоднороден, так содержание крупнообломочного материала изменяется от 1,76 % до 74,63 %, песчаного – от 13,61 % до 48,54 %, пылеватого от 6,72 % до 31,93 % [3].

В среднем по слою грунт характеризуется следующими нормативными значениями физико-механических свойств (нормативные значения прочностных характеристик грунта приняты в соответствии с их физическими характеристиками по таблице Г.2 СП 50-101-2004 [26]):

Таблица 18 – Значения показателей физико-механических свойств грунта промплощадки

Наименование	Гран. состав (фракция), %				Число пластичности I_p , %	Показатель текучести I_L , д.ед.	Плотность сухого грунта q_s , г/см ³	Коэффициент пористости e , д.ед.	Влажность w , %	Модуль общей деформации E , МПа	Удельное сцепление c , кПа	Угол внутреннего трения φ , град.
	Крупнооблом., >2 мм	Песчаная, 0,05-2,0 мм	Пылеватая, 0,002-0,05 мм	Глинистая, <0,002 мм								
Суглинок делювиальный твердый	27,69	38,16	19,49	14,66	10	0,08	1,77	0,523	17,2	20,2	31,7	26

По степени морозоопасности суглинок относится к практически непучинистым грунтам (табл.Б.27, ГОСТ 25100-2011 [14]).

4 Экологическое состояние территории в зоне воздействия объекта

Федеральный закон «Об охране окружающей среды»[32] определяет цели экологического мониторинга окружающей среды: «Государственный мониторинг окружающей среды осуществляется в целях наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействия этих источников на окружающую среду, а также в целях обеспечения потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды».

Потребность в проведении мониторинга возникла с тем, что загрязнение окружающей среды стало опасным для сохранения равновесия в природе. Задачей мониторинга является не только оценка текущего состояния среды, но и выявление тенденций изменения ее состояния в условиях нарастающего антропогенного воздействия.

Согласно СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" (с изменениями на 25 апреля 2014 года) производство электрической и тепловой энергии при сжигании минерального топлива для ТЭЦ с тепловой мощностью 200 Гкал и выше (на угле и мазуте) класс опасности II, санитарно-защитная зона не менее 500 м. Для золоотвалов III класс, санитарно-защитная зона не менее 300 м.

4.5 Золошлаковые отходы

Эксплуатация тепловых электростанций, работающих на твердом топливе, дает более 90% отходов в виде золы и шлака, которые складироваться на два золошлакоотвала: в распадке бухты Промежуточная и бухты Горноста́й.

Первая очередь золошлакоотвала (две секции площадью 21 и 36 га соответственно) расположена вблизи ТЭЦ-2, вторая очередь (площадью 47 га) – на расстоянии около 2 км от неё. Проектная ёмкость отвалов составляет 1 750 тыс. т, из которых было заполнено 1 600 тыс. т (на 2007 год).

Радиационный контроль осуществляет ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае». Значения эффективной удельной активности природных радионуклидов поступающего угля на ТЭЦ-2 и золошлаковых отходов с учётом погрешности измерений не превышают допустимый уровень 370 Бк/кг. Согласно заключению, уголь может использоваться в качестве энергетического сырья для промышленных и бытовых отходов, золошлаковые отходы относятся к первому классу строительных материалов.



Рисунок 14 – Золошлаковые отходы [37]

Обращение с отходами, подлежащими сдаче или утилизации, предусмотрено осуществлять по принятой на предприятии схеме, в соответствии с согласованной разрешительной документацией и лицензией на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению отходов I-IV классов опасности.

Со специализированными предприятиями по вывозу отходов заключаются договоры, где прописываются:

- периодичность вывоза отходов с предприятия;
- требования санитарных правил по удалению отходов;
- нормы предельного накопления отходов.

Для отходов, образующихся в результате работы ТЭЦ-2, установлены металлические контейнеры. Складирование угля и временное хранение металлоотходов производятся на специально отведенных для этого площадках. Парковка автотранспорта также осуществляется на отдельной площадке.

Санитарно-эпидемиологическая ситуация на территории ТЭЦ-2 удовлетворительная.

В настоящее время ТЭЦ-2 на окружающую среду обуславливает:

- загрязнение воздушного бассейна;
- загрязнение грунтов;
- химическое загрязнение прилегающих водных объектов и увеличение минерализации воды р. Объяснения [4].

5 Оптимизация системы мониторинга

Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию:

- о состоянии окружающей среды (ОС);
- о причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния ОС;
- о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом;

- Система мониторинга не включает деятельность по управлению качеством среды, но является источником необходимой для принятия экологически значимых решений.

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценка фактического состояния природной среды;
- прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.



Рисунок 15 – Рекомендуемые точки отбора проб [38]

В качестве предложений для оптимизации системы мониторинга рекомендуется дополнительно отбирать образцы проб воздуха в холодное время года (пик отопительного сезона), отбирать грунт дважды в год, т.е. еще в сентябре-октябре (перед отопительным сезоном), а также дополнительно отбирать грунт, согласно розе ветров по улицам Бретская, 8 (№7), Пацаева, 2 (№8), Сахалинская, 11 (№9) и Нейбута, 51 (№10).

5.1 Применение электростатических фильтров

В настоящее время использование электростатических фильтров является одним из самых эффективных решений задачи сокращения выбросов твердых частиц при работе ТЭЦ на угле. Уже сегодня идет интенсивная работа по улучшению технологии электростатической фильтрации, направленная на ее развитие в соответствии с растущими потребностями рынка.

Процесс очистки предполагает четыре ступени:

1. Частицы пыли электрически заряжаются.
2. Частицы перемещаются на осадительные электроды
3. Частицы удаляются с электродов
4. Производится окончательная утилизация собранной пыли.

Электрическое поле создается благодаря высокой разности потенциалов между коронирующими и осадительными электродами. На коронирующих электродах возникает коронный разряд, который ионизирует газ, находящийся в непосредственной близости от электрода. При этом положительно заряженные ионы нейтрализуются на коронирующем электроде. Отрицательно заряженные ионы продолжают свой путь к осадительным электродам и заряжают частицы пыли. Большая часть пыли оказывается заряженной отрицательно и устремляется к осадительному электроду, на котором она оседает и формирует растущий слой пыли.

Через некоторый интервала времени коронирующие и осадительные электроды встряхивают, и пыль, осевшая на них, попадает в бункер фильтра, откуда потом выгружается для утилизации.

Существует достаточно известная французская машиностроительная компания, являющаяся лидером в производстве энергетического оборудования и железнодорожного транспорта – «ALSTOM». Она основана в 1928 г. и имеет огромный опыт в создании электростатических фильтров.

Для больших полноразмерных установок, предназначенных для угольных котлов, «ALSTOM» применяет моделирование газопотоков и электрофильтра, чтобы получить наилучшую конструкцию для соответствующего потока газа.

Важнейшая задача, которую электростатические фильтры выполняют по всему миру – это очистка отходящих газов на электростанциях, сжигающих уголь. Эти объекты обычно предусматривают высокое содержание летучей золы и большие объемы очищаемых газов. Учитывая современные строгие требования по охране окружающей среды, высокая эффективность и надежность работы должна гарантированно обеспечиваться в течение многих лет. Электростатические фильтры «ALSTOM» повсеместно доказали, что они соответствуют таким требованиям.

Выбросы от мазутосжигающих котлов обычно легче очистить, чем выбросы от угольных котлов. Но при этом выбросы имеют особые характеристики, которые требуют высокоэффективных фильтров. Имея большой опыт работы в Европе и Японии, у компании ALSTOM есть набор ноу-хау для решения проблем в этой области [1].

Конструкция фильтра ALSTOM

Стандартный фильтр для сухого улавливания поставляется в металлическом или бетонном корпусе. Справа показана конструкция фильтра с верхним встряхиванием коронирующих электродов и нижним встряхиванием осадительных электродов.

Газораспределительные экраны (ГРЭ)

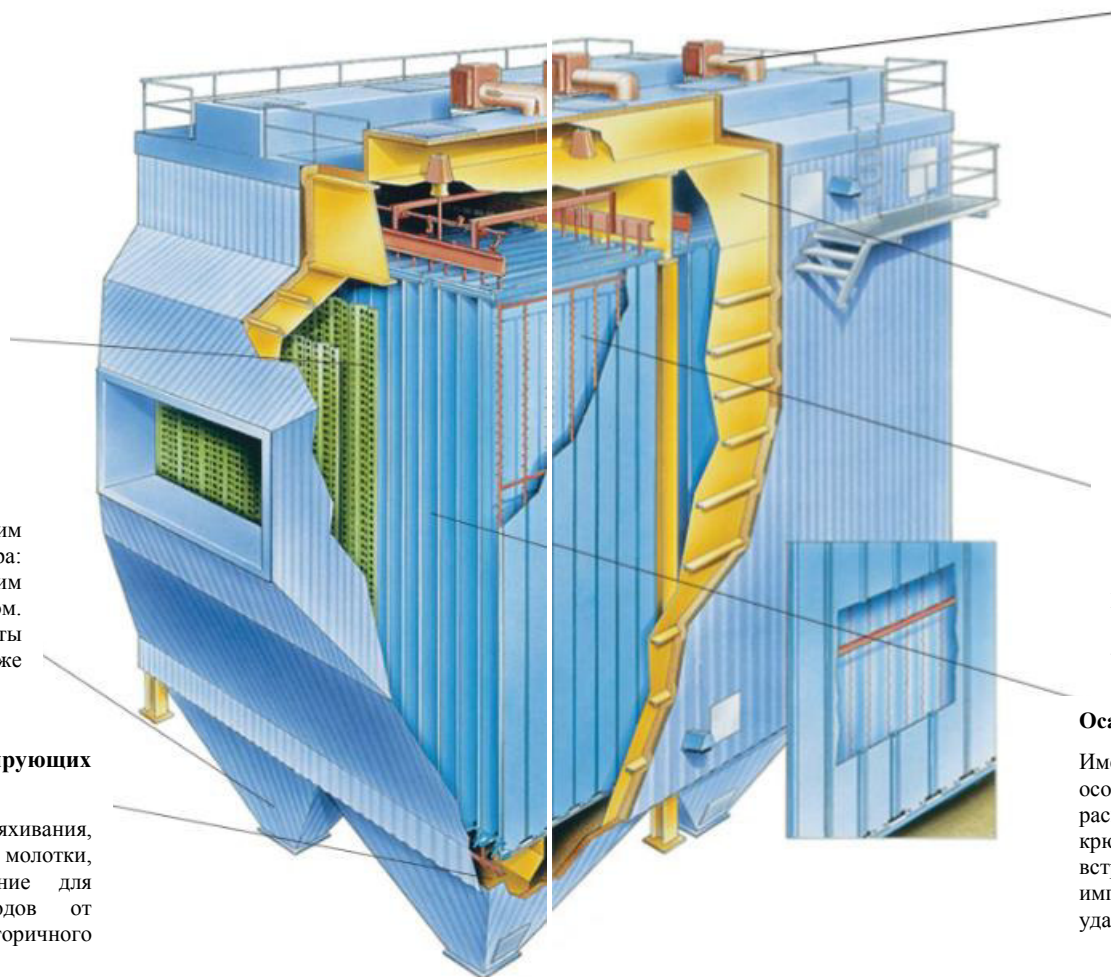
ГРЭ на входе, в совокупности с газораспределительными решетками на выходе, гарантируют правильное распределение газа для обеспечения максимальной эффективности.

Бункер для пыли

Фильтр может быть оборудован одним из следующих типов бункера: пирамидальный, лотковый и с плоским дном и скребковым контейнером. Газоотражательные листы предотвращают переток газа ниже активной зоны аппарата.

Механизмы встряхивания коронирующих и осадительных электродов

Конструкция механизмов встряхивания, использующая падающие молотки, обеспечивает необходимое ускорение для гарантированной очистки электродов от осевшей пыли, снижая величину вторичного уноса.



Система энергоснабжения

Высокая разность потенциалов обеспечивается либо стандартными трансформаторами/выпрямителями с сетевой частотой работы, либо высокочастотными трансформаторами ALSTOM, типа SIR, работающими на частоте десятки тысяч герц. Оба типа управляются микропроцессорами ALSTOM EPIC, которые позволяют достичь максимальной эффективности при минимальном энергопотреблении.

Корпус

Металлический корпус является сборным для уменьшения монтажных затрат. Корпуса обычно изолируются минеральной ватой и укрываются профилированным алюминиевым листом.

Коронирующие электроды

Спиралеобразные электроды из нержавеющей стали обеспечивают однородность распределения тока. Электроды сами обеспечивают необходимое натяжение и легко поддерживаются чистыми. Также применяются другие типы электродов.

Осадительные электроды

Имеют форму профилированной пластины особой формы для обеспечения оптимального распределения зарядов. Они подвешены на крюках и жестко соединены внизу с балками встряхивания, чтобы обеспечить передачу импульса при встряхивании. Каждый молоток ударяет точно по одному ряду электродов.

Рисунок 16 – Конструкция электростатического фильтра компании «ALSTOM» [1]

5.2 Переход на альтернативное топливо

Одним из вариантов, позволяющим уменьшить экологический вред от функционирования ТЭЦ-2, может стать переход на использование природного газа вместо угля в качестве топлива. Месторасположение города Владивостока располагает к тому, чтобы с минимальными временными и финансовыми затратами использовать природный газ с о. Сахалин, добываемый с нефтяных платформ.



Рисунок 17 – Выброс природного газа с нефтяной платформы [37]

Переход на природный газ необходимо производить постепенно. Количество твердых веществ (золы), которое выбрасывается в атмосферу, может быть уменьшено даже при частичном переходе на газ, что составит от 40 до 85% сокращения выбросов твердых веществ (в зависимости от количества переведенных котлоагрегатов на газ). Однако стоит оставить уголь в качестве «запасного варианта» при чрезвычайных ситуациях на трубопроводах, подающих природный газ. В таких случаях, систему можно будет экстренно перевести с газа на уголь на некоторое время для устранения аварий.

6 Финансовый менеджмент, ресурсообеспеченность и ресурсосбережение

На современном этапе невозможно представить какое-либо промышленное предприятие без внедрения системы мониторинга. На таких предприятиях риск загрязнения окружающей среды как никогда велик.

В случае данной работы основным источником выбросов загрязняющих веществ является котельный цех ТЭЦ-2, где в качестве топлива в котлах сжигаются бурые угли. В результате сжигания угля в топках котлов образуются загрязняющие вещества (взвешенные вещества (пыль), диоксид азота, диоксид серы, оксид азота, оксид углерода и др.). Население, живущее в радиусе трех километров испытывает дискомфорт вследствие данных выбросов, поэтому с периодичностью раз в пол года необходимо отбирать пробы воздуха и грунтов для проведения лабораторных исследований и выяснения степени загрязненности компонентов. После чего необходимо предпринимать мероприятия по снижению уровня загрязнения.

Целью написания магистерской диссертации является изучение состояния атмосферного воздуха и грунтов в зоне воздействия ТЭЦ-2 г. Владивостока, в результате анализа лабораторного исследования.

В данном разделе приведены расчеты затрат на полевые и лабораторные исследования атмосферного воздуха и грунтов в районе влияния ТЭЦ-2 г. Владивостока, а также затрат на камеральную обработку полученных результатов для проведения мониторинга загрязнения этих компонентов окружающей среды.

Расчеты производятся в соответствии со справочником базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 года). А также при помощи ЕНВиР-И «Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы». Часть II. Инженерно-геологические изыскания.

Исходные данные для проведения расчетов являются результатом отобранных проб для лабораторных исследований, поэтому для раздела включен полевой и лабораторный этап.

6.1 Предпроектный анализ

Потенциальные потребители результатов исследования.

Целевая аудитория результата научно-технического исследования представлена как для физических лиц (вблизи живущего населения от ТЭЦ-2), так и для юридического лица (ТЭЦ-2 (т.к. самому предприятию необходимо знать количество загрязняющих веществ в выбросах), Приморский центр мониторинга загрязнения окружающей среды (для оценки состояния воздуха в этом районе города)).

Реальными пользователями разрабатываемого решения данной работы являются инженеры-экологи. Потенциальными пользователями могут быть инженеры-проектировщики и инженеры-строители при выборе места строительства в благоприятной экологической обстановке.

Для анализа и определения потребителей результатов проведенного исследования необходимо рассмотреть, изучить и проанализировать целевой рынок и провести его сегментирование.

6.2 FAST-анализ

Данный анализ заключается в том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации, и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

FAST-анализ включает в себя шесть стадий:

- Выбор объекта анализа;
- Описание функций, выполняемых объектом – главной, основной и вспомогательной;
- Определение значимости выполняемых функций объектом;
- Анализ стоимости функций выполняемых объектом исследования;
- Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
- Оптимизация функций выполняемых объектом.

Объектом FAST-анализа в данной работе являются результаты лабораторных исследований воздуха и грунтов, полученные для дальнейшей обработки.

Рассмотрим и определим главную, основную и вспомогательную функции (табл.24).

Таблица 24 – Классификация функций, выполняемых объектом исследования

Наименование этапа работ	Выполняемая функция	Ранг функции		
		Главная	Основная	Вспомогательная
Полевые работы	Получение исходных данных для лабораторного исследования	X		
Лабораторные исследования	Получение данных для расчетов и анализа		X	
Камеральная обработка	Анализ полученных результатов			X

Далее определим значимость выполняемых функций объектом.

Для оценки значимости будет использоваться метод расстановки приоритетов, в основу которого положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции.

Сначала построим матрицу смежности функции (табл.25).

Таблица 25 – Матрица смежности функций

	Получение исходных данных для лабораторного исследования	Получение данных для расчетов и анализа	Анализ полученных результатов
Получение исходных данных для лабораторного исследования	=	>	>
Получение данных для расчетов и анализа	<	=	>
Анализ полученных результатов	<	<	=

Затем преобразуем матрицу смежности в матрицу количественных соотношений функций (табл.26).

Таблица 26 – Матрица количественных соотношений функций

	Получение исходных данных для лабораторного исследования	Получение данных для расчетов и анализа	Анализ полученных результатов	Итого
Получение исходных данных для лабораторного исследования	1	1,5	1,5	4
Получение данных для расчетов и анализа	0,5	1	1,5	3
Анализ полученных результатов	0,5	0,5	1	2
				9

После чего, определяем значимость функций путем деления балла, полученного при каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям.

Таблица 27 – Относительная значимость функций

	Итого	Относительная значимость
Получение исходных данных для лабораторного исследования	4	0,45

Получение данных для расчетов и анализа	3	0,33
Анализ полученных результатов	2	0,22
	9	1,0

Далее проводим анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Согласно СБЦ в городе Владивосток районный коэффициент равен 1,2; коэффициент при работе в неблагоприятном периоде – 1,3; коэффициент к итогу сметной стоимости – 1,1. Сметный расчет выполняется согласно СБЦ (01.01.99 г.) с учетом индекса изменения сметной стоимости на I квартал 2019 г. – 47,12.

Для расчета количества человеко-ресурсов, трудоёмкости и стоимости выполнения работ каждого этапа используется также ЕНВиР-И «Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы». Часть II. Инженерно-геологические изыскания.

Категория пород исследуемого района III. Бурение шнековое. Время чистого бурения на 1 м составляет 2 минуты для песчано-глинистого грунта (табл.15 ЕНВиР-И [17]).

Для расчета стоимости заработной платы и времени выполнения ручного бурения и отбора проб грунта и воздуха были проведены расчеты на работу двух человек с учетом коэффициентов – районного (1,2) и при работе в неблагоприятном периоде (1,3).

Для расчета затрат при выполнении лабораторных исследований отобранных проб грунта и воздуха были также проведены расчет работы 2-х лаборантов, с учетом районного коэффициента – 1,2 и коэффициента к итогу сметной стоимости – 1,1.

Проведение камеральной обработки и составление отчета проводится одним работником. Итоговая стоимость работ (зарплаты) и времени выполнения работ представлены в табл.28.

Таблица 28 – Определение стоимости функций, выполняемых для исследования

Вид работ (этап)	Количество рабочих	Трудоёмкость, нормо-ч	Заработная плата, руб.	Стоимость работ, руб.
Полевые работы	2	16,30	11 756,90	23 513,80
Лабораторные исследования	2	24,25	17 686,16	35 372,32
Камеральная обработка	1	80,45	32 511,94	32 511,94

Для графического представления полученных результатов применяют построение функционально-стоимостной диаграммы (ФСД) (рис.18), где отображается зависимость значимости функции от затрат на её выполнение.

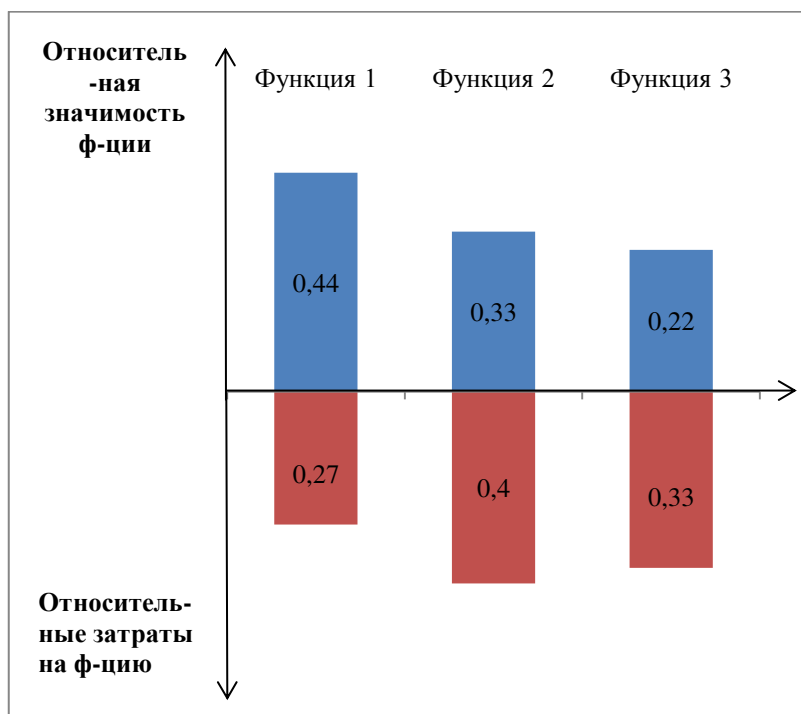


Рисунок 18 – Функционально-стоимостная диаграмма

В соответствии с построенной диаграммой можно отметить, что для функций характерны диспропорции между значимостью и затратами. Максимальную стоимость, согласно расчетам сметы (табл.38) имеют лабораторные исследования (функция 2), так как они имеют основную функцию в получении информации. Однако главную роль имеют полевые работы (функция 1), благодаря которым и проводятся дальнейшие исследования.

На основании полученных и уточненных данных составляется отчет (на камеральном этапе, функция 3) с подсчетом затрат на проект, удовлетворяющих требованиям. В результате чего, можно сделать вывод, что наличие умеренного дисбаланса в пропорциях стоимости и значимости ожидаем.

6.3 SWOT-анализ

«SWOT» представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, который применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта. Каждая буква в этом слове обозначает новое слово, так S W O T – сильные стороны, слабые стороны, возможности и угрозы соответственно.

Перечислим сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы (табл.29)

Таблица 29 – Матрица SWOT

	Сильные стороны НИП: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность; С2. Более низкая себестоимость исследования; С3. Минимальные сроки выполнения за счет лаборатории внутри предприятия;	Слабые стороны НИП: Сл1. Необходимость дополнительного обучения сотрудников (поле + лаборатория); Сл2. Необходимость обновления приборов, концентраторов и веществ на периодической основе; Сл3. Снижение качества работы за отсутствием строгого контроля;
Возможности: В1. Проводить лабораторные исследования в любое время; В2. Аккредитация лаборатории как новый статус; В3. Реализовывать заявки других предприятий на		

исследование загрязнения, химического состава грунтов и воздуха;		
Угрозы: У1. Минимальное финансирование лаборатории вследствие малого оборота исследований; У2. Необходимость аккредитации лаборатории в случае приема заявок на исследования извне; У3. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

Согласно таблице 29 выявим соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. В рамках данного этапа построим интерактивные матрицы проекта. Ее использование поможет разобраться с различными комбинациями взаимосвязей матрицы SWOT.

Таблица 30 – Интерактивная матрица проекта (возможности + сильные стороны)

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	+
	B2	0	-	0
	B3	+	-	-

B1B3C1, B1C2C3

Таблица 31 – Интерактивная матрица проекта (возможности + слабые стороны)

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

B1B2B3Сл1Сл2, B1Сл3

Таблица 32 – Интерактивная матрица проекта (угрозы + сильные стороны)

Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		С1	С2	С3
	У1	+	0	+
	У2	+	-	+
	У3	+	0	+

У1У2У3С1С3

Таблица 33 – Интерактивная матрица проекта (угрозы + слабые стороны)

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

У1Сл1, У1У2Сл2

По полученным результатам можно составить итоговую матрицу SWOT-анализа.

Таблица 34 – SWOT-анализ

	Сильные стороны НИП: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность; С2. Более низкая себестоимость исследования; С3. Минимальные сроки выполнения за счет лаборатории внутри предприятия;	Слабые стороны НИП: Сл1. Необходимость дополнительного обучения сотрудников (поле + лаборатория); Сл2. Необходимость обновления приборов, концентраторов и веществ на периодической основе; Сл3. Снижение качества работы за отсутствием строгого контроля;
Возможности: В1. Проводить лабораторные исследования в любое время; В2. Аккредитация лаборатории как новый статус; В3. Реализовывать заявки других предприятий на исследование загрязнения, химического состава	В1В3С1, В1С2С3	В1В2В3Сл1Сл2, В1Сл3

грунтов и воздуха;		
Угрозы: У1. Минимальное финансирование лаборатории вследствие малого оборота исследований; У2. Необходимость аккредитации лаборатории в случае приема заявок на исследования извне; У3. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды	У1У2У3С1С3	У1Сл1, У1У2Сл2

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

6.4 Планирование работ по инженерным изысканиям

В данной работе проводится анализ проектной организации, которая состоит из полевой группы, лаборантов, обработчика результатов и инженера-эколога проекта. Планирование работ позволяет распределить обязанности и определить ответственных за выполнение каждого из этапов работ, составить график выполнения, рассчитать трудоемкость и заработную плату сотрудникам.

Последовательность работ и исполнители представлены в табл.35.

Таблица 35 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

№	Основные этапы	Содержание работ	Исполнитель
1	Проведение полевых работ	Проведение буровых работ, отбор проб грунта и воздуха	Инженер-геолог
2	Проведение лабораторных исследований	Проведение требуемых исследований отобранных проб грунта и воздуха	Инженер-лаборант, лаборант-эколог
3	Составление отчета по результату проведения ИИ	Анализ результатов и оценка полевых работ и лабораторных исследований	Инженер-эколог

6.5 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты являются одной из важных частей стоимости разработки проекта. Оценку трудоёмкости проводят в человеко-днях. Расчёт проводят по формуле 1. Среднее (ожидаемое) значение трудоёмкости:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mint} + 2t_{maxi}}{5} \quad (1)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, t_{mint} – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы, t_{maxi} – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы.

Таблица 36 – Трудоёмкость выполнения работ

Вид работ (этап)	Количество рабочих	Трудоёмкость, нормо-ч
Полевые работы	2	16,30
Лабораторные исследования	2	24,25
Камеральная обработка	1	80,45

Исходя из проведенных расчетов в рамках планирования необходимо построить календарный план проекта – в формате диаграммы Ганта, которая представляет столбчатую гистограмму, иллюстрирующую отрезками количество потраченного времени, даты начала и окончания выполнения данных работ.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (2)$$

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.

Длительность каждого этапа работ из всех рабочих дней могут быть переведены в календарные дни через формулу 3.

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}} \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях, T_{pi} – продолжительность выполнения i -ой работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Пример для расчета *полевого этапа* работ (бурение и опробование).

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mint} + 2t_{maxt}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 7}{5} = 3,4 \text{ чел-дней};$$

$$T_{Pl} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{3,4}{2} = 1,7 \text{ дня.}$$

Для шестидневной рабочей недели коэффициент календарности равен:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 51 - 15} = 1,22;$$

Тогда,

$$T_{ki} = T_{pl} * k_{кал} = 1,7 * 1,22 = 2,07 \approx 2 \text{ дня.}$$

Пример для расчета *лабораторного этапа* работ.

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mint} + 2t_{maxt}}{5} = \frac{3 * 2 + 2 * 10}{5} = 5,2 \text{ чел - дней};$$

$$T_{Pl} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{5,2}{2} = 2,6 \text{ дня.}$$

$$T_{ki} = T_{pl} * k_{кал} = 2,6 * 1,22 = 3,17 \approx 3 \text{ дня}$$

Пример для расчета *камерального этапа* работ.

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mint} + 2t_{maxt}}{5} = \frac{3 * 4 + 2 * 15}{5} = 8,4 \text{ чел - дней};$$

$$T_{Pl} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{8,4}{1} = 8,4 \text{ дня.}$$

$$T_{ki} = T_{pl} * k_{кал} = 8,4 * 1,22 = 10,25 \approx 10 \text{ дней}$$

На основании проведения расчётов был построен календарный план график по максимальным по длительности времени исполнения работ – таблица 37, где красной штриховкой выделены выходные дни, коричневым – работа полевой группы, зеленым – работа лабораторной группы, лиловым – инженера-эколога камеральной группы.

Далее в таблице 38, приведены результаты расчета сметной стоимости проведения инженерно-экологических изысканий согласно справочнику базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства одобренного Письмом Госстроя РФ от 22 июня 1998 г. N 9-4/84.

Перевод цен осуществлялся согласно индексу изменения сметной стоимости указанному в Письме Минстроя России от 05.03.2019 N 7581-ДВ/09 и равному – 47,12.

Таблица 37 – Календарный план выполнения работ

План работ		10 мая	11 мая	12 мая	13 мая	14 мая	15 мая	16 мая	17 мая	18 мая	19 мая	20 мая	21 мая	22 мая	23 мая	24 мая	25 мая	26 мая	27 мая	28 мая
Полевой этап	Буровые работы																			
	Отбор проб грунта нарушенной структуры																			
	Отбор проб воздуха																			
Лабораторный этап	Исследования проб грунтов																			
	Исследования проб воздуха																			
Камеральный этап	Предполевое дешифрирование																			
	Составление программы производства работ																			
	Обработка результатов лабораторных исследований																			
	Составление отчета по результатам ИЭИ																			

	Выходные/праздничные дни		Инженер-геолог, инженер-эколог		Инженер-лаборант, лаборант-эколог		Инженер-эколог
--	--------------------------	--	--------------------------------	--	-----------------------------------	--	----------------

Таблица 38 – Расчет сметной стоимости проведения инженерно-экологических изысканий

№ пп	Виды работ	Ед. Изм.	Кол- во	№№ таблиц, пунктов	Расчет стоимости	Стоимость, руб
1	2	3	4	5	6	7
1. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ						
1	Ручное шнековое бурение диаметром до 60 мм, при III категории пород	1 м	2	т.13, п.1	7,1x2x1,2x1,3x1,1	24,36
2	Отбор точечных проб грунта для анализа на загрязненность по химическим показателям	1 проба	12	т.60, п.7	6,9x12x1,2x1,3x1,1	142,08
3	Отбор точечных проб воздуха приземной атмосферы для анализа на загрязненность по химическим показателям	1 проба	8	т.60, п.7	6,9x8x1,2x1,3x1,1	94,72
4	ВСЕГО полевые работы по базовым ценам 1999 г.	261,16				
2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ						
5	Определение неустойчивых химических компонентов в грунтах	1 проба	12	т.61, п.1	29x12x1,2x1,1	459,36

6	Определение неустойчивых химических компонентов в воздухе	1 проба	8	т.70, п.11	29x8x1,2x1,1	306,3
7	Определение органического вещества	1 проба	12	т.70, п.11	8,6x12x1,2x1,1	136,22
8	Определение кислотности среды рН	1 проба	12	т.70,п.83	2x12x1,2x1,1	27,72
9	Определение комплекса марганец, кобальт, медь и цинк	1 проба	12	т.70,п.52	62,5x12x1,2x1,1	990
10	Определение нефтепродуктов	1 проба	12	т.72,п.38	19,7x12x1,2x1,1	312,05
11	Определение кадмия	1 проба	12	т.72,п.15	6,1x12x1,2x1,1	96,62
12	Определение фтора	1 проба	12	т.72,п.70	3x12x1,2x1,1	47,52
13	Определение мышьяка	1 проба	12	т.72,п.35	9,6x12x1,2x1,1	152,06
14	Определение никеля	1 проба	12	т.72,п.39	10,8x12x1,2x1,1	171,07
15	Определение ртути	1 проба	12	т.72,п.48	8,7x12x1,2x1,1	137,8
16	Определение свинца	1 проба	12	т.72,п.49	12,2x12x1,2x1,1	193,25
17	ВСЕГО лабораторные работы по базовым ценам 1999 г.	3 029,97				
	3. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ					

18	Предполевое дешифрирование , масштаб 1:1000	1 км2	2	т.80,п.22	239,8х2х1,2х1,1	633
19	Составление программы производства работ	1 программа	1	т.81,п.1	350х1,2х1,1	462
20	Камеральная обработка лабораторных исследований	%	12	т.86.п.4	0,12 от п.17	363,6
21	ВСЕГО камеральная обработка по базовым ценам 1999 г.	1458,6				
22	Составление камерального отчета	%	21	т.87.п.1	0,21 от п.21	306,3
23	ВСЕГО камеральные работы				п.21+п.22	1764,9
	4. ПРОЧИЕ РАБОТЫ					
24	Внутренний транспорт	%	8,75	т.4, п.1	0,0875 от п.4	22,85
25	ИТОГО прочие расходы с рыночным коэффициентом				47,12 от п.24	1076,76
27	ИТОГО	47,12 от п.4, 17, 23, 24		239 316,89 руб		
28	С учетом НДС 20%, руб				от п.27	47 863,37
29	ИТОГО по инженерно-экологическим изысканиям, руб	с НДС 20%			287 180,26	

Согласно сметному расчету стоимость комплекса инженерно-экологических изысканий составит 239 316,89 руб. без НДС, с учетом НДС 20% (т.к. система налогообложения общая) стоимость работ составит 287 180,26 рублей.

6.6 Оценка готовности проекта

Чтобы выявить существующие и возможные затруднения и проблемы в ходе выполнения проекта, необходимо оценить степень его готовности и уровень собственных знаний для осуществления проекта. Для наглядности была составлена и заполнена форма (табл. 39), которая содержит показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Таблица 39 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности НП	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел (НТЗ)	4	3
2	Определены перспективные направления коммерциализации НТЗ	3	3
3	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	3
4	Проработаны вопросы финансирования и коммерциализации научной разработки	3	3
5	Имеется команда для научной разработки	5	4
6	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
7	Определена товарная форма НТЗ для представления на рынок	1	2
8	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	21	23

Таким образом, в ходе суммирования баллов выяснено, что число «23» попадает в интервал от 29 до 15, что означает перспективность научной разработки ниже среднего. Для повышения этого фактора следует привлечь недостающих специалистов и быть готовым к новым возможностям, которые на настоящий момент ограничены.

6.7 Инициация проекта

В качестве заинтересованного лица выступает само предприятие, от лица которого и разрабатывались лабораторные исследования.

Таблица 40 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ТЭЦ-2, г. Владивосток	Допустимые значения результатов лабораторных исследований за минимальные затраты на их проведение

В таблице 41 приведены цели и результаты выполнения проекта.

Таблица 41 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	1) провести инженерно-экологические изыскания; 2) подсчитать количество загрязняющих веществ в грунтах и воздухе; 3) провести анализ полученных результатов расчета для выявления превышений концентраций
Ожидаемые результаты:	1) получить результаты лабораторных исследований; 2) не обнаружить превышения допустимых концентраций по веществам
Критерии приемки результата проекта	Выполнение работ в полном объеме и в назначенные сроки, составление технической документации
	Требования
Требования к результату проекта	Положительное заключение экологической экспертизы

6.8 Организационная структура проекта

Необходимо определить организационную структуру проекта с целью определения состава рабочей группы, ролей и функций каждого из участников.

Организационная структура представлена в таблице 42.

Таблица 42 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должности	Роль в проекте	Функции
1	Пасечник Е.Ю., ТПУ ОГ, кандидат геолого-минералогических наук, доцент	Руководитель проекта	Координация деятельности участников
2	Леонова А.В., старший преподаватель ОГ ТПУ	Консультант	Консультант практической части проекта
3	Агаркова В.О.	Исполнитель	Выполнение проекта

6.9 Контрольные события проекта

Так же необходимо определить ключевые события проекта, определить даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на определенные даты (табл. 43).

Таблица 43 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат
1	Получение результата проведения полевых работ	19.09.2018	Первичная обработка данных, подготовка и передача проб на лабораторные исследования
2	Получение результатов проведения лабораторных исследований проб	24.09.2018	Обработка результатов лабораторных исследований, построение геолого-литологических разрезов, подсчет объема полезной толщи
3	Выявление превышений концентраций и написание отчета по ИЭИ	03.10.2018	Отчет в соответствии с требованиями нормативной документации

6.10 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета проекта необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п., что приведено в таблице 44.

Таблица 44 – Материальные затраты на выполнение проекта

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы $З_m$, руб.
Ручка шариковая	шт	4	25	100
Карандаш простой	шт	4	10	40
Краска для принтера	шт	1	700	700
Бумага для принтера формата А4 (500 листов)	Упаковка	2	230	460
Персональный компьютер	шт	1	50000	50000
ИТОГО	51 300 руб.			

Материальные затраты составили 51 300 рублей.

Так же следует учесть затраты на выплату заработной платы работникам на этапе полевых и лабораторных исследований, расчет которой приводится в таблице 45, где трудоемкость и стоимость работ взята по ЕНВиР-И «Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы». Часть II. Инженерно-геологические изыскания с учетом районных коэффициентов.

Таблица 45 – Расчет затрат на заработную плату на этапе сбора данных

Вид работ (этап)	Количество рабочих	Трудоёмкость, нормо-ч	Заработная плата, руб.	Стоимость работ, руб.
Инженер-геолог, инженер-эколог	2	16,30	11 756,90	23 513,80
Инженер-лаборант, лаборант-эколог	2	24,25	17 686,16	35 372,32

Отчисления на социальные нужды, согласно расчету по формуле 4, составят 20 050,71 руб. на всех работников из табл.45.

$$C_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп}) \quad (4)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный, ОМС и т.д), $Z_{доп}$ – дополнительная зарплата (13,5 % от основной $Z_{осн}$).

В сумме затраты составили 106 746,54 рублей.

1.11 Ресурсоэффективность

Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе интегрального показателя эффективности научного исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности рассчитывается по формуле 5:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i \quad (5)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности, a_i – весовой коэффициент проекта, b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле 6:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (6)$$

где I_{Φ} – интегральный финансовый показатель, Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения, Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения НИП, в т.ч. аналоги.

Сравнительная оценка характеристик разрабатываемого проекта приведена в таблице 46.

Таблица 46 – Сравнительная оценка характеристик разрабатываемого проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки		Показатель ресурсоэффективности	
		Текущий вариант	Аналог	Текущий вариант	Аналог
Удобство в эксплуатации	0,2	5	5	1	1
Надёжность	0,15	4	5	0,6	0,75

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки		Показатель ресурсоэффективности	
		Текущий вариант	Аналог	Текущий вариант	Аналог
Достоверность	0,15	4	4	0,6	0,6
Экологическая безопасность при проведении работ	0,1	4	4	0,4	0,4
Объем охватываемых работ	0,05	2	5	0,1	0,25
Стоимость работ	0,2	5	3	1	0,6
Время выполнения работ	0,15	4	4	0,6	0,6
ИТОГО (сумма)	1	28	30	4,3	4,2

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентных технических решений, с помощью которого было определено, что, взятый в примере, «Научный институт» (аналог, табл. 21) проводит полный комплекс инженерно-экологических работ, имеет большой опыт их проведения, однако по стоимости он значительно превышает стоимость работ мелкого предприятия (текущий вариант, табл. 21), что способствует появлению возможностей для этого предприятия, стоимость услуг которой ниже, а достоверность и надёжность полученных данных аналогична или незначительно отличается.

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналога позволяет определить сравнительную эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = (I_{\text{финр}}^{\text{р}}) / (I_{\text{финр}}^{\text{а}}) \quad (7)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ сравнительная эффективность проекта; $I_{\text{финр}}^{\text{р}}$ - интегральный показатель эффективности разработки; $I_{\text{финр}}^{\text{а}}$ - интегральный показатель эффективности аналога.

Результаты расчетов в таблице 47.

Таблица 47 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог	Текущий вариант
1	Интегральный финансовый показатель проекта	0,77	0,46
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,2	4,3
3	Интегральный показатель эффективности	5,45	9,35
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,71	

6.12 Реестр рисков проекта

В идентифицированные риски входит вероятность неопределенных событий, что может привести к последствиям с нежелательными эффектами. Сведения по рискам представлены в виде таблицы 48.

Таблица 48 – Реестр рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
Изменение в нормативно-правовой базе	Нарушение сроков сдачи работ	4	4	средний	Мониторинг изменений в законодательстве	Внесение поправок и изменений в регламентирующие документы
Рост стоимости на топливо, реагенты и хим. вещества для ЛБ	Незапланированные издержки	4	3	средний	Формирование финансовых резервов.	Изменение стоимости в одностороннем порядке
Изменения в кадровом составе	Нарушение сроков выполнения и качества работ	4	4	средний	Разработка и внедрение премиально-сдельной оплаты труда	Низкая заработная плата
Разрыв платежного баланса	Временная неплатежеспособность	4	5	высокий	Заключение договора с банком о льготном кредитовании	Выполнение работ без аванса с расчетом после реализации

В ходе выполнения данного раздела магистерской диссертации была проведена эффективная работа.

Показатель ресурсоэффективности проекта по 5-балльной шкале равен 4,3 – это говорит об эффективной реализации работ по проектированию лабораторных исследований грунта и воздуха, происходящих в лаборатории внутри самого предприятия.

Был составлен календарный план–график проведения работ по бурению и отбору проб грунта и воздуха, лабораторного исследования этих проб и их камеральной обработки. Общее количество дней на выполнение проектных работ составляет 15 рабочих дней.

Затраты на подготовку проекта составят – 51300 руб.

Затраты на проведение инженерно-экологических изысканий, включая лабораторные исследования и камеральную обработку, согласно сметным расчетам составили 287 180,26 руб. в ценах на I квартал 2019 г.

7 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа содержит информацию о состоянии атмосферного воздуха и грунтов в зоне воздействия ТЭЦ-2 г. Владивостока, результаты анализа лабораторного исследования и их обработку.

Все работы должны быть выполнены с соблюдением правил техники безопасности.

Полевой этап работ проводится в мае, где производится отбор проб воздуха и грунтов по методике [21]. После чего производится лабораторное исследование отобранных проб воздуха и грунта. Камеральная обработка результатов проводится в закрытом помещении с использованием ЭВМ.

Применяется данная работа в инженерной экологии на этапе камеральной обработки материалов и в предполевой период.

Реальными пользователями разрабатываемого решения данной работы являются инженеры-экологи. Потенциальными пользователями могут быть инженеры-проектировщики и инженеры-строители при выборе места строительства в благоприятной экологической обстановке.

Место выполнения работ находится на юго-восточной окраине города Владивостока, на полуострове Муравьева-Амурского в Первомайском районе. Точки отбора проб взяты согласно розе ветров.

Данная работа по мониторингу загрязнения атмосферного воздуха и грунтов относится к камеральному этапу инженерно-экологических изысканий, в которой в дальнейшем предполагается увеличить количество точек отбора. В этой связи, в части «социальная ответственность» необходимо включить полевой и лабораторный период для рассмотрения экологической безопасности.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Специальные нормы трудового права содержат не только изъятия из общих правовых норм, но и дополнительные гарантии для работников (например, повышенная оплата труда во вредных условиях, предоставление дополнительного времени отдыха). Основная масса специальных норм трудового права расположена в разделе XII ТК РФ [31], посвященном особенностям регулирования труда отдельных категорий работников.

Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства регламентируются следующими нормативными документами:

- ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
- ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам;
- РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы (Часть I. Разделы 1-5);
- ГОСТ Р 22.0.01-2016 Безопасность в ЧС. Основные положения;
- ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения);
- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).

Нормативная документация в основном направлена на определение необходимого рабочего времени и соблюдение необходимых требований, обеспечивающих безопасность и правильность проведение работ.

Выполняемый труд должен производиться согласно инструкциям и планам мероприятий полевой группы. Лабораторные и камеральные работы выполняются также с конкретным соблюдением нормативных документов.

Перед началом работ для работников необходимо проведение вводного инструктажа, где рассказываются правила техники безопасности и условия

проведения отборочных работ в полевых условиях и правила безопасной работы с химическими реагентами и опасными веществами в лабораторных условиях. А также необходимо проводить инструктаж по пожарной безопасности. В результате прохождения инструктажа по технике безопасности ответственному лицу необходимо проверить усвоенные знания работников.

Во время проведения лабораторных работ необходимо иметь средства индивидуальной защиты для разного рода проведения химических исследований – лабораторные перчатки, хлопчатобумажный халат, респиратор, очки защитные, закрытую обувь.

7.2 Производственная безопасность

Идентификация и анализ вредных и опасных факторов, возникающие при проведении полевых работ, исследований в лаборатории, а так же при подготовке отчетной документации в камеральных условиях регламентируются ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»[7].

Таблица 49 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевой	Лабораторный	Камеральный	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	-	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [23]; Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [22].
2.Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	-	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [27]; ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений [16].
3.Токсические и раздражающие	-	+	-	ПНД Ф 12.13.1-03. Методические рекомендации. Техника безопасности

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевой	Лабораторный	Камеральный	
факторы				при работе в аналитических лабораториях (общие положения)[19]
4.Нервно-психические перегрузки	-	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [8].
5.Пожароопасность	-	+	+	ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования [9]; СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений. СНиП 21-01-97 [28].

7.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по снижению их воздействия

1. Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющий на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, подвижность воздуха, инфракрасное излучение.

При повышенной температуре воздуха рабочей зоны организм человека не справляется с терморегуляцией и возникает перегрев. Перегревание (гипертермия) сопровождается повышением температуры тела до 38°C.

В тяжелых случаях гипертермия протекает в форме теплового удара, при этом температура тела повышается до 40°C и пострадавший теряет сознание. Высокая температура воздуха усиливает потоотделение, которое приводит к судорожной болезни вследствие нарушения водно-солевого баланса.

Для предотвращения перегрева человека на открытом воздухе в теплое время года, где будут отбираться пробы, предусматривается индивидуальное средство защиты (головной убор), одежда должна быть легкой и свободной, из тканей светлых тонов. В холодное время года работники обеспечиваются теплой спецодеждой, чтобы исключить возможность переохлаждения.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [23] оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам,

приведенным в табл.50, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Таблица 50 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [23]

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Так, для камеральных условий подходит IIa категория уровня энергозатрат 175-232 Вт с оптимальными величинами показателей микроклимата в холодное время года: температура воздуха в помещении 19-21°С, температура поверхностей 18-22°С, относительная влажность воздуха 60-40%, скорость движения воздуха 0,2 м/с; в теплое время года: температура воздуха в помещении 20-22°С, температура поверхностей 19-23°С, относительная влажность воздуха 60-40%, скорость движения воздуха 0,2 м/с.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов

терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Для поддержания оптимальных значений микроклимата используется система отопления (холодный период) и кондиционирования (теплый период) воздуха, для повышения влажности воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха, соблюдать режим проветривания помещения во время перерывов.

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность вызывает преждевременное зрительное утомление, а повышенная яркость освещения (блесткость) понижает светочувствительность глаз - человек временно слепнет.

Свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Сравнительная оценка естественного и искусственного освещения по его влиянию на работоспособность показывает преимущество естественного света.

Чем ниже коэффициент пульсации освещенности, тем лучше. Существует 3 способа снижения коэффициента пульсации освещенности:

1. Подключение обычных светильников на разные фазы трехфазной сети (два или три осветительных прибора);
2. Питание двух ламп в светильнике со сдвигом (одну отстающим током, другую опережающим), для чего в светильник устанавливают компенсирующие ПРА;

3. Использование светильников, где лампы должны работать от переменного тока частотой 400 Гц и выше.

Установлено, что уровни оптимальной яркости поверхностей находятся в пределах от 50 до 500 д/м². Оптимальная яркость экрана дисплея составляет 75–100 кд/м². Согласно СП 52.13330.2016 [14] для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест (300–500 лк), а для естественного и совмещенного - коэффициент естественной освещенности (КЕО). При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещенности должна быть больше или равна 1,5 %.

3. Токсические и раздражающие факторы

Лабораторные исследования проб грунта связаны с вредными веществами, поэтому должны быть:

- разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ;
- выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий.

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать:

- замену вредных веществ в производстве наименее вредными, сухих способов переработки пылящих материалов - мокрыми;
- замену пламенного нагрева электрическим, твердого и жидкого топлива - газообразным;
- ограничение содержания примесей вредных веществ в исходных и конечных продуктах;
- применение прогрессивной технологии производства (замкнутый цикл, автоматизация, комплексная механизация, дистанционное управление, непрерывность процессов производства), исключаящей контакт человека с вредными веществами;

- выбор соответствующего производственного оборудования и коммуникаций, не допускающих выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации при нормальном ведении технологического процесса, а также правильную эксплуатацию санитарно-технического оборудования и устройств (отопления, вентиляции, водопровода, канализации);
- рациональную планировку промышленных площадок, зданий и помещений;

4. *Нервно-психические перегрузки*

Во время лабораторных исследований работнику часто приходится сталкиваться с большим объемом проб, что вызывает монотонность и напряженность процесса, а также некоторые виды анализа проб требуют особой внимательности и аккуратности, которые при больших нагрузках могут привести к нервно-психическому состоянию.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, характеризующим напряженность труда относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Психофизиологические условия труда определяются рабочей обстановкой, взаимоотношениями в трудовом коллективе, уровнем обслуживания, соответствием выполняемой работы способностям и склонностям работающего, общественной престижностью работы и т.д.

Для предотвращения психических перегрузок на предприятиях следует организовать комнату психологической разгрузки, способствующей снижению усталости и повышению производительности труда работающих, улучшению их настроения, что в конечном итоге способствует сохранению

их работоспособности и обеспечению охраны труда. А также организовать правильное и целесообразное составление календарного плана работ.

5. Пожароопасность

Пожары на предприятиях зачастую возникают по причине повреждения электропроводки, а также ЭВМ, находящихся под напряжением. Кроме того, степень пожароопасности выше там, где возможна неисправность отопительных систем, повреждение емкостей с легковоспламеняющимися жидкостями и тому подобные нештатные ситуации.

Общие требования пожарной безопасности как ЧС изложены в ГОСТ 12.1.004-91[9].

Ответственными за обеспечение пожарной безопасности в организациях и на предприятиях являются руководители или лица, исполняющие их обязанности. В эти обязанности входит:

- обеспечивать своевременное выполнение противопожарных мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации подчиненных им объектов;
- организовать пожарную охрану;
- следить за выполнением соответствующих норм и правил пожарной безопасности и указаний вышестоящих органов по вопросам пожарной охраны;
- предусматривать необходимые ассигнования для содержания пожарной охраны и выполнения противопожарных мероприятий;
- контролировать боеготовность пожарных частей;
- назначать ответственных за обеспечение пожарной безопасности цехов, установок, участков, баз, складов, зданий и сооружений.

Помещение лаборатории соответствует требованиям пожарной безопасности ГОСТ 12.1.004-91[9] и имеет средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83[13]: пожарный кран с пожарным рукавом, огнетушитель, кварцевый песок, пожарные датчики и план эвакуации сотрудников.

7.4 Экологическая безопасность

При работе ТЭЦ-2 происходит воздействие на атмосферу. В топках котлов сжигается бурый уголь, который загрязняет атмосферный воздух города через дымовую трубу. С течением времени, загрязняющие вещества и примеси осаждаются на поверхность земли, тем самым загрязняя почвенный покров.

При проведении отборочных работ (проб воздуха и грунта) в виде экологической нагрузки на грунт наблюдается повреждение почвенного слоя. В дальнейшем, при проведении лабораторных исследований этих проб имеются незначительные выбросы паров и газов через вытяжной шкаф, а также происходит сбор и утилизация жидких химических отходов.

Для снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха предприятию ТЭЦ-2 следует установить фильтры на дымовые трубы, либо заменить топливо на природный газ. После отбора пробы грунта производить локальную рекультивацию земель. В лабораторных условиях нагрузка на атмосферу не существенная, однако, жидкие химические отходы необходимо складировать в специальные контейнеры и вывозить на специализированные свалки.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что при условии соблюдения принятых решений по охране атмосферного воздуха и грунтов, за счет применения современной техники и технологии, реальный экологический риск будет минимизирован.

7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Работники предприятия должны быть подготовлены к проведению работ, чтобы возникновение аварий, стихийных бедствий не вызвало замешательства и трагических последствий.

Город Владивосток подвержен тайфунам, сильным ветрам по своему климату муссонного характера. Поэтому, в случае ухудшения погодных условий не рекомендуется:

- 1) проводить отбор проб воздуха и грунта;
- 2) находиться на мостах, а также в непосредственной близости от объектов, использующих в своем производстве ядовитые сильнодействующие и легковоспламеняющиеся вещества;
- 3) укрываться под отдельно стоящими деревьями, столбами, близко подходить к опорам линий электропередач;
- 4) находиться вблизи зданий, с которых порывами ветра сдувает черепицу, шифер и другие предметы;
- 5) если ветер утих, не рекомендуется выходить на улицу сразу (через несколько минут порывы ветра могут возобновиться).

Согласно ПНД Ф 12.13.1-03[19] все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-9 [9] и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [13].

Лаборатория должна быть оснащена пожарными кранами (не менее одного на этаж) с пожарными рукавами. В каждом рабочем помещении должны быть в наличии огнетушители и песок, а в помещениях с огнеопасными и легковоспламеняющимися веществами - дополнительные средства пожаротушения.

В помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара.

Распоряжением по лаборатории из числа сотрудников назначается группа (3-5 человек), которая организует все противопожарные мероприятия, получив инструктаж местной пожарной команды.

Все сотрудники лаборатории должны быть обучены правилам обращения с огне- и взрывоопасными веществами, газовыми приборами, а также должны уметь обращаться с противоголозом, огнетушителем и другими средствами пожаротушения, имеющимися в лаборатории.

Наиболее типичные ЧС в лаборатории – пожар и ЧС, связанные с химическими реактивами.

Правила и средства пожаротушения:

- 1) при возникновении пожара в лаборатории все огнеопасные и взрывчатые вещества должны быть убраны в безопасное место, которое следует особо предохранять от пламени.
- 2) все имеющиеся под рукой средства тушения надо немедленно использовать и одновременно вызвать местную пожарную охрану.
- 3) надо помнить, что горящие не растворимые в воде вещества, особенно жидкости (бензол, бензин и т.п.), тушить водой нельзя.
- 4) с инструкцией по обращению с огнетушителями должны быть знакомы все работающие в лаборатории.
- 5) песок, заготовленный для противопожарных целей, всегда должен быть сухим, чистым и сыпучим.
- 6) надо постоянно соблюдать правила противопожарной охраны и пожарного надзора.
- 7) нельзя хранить около себя большие количества огнеопасных жидкостей.
- 8) электрическая проводка всегда должна содержаться в исправном состоянии.
- 9) нагревательные приборы, работающие на газе, а также газовые краны и газопровод должны быть исправны.
- 10) в помещении лаборатории на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара.
- 11) курить разрешается только в отведенном и оборудованном для этой цели месте.

Камеральное помещение и лаборатория должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-2017 [11].

В целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

Обо всех обнаруженных дефектах в изоляции проводов, неисправности рубильников, штепсельных вилок, розеток, а также заземления и ограждений следует немедленно сообщить электрику.

Лабораторные запасы реактивов должны храниться в специально оборудованных, хорошо вентилируемых, сухих помещениях (складах) согласно разработанной в лаборатории схеме размещения реактивов.

В рабочих помещениях допускается хранить нелетучие, непожароопасные и малотоксичные твердые вещества и водные растворы, разбавленные кислоты и щелочи, в количествах, необходимых для анализов.

Концентрированные растворы щелочей хранят в вытяжном шкафу, отдельно от кислот, в полиэтиленовой таре. Вместе с щелочами хранится аммиак.

При работе в химической лаборатории необходимо соблюдать требования техники безопасности по ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» [10]:

- 1) при работе с химическими реактивами в лаборатории должно находиться не менее двух сотрудников.
- 2) приступая к работе, сотрудники обязаны осмотреть и привести в порядок свое рабочее место, освободить его от ненужных для работы предметов.
- 3) перед работой необходимо проверить исправность оборудования, рубильников, наличие заземления и пр.
- 4) работа с едкими и ядовитыми веществами, а также с органическими растворителями проводится только в вытяжных шкафах.

- 5) запрещается набирать реактивы в пипетки ртом, для этой цели следует использовать резиновую грушу или другие устройства.
- 6) при определении запаха химических веществ следует нюхать осторожно, направляя к себе пары или газы движением руки.
- 7) работы, при которых возможно повышение давления, перегрев стеклянного прибора или его поломка с разбрызгиванием горячих или едких продуктов, также выполняются в вытяжных шкафах. Работающий должен надеть защитные очки (маску), перчатки и фартук.
- 8) при работах в вытяжном шкафу створки шкафа следует поднимать на высоту не более 20-30 см так, чтобы в шкафу находились только руки, а наблюдение за ходом процесса вести через стекла шкафа.
- 9) при работе с химическими реактивами необходимо включать и выключать вытяжную вентиляцию не менее чем за 30 минут до начала, и после окончания работ.
- 10) смешивание или разбавление химических веществ, сопровождающееся выделением тепла, следует проводить в термостойкой или фарфоровой посуде.
- 11) при упаривании в стаканах растворов следует тщательно перемешивать их, так как нижний и верхний слои растворов имеют различную плотность, вследствие чего может произойти выбрасывание жидкости.
- 12) во избежание ожогов, поражений от брызг и выбросов нельзя наклоняться над посудой, в которой кипит какая-либо жидкость.
- 13) нагревание посуды из обычного стекла на открытом огне без асбестированной сетки запрещено.
- 14) при нагревании жидкости в пробирке держать ее следует отверстием в сторону от себя и от остальных сотрудников.
- 15) ни при каких обстоятельствах нельзя допускать нагревание жидкостей в колбах или приборах, не сообщающихся с атмосферой.

16) нагретый сосуд нельзя закрывать притертой пробкой до тех пор, пока он не охладится до температуры окружающей среды.

Работникам нужно быть подготовленными к оказанию первой медицинской помощи и иметь все необходимое для ее оказания, согласно инструкции по безопасности.

В ходе выполнения раздела «Социальная ответственность» были рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации при выполнении полевых, лабораторных и камеральных работ.

Рассмотрены возможные вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье работников на разных этапах работы. Предложены меры по снижению негативного воздействия и способах защиты от них. Проведена оценка возможных негативных воздействий на атмосферный воздух и грунт, предложены меры по снижению видов воздействия. Составлены мероприятия по безопасности в чрезвычайных ситуациях и по работе с химическими реактивами в лаборатории.

Соблюдение рассмотренных инструкций и указаний влечет за собой безопасность труда.

Заключение

В ходе выполнения магистерской работы были изучены литературные и картографические данные; проанализирована роза ветров, сопоставлено распространение загрязняющих веществ согласно годовой розе ветров; исследованы виды загрязняющих веществ, их количество и выявлены превышения допустимых концентраций; составлена схема расположения имеющихся точек отбора проб, а также рекомендована дополнительная схема отбора; рассмотрена ситуация с золошлакоотвалами.

По результатам анализа экологической обстановки в районе воздействия ТЭЦ-2 была предложена следующая схема мониторинга и рекомендации (на выбор):

- Увеличить количество точек отбора, т.е. дополнительно производить отбор проб по адресам: ул. Бретская, 8, Пацаева, 2, Сахалинская, 11 и Нейбута, 51.
- Производить отбор проб атмосферного воздуха дважды в год, т.е. в мае и в декабре-январе (пик отопительного сезона).
- Производить отбор проб грунта дважды в год, т.е. в мае и сентябре (перед началом отопительного сезона).
- Установить электростатические фильтры для сокращения поступления твердых веществ в атмосферный воздух.
- Перейти на другой вид топлива – природный газ.

Список публикаций студента

1. Агаркова В.О.; Гидрогеоэкологические особенности водопользования на территории Бакырчикского месторождения и поселка Ауэзов// Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного научного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения М.И. Кучина, Томск, 3-7 апреля 2017 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2017 год.

2. Агаркова В.О.; Оптимизация системы мониторинга атмосферного воздуха и грунтов в районе влияния ТЭЦ-2 г. Владивостока// Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного научного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 8-12 апреля 2019 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019 год.

Список использованной литературы

1. Природоохранные технологии: Электростатический фильтр ALSTOM. ЗАО «АЛЬСТОМ Пауэр Ставан», г. Москва – 2017.
2. Поддубный А.В. Экологические проблемы и устойчивое развитие регионов. ТИДОТ ДВГУ, г. Владивосток – 2002 г.

Фондовая литература

3. Проектная документация по разделу «Инженерные изыскания: инженерно-геологические изыскания». Реконструкция котельного цеха ТЭЦ в г. Владивостоке на площадке Владивостокской ТЭЦ-2. ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», г. Томск – 2012.
4. Проектная документация по разделу «Инженерные изыскания: инженерно-экологические изыскания». Реконструкция котельного цеха ТЭЦ в г. Владивостоке на площадке Владивостокской ТЭЦ-2. ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», г. Томск – 2012.

Нормативная литература

5. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
6. ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.
7. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
8. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
10. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие

требования безопасности.

11. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
12. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
13. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание (с Изменением N 1).
14. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация (с Поправками)
15. ГОСТ Р 22.0.01-2016 Безопасность в ЧС. Основные положения.
16. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
17. ЕНВиР-И «Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы». Часть II. Инженерно-геологические изыскания.
18. Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» (с изменениями на 31 мая 2018 года).
19. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
20. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
21. РД 52.04.186-89 Р уководство по контролю загрязнения атмосферы (Часть I. Разделы 1-5).
22. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
23. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
24. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах.

Актуализированная редакция СНиП II-7-81*

25. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменением N 1).

26. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений

27. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.

28. СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений. СНиП 21-01-97.

29. СП 131.13330.2012.Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2).

30. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства / Госстрой России. – М. ПНИИИС Госстроя России, 1999 г. 144 с.

31. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).

32. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 29 июля 2018 года).

Электронные ресурсы

33. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации. [Электронный ресурс]. – URL: <http://meteo.ru>.

34. Гидрологическое описание полуострова Муравьёва-Амурского. [Электронный ресурс]. – URL: <https://primpogoda.ru/articles>.

35. Фотография Авченко В., 2011 г.

36. Фотография Хитрова А., 2017 г.

37. Яндекс-изображения. [Электронный ресурс]. – URL: <http://images.yandex.ru>.

38. Яндекс-карты. [Электронный ресурс]. – URL: <https://yandex.ru/maps>
39. Google-maps. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.google.com/maps>.

Приложение А
(справочное)

Atmospheric air and soil pollution: major sources and types of pollution

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM71	Агаркова Валерия Олеговна	<i>Агаркова</i>	15.05.2019

Консультант Отделения геологии ИШПР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пасечник Е.Ю.	к.г.-м.н.	<i>Пасечник</i>	15.05.19

Консультант – лингвист Отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Айкина Т.Ю.	к.фил.н.	<i>Айкина</i>	15.05.19

Atmospheric air and soil pollution: major sources and types of pollution

Introduction

This paper discusses pollution of atmospheric air and, as a result, of soil from different types of pollutants.

Environmental pollution is one of the most terrible environmental crises we are subjected today. It is known that basic sources for all living organisms are air, water and soil. In the past, these sources were pure, undisturbed and most hospitable for live. But today the situation is critical, because progress in science and technology is leading to pollution of environment and imbalance in ecology which may prove disastrous for mankind soon [1].

Pollutant is any natural or anthropogenic agent getting to the environment in the quantities exceeding the maximum permissible concentrations and causing its pollution. Raw materials which cause environmental pollution are called pollutants.

There are the following types of pollutants:

- 1) Biological pollutants are biological species (including microorganisms) that aren't characteristic for this biogeocenosis or are in excessive quantities there.
- 2) Physical pollutants are pollutants which are created by different physical fields (electromagnetic radiation, noise, radioactivity).
- 3) Natural pollutants are pollutants of natural origin.
- 4) Anthropogenic pollutants are agents of pollution created by man.

Air pollution

The problem of air pollution is one of the most serious global problems facing mankind. The danger of air pollution is not only in the fact that harmful agents which are destructive for living organisms get into clean air, but also in a change of the Earth's climate caused by pollution.

Air pollution from human activity has resulted in nearly 30% increase in carbon dioxide concentration over the past 200 years. However, humanity continues to burn fossil fuels and destroys forests actively. The process is so extensive that it leads to global environmental problems. Also air pollution occurs as a result of other types of human activity. Fuel combustion at the thermal power plants is accompanied by sulfur dioxide emissions. Nitrogen oxides come to atmosphere from exhaust gases of car. Carbon monoxide is formed by incomplete combustion of fuel. Besides, it is also necessary to remember about fine solid pollutants, such as soot and dust.

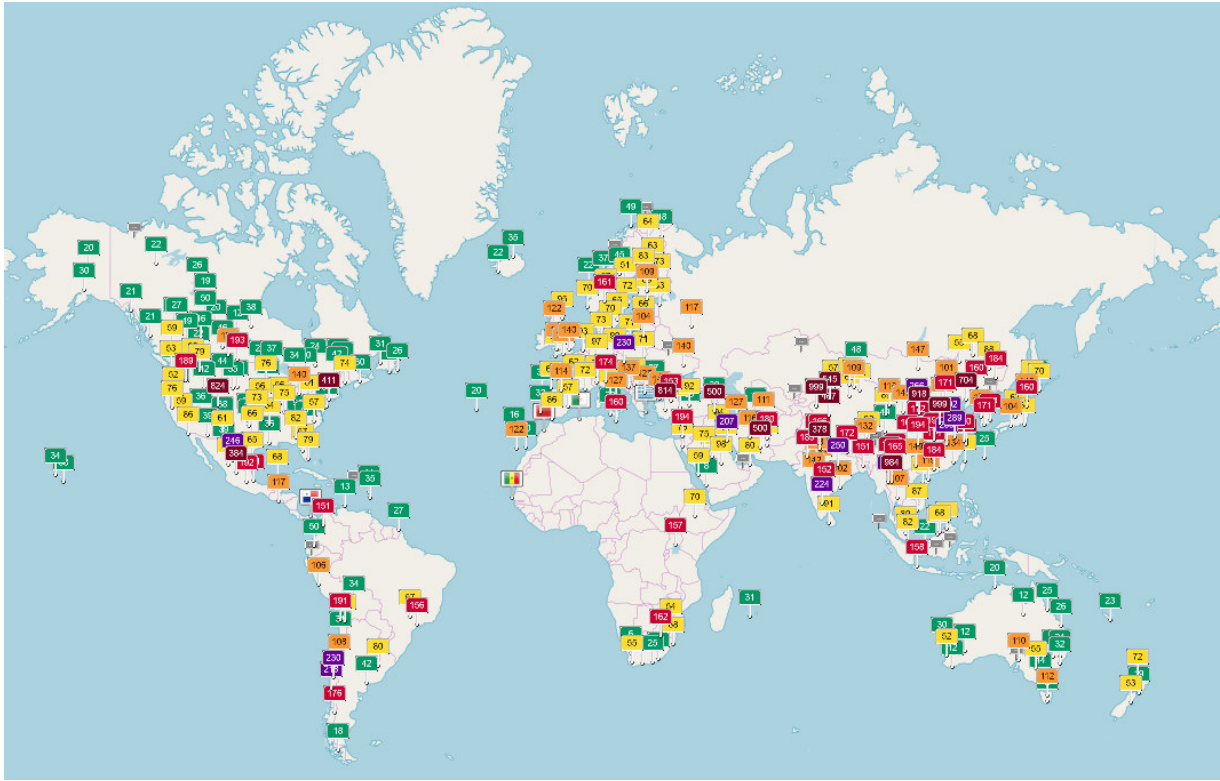


Fig.1 – Air pollution in the world: air quality index [2]

AQI	Air Pollution Level	Health Implications
0 - 50	Good	Air quality is considered satisfactory, and air pollution poses little or no risk
51 -100	Moderate	Air quality is acceptable; however, for some pollutants there may be a moderate health concern for a very small number of people who are unusually sensitive to air pollution.
101-150	Unhealthy for Sensitive Groups	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is not likely to be affected.
151-200	Unhealthy	Everyone may begin to experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects
201-300	Very Unhealthy	Health warnings of emergency conditions. The entire population is more likely to be affected.
300+	Hazardous	Health alert: everyone may experience more serious health effects

Fig.2 – Air quality index [2]

According to the map (Fig.1) it is possible to assess the ecological situation in the world at the moment. Thus, the largest concentration of air pollution is evidenced in China, in the north India and the north Thailand. The cleanest air is found in Iceland, in the north Australia, in the north Canada, Alaska, Norway and on the western islands of the Caribbean Sea.

The priority type of air pollution for consideration in this chapter is gaseous. The most important gaseous air pollutants are carbon monoxide, chlorine, halogenated solvents, hydrocarbons, hydrogen sulfide, nitrous oxide and sulfur dioxide.

Various industrial installations such as asphalt plants, boiling and heating installations, cement manufacturing, fertilizer manufacturing, mineral acid manufacturing, paper and pulp manufacturing, thermal and nuclear power plants, sewage treatment plants, engineering workshops etc. form the stationary sources of the urban air pollution. The automobiles such as cars, scooters, motors, trucks, buses moving on the urban roads form the mobile sources of air pollution. Two and three wheelers emit the highly toxic gases in quantities that are about twice the amount emitted by other sources.

Air can be considered as polluted if it is changes in the quality and composition as a result of human activity. Emission of small amounts of pollutants in air does not lead to any serious consequences as the atmosphere has the considerable absorbing ability. When concentration of pollutants in air becomes so high that they cannot be transferred by the regulating atmosphere cycles, there are dangerous consequences as the polluted air is not suitable for breath.

According to World Health Organization (WHO), air pollution is defined as “Substances introduced into the air by the activity of mankind in such concentrations sufficient to cause serious effects on his health, vegetables, property or interference with the enjoyment of his property” [6].

Major sources of air pollution. There is now concern about the pollution of the atmospheric air by anthropogenic activities. Though many of the gaseous pollutants are emitted by nature (such as volcanic eruptions), man-made activities

do adversely affect the quality of air, especially near dense urban areas and near large emission sources.

1. *Natural sources* represent the pollution caused by natural processes - volcanic activity, aeration of rocks, wind erosion, mass blossoming of plants, and smoke from the forest and steppe fires. At eruption of volcanoes the huge amount of gases, vapors of water, particles, ashes and dust is released into the atmosphere.

2. *Man-made sources* are most dangerous for the atmosphere. Due to them the atmospheric air is filled with foreign gases and substances that are not inherent in the natural conditions. According to the condition of aggregation, all pollutants of anthropogenic origin are divided into solid, liquid and gaseous, the latter constituting about 90% of the total mass of anthropogenic pollutants emitted into the atmosphere.

The most of the man-made pollution in our time is emissions from vehicles and the rapid development of industrialization.

- *Emission from vehicles* – the automobile exhausts are responsible for more than 70 percent of total air pollution. The automobiles release huge amounts of poisonous gases such as carbon monoxide, nitrogen oxides and hydrocarbons, and also other pollutants.

- *Rapid industrialization* – a large number of industries such as chemical industries, paper and pulp mills, cotton mills, metallurgical plants and smelters, petroleum refineries, mining, and synthetic rubber industries are responsible more 40 percent of air pollution. The common pollutants of these industries are various types of inorganic and organic gases and materials in the smoke they produce. The most common pollutants are CO₂, CO, SO₂, H₂S, NO, NO₂ etc. In addition, the smoke coming out from their chimneys also contains small particles of dust, carbon, metals, other solids, liquids and even radioactive materials which get mixed in the smoke and pollute the air. All such gases and suspended particles in them are injurious to human health [1].

Table – Common air pollutants, their sources and pathological effects of man [1]

Pollutant	Source	Pathological Effect on Man
1. Sulfur dioxide	Coal and oil combustion	Causes chest constriction, headache, vomiting, and death from respiratory ailments
2. Nitrogen oxides	Soft coal, automobile exhaust	Inhibits cilia action so that soot and dust penetrate far into the lungs
3. Hydrogen sulfide	Refineries, chemical industries and bituminous fuels	Causes nausea, irritate eyes and throat
4. Carbon monoxide	Burning of coal, motor exhaust, gasoline	Reduces oxygen carrying capacity of blood
5. Hydrogen cyanides	Blast furnace, fumigation, chemical manufacturing metal plating etc.	Interferes with nerve cells, produce dry throat, indistinct vision, headache etc.
6. Ammonia	Explosives, dye making, fertilizer plants and lacquers	Inflames upper respiratory passages
7. Phosgene or carbonyl chloride	Chemical and dye making	Induce coughing, irritation and fatal pulmonary edema
8. Aldehydes	Thermal decomposition of oils, fats or glycerol	Irritate nasal and respiratory tracks
9. Arsines	Process involving metal or acids containing arsenic soldering	Damage red cells in blood, kidneys and cause jaundice
10. Suspended particles (ash, soot, smoke etc.)	Incinerators and almost every manufacturing process	Cause emphysema, eye irritation and possibly cancer

Gaseous pollutants

Among various gaseous pollutants, the following major primary pollutants are the most significant:

- 1) Oxides of nitrogen (NO_x).
- 2) Oxides of sulfur (SO_x).

3) Oxides of carbon (CO and CO₂).

4) Hydrocarbons (C_xH_y).

These pollutants are emitted by anthropogenic sources like industrial operations, solid waste disposal, transportation, fuel combustion and various other activities. Carbon monoxide is the major individual primary pollutant with a tonnage matching that of all pollutants together. However, the greater the effect of a pollutant on the atmosphere, the larger the value of relative toxicity assigned by weighing factor which is based on proposed air quality standards for California. The unit micro grams per cubic meter, which is a mass of pollutant per volume of air, has also been introduced [1].

Let us consider the major gaseous pollutants.

1. Oxides of nitrogen (NO_x) as pollutants. The oxides of nitrogen involved in air pollution, denoted by NO_x are N₂O, NO, NO₂, N₂O₃ and N₂O₅. Of these nitric oxide (NO) is the principal compound. It is formed by the combustion of N₂ and O₂ during lightning discharges and by bacterial oxidation of ammonia in soil. About 95% of the nitrogen oxide is emitted as NO and the remaining 5% as NO₂. These oxides are largely emitted by automobiles and the electric power industry in developed countries. The burning of fossil fuel in automobiles, power plants and industrial installations also produce nitrogen oxides in developing countries. About 95% of the nitrogen oxide is emitted as nitric oxide (NO) and remaining as NO₂. In metropolitan cities, vehicular exhaust is the most important source of nitrogen oxides (NO_x). These oxides occur in the atmosphere as follows:

NO – nitric oxide gas is mainly emitted from chemical industries manufacturing nitric acid and other chemicals and also from exhausts of automobiles. It is the main product of combustion of nitrogen, and automobile exhaust produced by the combustion of gasoline. It is oxidised to NO₂ by O₂ slowly but rapidly by ozone.

N₂O – present in air at concentration level of 0-25 ppm. Maximum level is 0-5 ppm. It is not a product of combustion. Nitrous oxide (N₂O) gas is not known to cause air pollution problem.

NO_2 – in atmosphere NO_2 levels are about 0-001 ppm. It is the strong absorber of UV light and chief constituent of photochemical smog. It initiates photochemical reactions in troposphere. It is the main pollutant of Los Angeles Smog. There is normally a cycle of formation and decomposition of oxides of nitrogen in the atmosphere which is related to sun light and traffic density. Under the action of ultra violet radiation from the sun NO_2 decomposes to NO and oxygen free radical (O^*). This oxygen radical combines with O_2 to form ozone. The O_3 so formed in sunlight reacts with NO forming NO_2 and raising its level.

This cycle is disrupted by the action of volatile organic compounds (VOCs). Hence the most polluting property of NO_2 is that it acts as a precursor of peroxy acetyl nitrate (PAN) and ozone which are extremely lethal to living organisms. Actually PAN, a constituent photochemical smog and NO_2 is formed by the reaction of VOC_s , with hydroxyl radicals, NO and oxygen. VOCs also block the consumption of O_3 by reconverting NO to NO_2 .

N_2O_3 – it reacts with water vapour to form HNO_3 which combines with ammonia to form ammonium nitrate.

N_2O_5 – form HNO_3 with water and thus reduces the pH of the rain water [6].

2. Sulfur compounds as pollutants. Oxides of sulfur, i.e., sulfur dioxide (SO_2) and sulfur trioxide (SO_3), represented as SO_x , hydrogen sulfide (H_2S), carbonyl sulfide (COS), carbon disulfide (CS_2), dimethyl sulfide [$(\text{CH}_3)_2\text{S}$] and sulfates (SO_4) are the most serious air pollutants.

Oxides of sulfur (SO_x). SO_2 is the second most important contributor of air pollutants as it accounts for about 29 % of the total weight of all pollutants. Sulfur in low concentration is essential for both animals and plants, but it becomes hazardous when its concentration increases.

There are two sources of SO_2 :

1 – Natural.

2 – Anthropogenic or man-made.

Natural sources (e.g. volcanoes) provide about 67% of the SO_x pollution all over the globe, while man-made sources contribute about 33% of SO_x pollution,

which is mainly localized in some urban areas. Among *man-made sources*, fossil fuel combustion (coal etc.) accounts for 74%, industries 22% and transportation 2% of the total SO_x emission. This clearly indicates that coal fired power stations are mainly responsible for the SO_x pollution, followed by industrial plants.

The burning of fossil fuels in Thermal Power Plants, manufacture of sulfuric acid and fertilizers, smelting industries and other process like electric power plants accounts for 75% of total SO₂ emission, while automobiles and refineries contribute to the rest 25% [6].

A thermal power plant based on oil and coal contributes more than 60% of all sulfur oxides and 25 to 30% of nitrogen oxides.

3. Oxides of carbon as pollutants. *Carbon monoxide (CO)*, one of the most serious air pollutant, is 96 percent as heavy as air. Carbon monoxide is mainly released into the air by automobile exhaust. CO constitutes 80% of all automobile exhaust. Other sources of CO include processes which involve combustion process like stove, open furnaces, power plants, factories, coal mines, cigarette smoke etc. Natural sources of CO are various plants and animals.

On an average plants produce about 15-20 tons of CO per year. Breakdown of photosynthetic pigment in algae also releases some CO into the atmosphere.

Higher animals produce some CO during breakdown of hemoglobin and also from bile juice. Since CO is an odourless gas, its presence in the air is not detectable during breathing, but it is poisonous gas.

Carbon dioxide (CO₂) is released into the atmosphere by burning of fossil fuels for domestic purposes, in furnaces of thermal power plants and in industries. It is also emitted during volcanic eruptions. This gas persists in the atmosphere normally for more than 100.000 years.

This gas is confined to the troposphere. It allows sunlight to filter through it to the earth's surface and to maintain energy balance, it permits heat to radiate back into the space. Excess of CO₂ in the air is removed by plants and oceans and this maintains appropriate level of CO₂ in the air. If the envelope of CO₂ becomes thicker beyond the removal capacity of CO₂ by plants and oceans, it stays in the

atmosphere and prevents infrared heat radiations from escaping into the outer space by deflecting them back on the earth. Carbon dioxide is non-toxic, therefore it is not harmful to human health, unlike CO.

CO₂ is utilized by green plants to prepare starch during photosynthesis. Thus CO₂ produces adverse physiological effects only at very high levels. The increased amount of CO₂ in air is mainly responsible for global warming. CO₂ molecules absorb heat energy and tend to prevent the long wave infrared heat radiation from earth from escaping into space and deflects back to earth. The phenomena called Atmospheric Effect, Greenhouse effect or Global Warming has become a serious threat to global food production. The increased temperature may also lead to melting of polar ice caps and hence flooding of low lying areas all over the globe may occur [6].

4. Hydrocarbons as pollutants. In India, automobiles constitute the chief source of hydrocarbons. These are emitted by vehicles either as a result of evaporation or incomplete combustion. Aromatic hydrocarbons like benzene, toluene benzopyrene and PAHs, (polycyclic aromatic hydrocarbons) especially the olefins can react with NO_x, CO, PAN, PBN, PPN, hydrogen peroxide, aldehydes and ketones to produce photo chemical smog and ozone.

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) often adsorbed on to particulate matter are a risky portion of vehicular emissions. Among a variety of hydrocarbons involved in air pollution, 56 have been clearly identified by making use of the technique of gas chromatography.

Natural sources, particularly trees emit huge quantities of hydrocarbons in air. For example, eucalyptus, cottonwood, oak, sweetgum and spruce trees emit hemiterpene, i.e. isoprene. Methane (CH₄) is the major naturally occurring hydrocarbon emitted in the atmosphere. It is produced by bacteria during anaerobic decomposition of organic matter in soil, water and sediments. Methane has mean residence time of 3 to 7 years in the atmosphere.

About 45% of reactive hydrocarbons constitute the source as gasoline while 15% is produced by other pollutant sources. Emissions are reported to occur from the crank-case also.

Automobile exhausts emit maximum hydrocarbons in the atmosphere.

Industrial processes like processing, storage and transfer of products etc. constitute the next largest source of hydrocarbons. The evaporation of organic solvents like C_6H_6 , $C_6H_5CH_3$, CCl_4 , $CHCl_3$ etc. emit about 10% hydrocarbons in the air during industrial operation. These solvents are ingredients of paints, varnishes, lacquers, undercoatings and other products. During their manufacture, large quantities of reactive hydrocarbons are emitted into the atmosphere [6].

Soil pollution

Soil pollution is a change in composition and condition of the soil as a result of anthropogenic activities and other pressures that may cause deterioration of its quality.

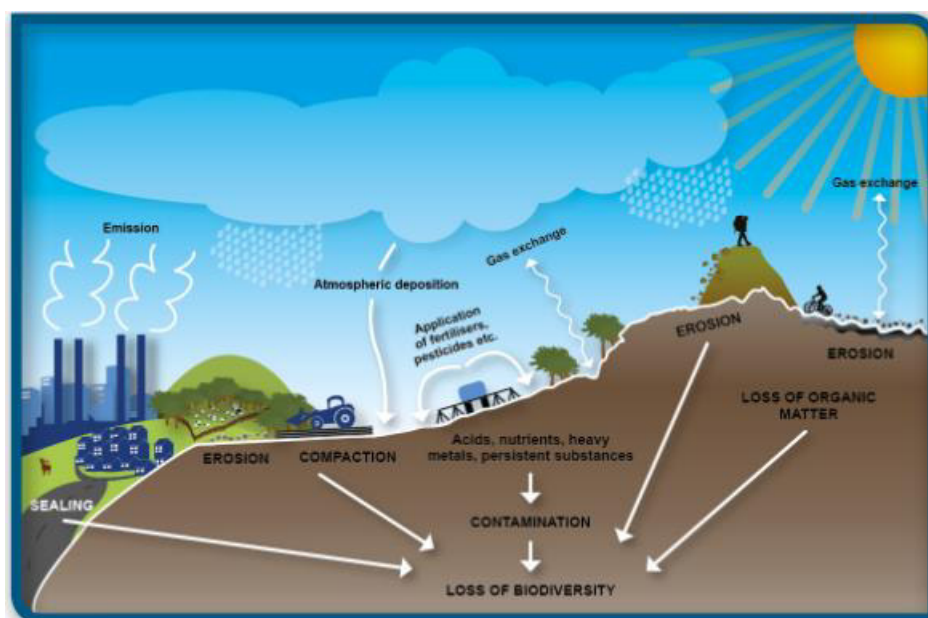


Fig.3 – Soil contamination scheme [4]

Human activity has a definite influence on the condition of the lithosphere. At the same time the greatest anthropogenic strain is experienced by its surface layer – the soil. Modern agricultural practices introduce numerous pesticides, fungicides,

bactericides, insecticides, biocides, fertilizers and manures, resulting in severe biological and chemical contamination of land. Dumping of industrial and municipal wastes causes toxic substances to be leached and seep affects the ground water course. Every year solid wastes are increasing tremendously all the world, depending upon the living standards of the people. With rapidly advancing technology, man's impact upon the world of natural resources is beginning to prove overwhelming [4].

Soil pollution mainly results from the following sources:

- 1) Industrial wastes
- 2) Urban wastes
- 3) Radioactive pollutants
- 4) Agricultural practices
- 5) Chemical and metallic pollutants
- 6) Biological agents
- 7) Mining
- 8) Resistant objects

In order to have an idea about these sources, it is necessary to consider each in more detail.

1. Soil pollution by industrial wastes. Disposal of industrial waste is the major problem responsible for soil pollution. These industrial pollutants are mainly discharged from pulp and paper mills, chemical industries, oil refineries, sugar factories, tanneries, textiles, steel, distilleries, fertilizers, pesticide industries, coal and mineral mining industries, metal processing industries, drugs, glass, cement, petroleum and engineering industries etc.

With the advent of technology, newer types of industrial wastes are produced and deposited in the land. These waste products are also tipped on soil, enhancing the extent of soil pollution. Thermal, atomic and electric power plants are also the villain to add pollutants to the soil. The furnaces of such industries generate fly ash i.e. unburnt brownish black substance which severely pollute air, water and soil. Many industrial effluents are either discharged into streams or dumped into the

surrounding land. Industrial wastes mainly consist of organic compounds alongwith inorganic complexes and non-biodegradable materials. These pollutants affect and alter the chemical and biological properties of soil. As a result, process and finally lead to serious effects on living organisms.

The industrial effluents which pollute air and water, pollute the soil too. For example, cement and steel industries disturb the salt balance of soil and destroy its fertility. The alkalinity of the soil is increased and the heavy metals and certain chemical compounds may reach soil and enter plants causing bioaccumulation which are health hazards. For example, lead content in soil may result in the risk of neurobehavioral effects in children. Toxic effects can also be seen in the plants and animals of the area.

Industrial sludges are even more dangerous than industrial solid wastes to dispose of tidily. The composition of industrial sludges vary enormously, the common boiler scale, for example, consists of calcium carbonate and flue gas sludge. This flue gas desulfurization sludge (FGDS) is generated when calcium hydroxide or lime stone slurries are used to trap sulfur dioxide from escaping gases in coal fired power plants. These wastes also consist of calcium salts and several toxic volatile elements such as arsenic, selenium, mercury, lead and cadmium, which pose detrimental effects on the environment [1].

2. Soil pollution by urban wastes. Urban wastes comprises both commercial and domestic wastes consisting of dried sludge of sewage. All the urban solid wastes are commonly referred to as refuse.

Solid wastes and refuse, particularly in urban areas contribute to soil pollution. This refuse contains garbage and rubbish materials like plastics, glasses, metallic cans, fibres, paper, rubbles, street sweepings, fuel residues, leaves, containers, abandoned vehicles and other discarded manufactured product.

Urban domestic wastes though disposed of separately from the industrial wastes, can still be dangerous. This is so because they cannot be easily degraded. Overpopulation and increasing consumption have totally changed the very complexion of domestic wastes into a complex mixture of food-remains, paper,

plastic and many notorious chemicals. Other items like paints and varnishes which we use to add colour and gloss to everyday life also add poison to the urban wastes posing soil pollution problems. The leachates from dumping sites and disposal tanks of sewage mixed with industrial effluents and wastes are extremely harmful and toxic. Actually the leachates that ooze out of the polluted soil, contain poisonous gases along with the partly decomposed organic material especially food remnants, vegetables, toxic hydrocarbons and pathogenic microbes many of which can be disease causing [1].

3. Radioactive pollutants. Radioactive substances resulting from explosions of nuclear devices, atmospheric fall out from nuclear dust and radioactive wastes (produced by nuclear testing laboratories and industries) penetrate the soil and accumulate there creating land pollution. Radio nuclides of radium, thorium, uranium, isotopes of potassium and carbon are very common in soil, rock, water and air. Explosion of hydrogen weapons and cosmic radiations induce neutron-proton reactions by which nitrogen produces. This C^{14} participates in the carbon metabolism of plants which is then introduced into animals and man. Radioactive waste contains several radio nuclides such as strontium-90, iodine-129, caesium-137 and isotopes of iron which are most injurious. Sr-90 gets deposited in bones and tissues instead of calcium. Nuclear reactor produces waste containing Ruthenium-106, Iodine-131, Barium-140 and Lanthanum-140, Caesium-144 with Promethium-144 along with the primary nuclides Sr-90 and Cs-137. These are also produced from nuclear fission. Cs-137 has a half life of 30 years while Sr-90 has 28 years. Rain water carries Sr-90 and Cs-137 to be deposited on the soil where they are held firmly with the soil particles electrostatic forces. Soil erosion and heavy rains carry away the deposited Cs-137 and Sr-90 with the silt and clay. All these radionuclides deposited on the soil emit gamma radiations [6]. Some plants such as lichen and mushroom can accumulate Cs-137 and other radio nuclides which concentrates in grazing animals.

4. Agricultural practices. Modern agricultural practices pollute the soil to a large extent. Today with the advancing agro-technology, huge quantities of

fertilizers, pesticides, herbicides and soil conditioning agents are employed to increase the crop yield. Many agricultural lands have now excessive amounts of plant and animal wastes which are posing soil pollution problems. Apart from these farm wastes, manure slurry debris, soil erosion containing mostly inorganic chemicals are reported to cause soil pollution. USA alone produces about 18 million tons of agricultural wastes every year [6].

Some of the agents responsible for this pollution are as follows:

- 1) Fertilizers
- 2) Pesticides
- 3) Soil conditioners, fumigants and other chemical agents
- 4) Farm wastes
- 5) Soluble salts
- 6) Food processing wastes

5. Chemical and metallic pollutants. A series of industries including textiles, paints, dyes, pesticides, synthetic detergents, tanneries, batteries, drugs, cement, rubber, petroleum, paper and pulp, sugar, steel, galvanic glass and metal industries and other pour their hazardous effluents in soil and water creating disastrous effects on living organisms.

Today the most commonly anticipated problem is the contamination of soil with toxic chemicals. Well documented constituents include mercury, chloride, nitrate, zinc, iron and cadmium etc. which have significant adverse effects on crop productivity. Mercury behaves as a cumulative poison which has chronically affected the entire planet. This mercury along with iron, cobalt, chromium, antimony and selenium has been reported in sewage sludge in North California and U.S.A.

Mercury may cause an increasing rate of maternal mortality, kidney and liver related diseases, birth abnormalities and cancer. Women have many pregnancy problems - toxemia, haemorrhages, kidney and liver related diseases. The level of sick newborns is very high. A high percentage of children born with asphyxia. This is because of the fact that high levels of heavy metals like Mn, Pb, Sr, Cd and

other metals have been found in the placenta and in the blood. Massive doses of pesticide residues have also been in milk, fruits, vegetables, food articles and in the blood. Many new born have dysfunctional thyroid, which means brain damage. Many illnesses, e.g. brain damage, genetic diseases, and endocrinological diseases cannot even be diagnosed because of poor diagnostic facilities [1].

6. Biological agents. Soil gets large quantities of human, animals and birds excreta which constitute the major source of land pollution by biological agents. Digested sewage sludge as well as heavy application of manures to soils without periodic leaching could cause chronic salt hazard to plants within a few years. In addition to these, faulty sanitation, municipal rubbish, waste water and wrong techniques of agricultural practices also induce heavy soil pollution [1]. The pathogenic organisms that pollute the soil may be classified into three categories as follows:

- 1) Pathogenic organisms occurring naturally in contaminated soil
- 2) Pathogenic organisms excreted by man
- 3) Pathogenic organisms excreted by animals

Now numerous methods have been developed to control pathogens. However, specific treatments are necessary for the effective removal of pathogens from sewage effluents required for irrigation purposes.

7. Mining. In surface mining and strip mining man removes top soil and sub soil. This leaves deep salts in the earth. The uncontrolled mine fires may also destroy the productivity of certain land areas permanently.

Soil damage and environmental degradation during surface mining is inevitable as vegetation has to be removed and huge quantities of top soil and waste rocks are to be shifted to a new location. Mining leads to loss of grazing and fertile land, soil erosion from waste dumps, sedimentation or siltation, danger to aquatic life, damage to flora and fauna as well as water and soil pollution.

A recent estimate showed that in India about 20 000 hectares of land has been degraded from mining and another 55 000 hectares of fertile land was degraded to

meet our requirements of bricks. Even open-cast coal mining alone affects seriously 200 000 hectares of land area.

Mining has also resulted in displacing many people from their resources base. Since the mines are mostly in forest areas, they severely affect the symbiotic relationship existing between tribal and forests. Mining activities cause ecological damage and affect natural bio-diversity leading to erosion of environmental richness. Mining would result in high evolution of carbon dioxide, enhancing greenhouse effect, acid rain, global warming and overall climatic changes.

Modified techniques from dig dump mining to continuous system have been adopted by western countries along with sequential technique. Promotion of acceptable substitutes and recycling of all metallic wastes will reduce the potential hazard and will help to achieve sustainability in the long run. The methods are not only environmentally efficient, but also cost effective [1].

8. Resistant objects. Large resistant objects such as cans, plastic, tyres, polythenes, metallic junk, glasses or even old cars, refrigerators, washing machines, etc. when dumped into nature, destroy the beauty of landscape. In India, most of this is purchased by hawkers and resold after profit. In industrialized countries, used vehicles are creating a lot of problems [1].

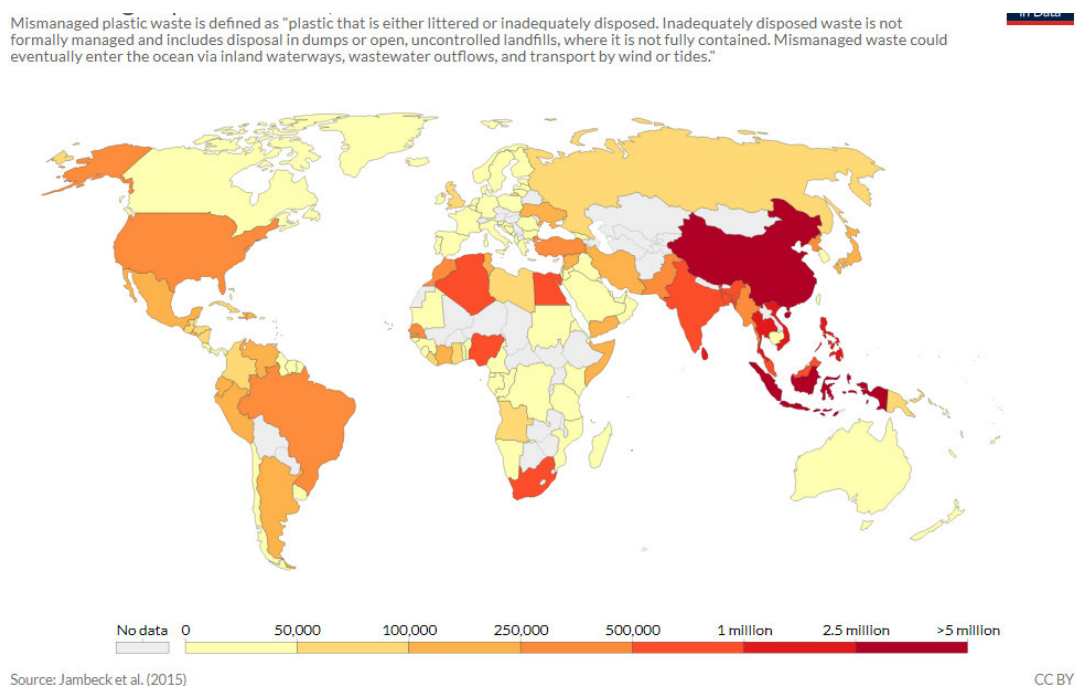


Fig.4 – Mismanaged plastic waste, 2010 [5]

China is leading in the amount of plastic waste producing more than 8.8 million tons per year (Fig.4), while Indonesia – 3.2 million tons per year [5].

Pollution control measures

The problem of air pollution and, as a result, soil pollution, is today becoming a global issue. At present moment, air pollution is being actively monitored both domestically and internationally. Air pollution is constantly monitored.

In many countries where the size of the environmental crisis has reached an alarming scale, various programs are being implemented to reduce the level and intensity of industrial emissions. In a number of states, control over the operation of nuclear facilities and chemically hazardous industries has increased. Deforestation of tropical forests, which are responsible for replenishing the air with oxygen, is decreasing. In parallel with this, intensive recultivation of land and water resources in agriculture is being conducted, aimed at the restoration of natural resources. The use of chemically harmful reagents and biologically active components in agriculture is decreasing [3].

Conclusion

To prevent pollution of the Earth's surface, preventive measures are needed: not allowing soil clogging with industrial and domestic wastewater, solid household and industrial waste, and sanitary cleaning of the soil and the territory of populated areas where such violations have been identified.

The best solution to the problem of environmental pollution would be waste-free production without waste water, gas emissions and solid waste. However, waste-free production is fundamentally impossible today and in the foreseeable future, for its implementation is necessary to create a cyclic system of matter and energy flows that is uniform for the entire planet. Thermal pollution cannot be avoided in principle, and the so-called environmentally friendly sources of energy, such as wind power plants, still damage the environment.

So far, the only way to significantly reduce environmental pollution is low-waste technologies. At present time, low-waste production is being created in which the emissions of harmful substances do not exceed the maximum allowable concentrations (MAC), and the waste does not lead to irreversible changes in nature. Thus, integrated processing of raw materials is introduced, combination a few industries, applying solid waste for production of construction materials.

References

1. Sharma B.K. Environmental pollution / B. K. Sharma. – 3-rd Ed. – India: Krishna Prakashan Media Ltd., 2001. – 207 p.: – ISBN 81-85842-78-7;
2. Air pollution in the world: real-time air quality index visual map. – URL: <https://aqicn.org/map/world/ru/>;
3. Metalnikov A. Atmospheric pollution – an artificially created problem or natural process. Moscow, 2018;
4. Yadava R.N. Soil pollution. AskiTiansPress, India, 2014;
5. Mismanaged plastic waste (2010). Our World in Data. – URL: <https://ourworldindata.org/>;
6. Swarup R., Mishra S.N., Jauhari V.P. Environmental health education and public understanding / R. Swarup. – 1-st Ed. – India: Himanshu Printers, 1992. – 448 p.: ISBN 81-7099-362-8.