

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

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Оценка вредного воздействия на атмосферный воздух выбросов, образующихся при сжигании топлива</b>

УДК 628.31.034.2:622.342

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е31	Дятлова Анастасия Викторовна		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	Кандидат экономических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н	К.Х.Н		

## Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные и общепрофессиональные компетенции</i>		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности, знание вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-7, ОК-11, ОК-15, ОПК-1, ОПК-2) *, Критерий 5 АИОР † (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, уметь применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; использовать современные технические средства и информационные технологии для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.	Требования ФГОС (ОК-12, ОПК-1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач, применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-8, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ОК-14, ОК-15, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5). Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС (ОК-13, ОПК-4), Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС (ПК-1, ПК-5, ПК-17, ПК-18), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
P6	Способность принимать участие в разработке инновационных инженерных проектов в области техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, разрабатывать и использовать графическую документацию, принимать участие в установке, эксплуатации и проведении технического обслуживания средств защиты, следовать корпоративной культуре работодателя.	Требования ФГОС (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-14). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
P7	Способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники, использовать современные методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.	Требования ФГОС (ПК-1, ПК-4, ПК-5, ПК-13), Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4)
P8	Способность принимать участие в работе научно-исследовательского коллектива по разработке новых перспективных систем жизнеобеспечения, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, эксперименты, обработку результатов и формулировку выводов.	Требования ФГОС (ПК-14, ПК-15, ПК-16), Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.9)

\* Указаны коды компетенций по ФГОС ВПО (направление 20.03.01 – Техносферная безопасность), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ № от

† Критерии АИОР (Ассоциации инженерного образования России) согласованы с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Р9	Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в ЧС на объектах экономики.	Требования ФГОС (ПК-8, ПК-9), Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12)
Р10	Способность анализировать механизмы и характер воздействия опасностей на человека и природную среду с учетом их специфики; использовать методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий и проводить измерения уровней опасностей в среде обитания; составлять прогнозы возможного развития ситуации.	Требования ФГОС (ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13), Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

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

---

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
05.02.2018 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е31	Дятлова Анастасия Викторовна

Тема работы:

Оценка вредного воздействия на атмосферный воздух выбросов, образующихся при сжигании топлива
---

Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2018 г. № 436/с
---	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2018 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.).*

Выбросы, образующихся при сжигании топлива в котельной ЯНПЗ-филиала «Нефтехимсервиса»

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор литературных источников Исследование существующей системы очистки запыленного воздуха, установленной на предприятии. Предложения по уменьшению выбросов.</p>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
--	--

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
---	--

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович Кандидат экономических наук, доцент
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна Ассистент

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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е31	Дятлова Анастасия Викторовна		

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

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность  
Уровень образования бакалавриат  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности  
Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2018	Проведение литературного обзора	20
26.03.2018	Анализ источников выбросов. Расчеты выбросов.	10
09.04.2018	Расчеты рассеивания	25
23.04.2018	Анализ полей концентрации	15
07.05.2018	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
21.05.2018	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Волков В.Ю.	к.т.н.		05.02.2018

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.			05.02.2018

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1Е31	Дятлова Анастасия Викторовна

Тема: Оценка вредного воздействия на атмосферный воздух выбросов, образующихся при сжигании топлива.

<b>Институт</b>	<b>Электронного обучения</b>	<b>Отделение</b>	<b>Контроля и диагностики</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление / специальность</b>	20.03.01 Техносферная безопасность / Инженерная защита окружающей среды

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в электронных ресурсах компаний.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Изучение сегмента рынка -Анализ конкурентных технических решений -Технология QuaD -SWOT-анализ
2. <i>Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>	- Расчет экономической эффективности
3. <i>Планирование научно-исследовательских работ. Разработка графика проведения научного исследования</i>	- Построение графика научного исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	Кандидат экономических наук, доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1Е31	Дятлова Анастасия Викторовна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Е31	Дятлова Анастасия Викторовна

<b>Школа</b>		<b>Отделение</b>	
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр/магистр	<b>Направление/специальность</b>	20.03.01 Техносферная безопасность / Инженерная защита окружающей среды

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Том ПДВ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения механические опасности (источники, средства защиты);	Вредные факторы: Отклонение показателей микроклимата; Повышение уровня электромагнитных излучений; Недостаточная освещенность рабочей зоны; Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны. Шум. Опасные факторы: Движущие машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; Электрический ток.
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	Источники выбросов в атмосферу; Обоснование санитарно-защитной зоны; Основные загрязнители; Методы защиты атмосферы.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Вероятные чрезвычайные ситуации и меры по предупреждению.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	1. Специальные правовые нормы трудового законодательства; 2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:



Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е31	Дятлова Анастасия Викторовна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 90 с., 11 рис., 32 табл.,  
18 источников, 0 прил.

Ключевые слова: Загрязнение окружающей среды, вредные факторы, воздействия на атмосферный воздух выбросов загрязняющих веществ.

Объектом исследования является (ютя) Яйский нефтеперерабатывающий завод

Цель работы – оценка воздействия на атмосферный воздух выбросов загрязняющих веществ Яйского НПЗ, образующихся при сжигании в котлах газа, мазута и твердого топлива.

В процессе исследования проводились расчеты выбросов загрязняющих веществ при работе котла на природном газ, синтез-газе, угле; расчет рассеивания и анализ полей концентраций выбрасываемых загрязняющих веществ по видам топлива; оценка воздействия выбрасываемых загрязняющих веществ на атмосферу.

В результате исследования предложено использовать природный газ как вид основного топлива.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: установка двухступенчатой горелки для котлов работающих на синтез-газе

Степень внедрения: не внедрено

Область применения: Топливо-энергетический комплекс

Экономическая эффективность/значимость работы возможность сокращения рисков, ошибок при техническом контроле.

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

**1** РД 34.02.305-98. Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС;

**2** Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах разной производительности.

Настоящая методика (далее - Методика) предназначена для определения выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ с дымовыми газами котлоагрегатов паропроизводительностью до 30 т/ч и водогрейных котлов мощностью до 25 МВт (20 Гкал/ч) по данным периодических измерений их концентраций в дымовых газах или расчетным путем при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива.

**3** ГН2.1.6.1339-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Настоящие Нормативы распространяются на атмосферный воздух населенных мест городских и сельских поселений. Взвешенные в воздухе частицы уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье. Настоящие нормативы используются при решении вопросов предупредительного надзора для обоснования требований к разработке оздоровительных мероприятий по охране атмосферного воздуха проектируемых, реконструируемых и опытных малотоннажных производств.

**3** СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к размеру санитарно-защитных зон в зависимости от санитарной классификации предприятий, сооружений и иных объектов, требования к их организации и благоустройству, основания к пересмотру этих размеров.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

загрязняющее вещество;

предельно-допустимый выброс;

временно-согласованный выброс;

санитарно-защитная зона;

унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы;

теплоэлектроцентраль;

теплоэлектростанция;

государственная районная электростанция;

дымовые газы;

предельно допустимая концентрация.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	15
<b>1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1. Описание исследуемой отрасли.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.1. Сжигаемые виды топлива.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.2. Характеристика загрязняющих атмосферу веществ, образующихся при работе котлов ...</b>	<b>22</b>
<b>1.1.3. Нормирование выбросов источников воздействия.....</b>	<b>26</b>
<b>2 Объект и методы исследования.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1 Расчет выбросов загрязняющих веществ при работе котла на природном газе.....</b>	<b>33</b>
<i>2.1.1 Расчет выбросов оксидов азота для котельных установок с факельным методом сжигания топлива.....</i>	<i>33</i>
<i>2.1.2 Расчет расхода природного газа:.....</i>	<i>34</i>
<i>2.1.3 Расчет выбросов оксидов серы.....</i>	<i>34</i>
<b>2.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при работе котла на синтез-газе. ....</b>	<b>36</b>
<i>2.2.1. Расчет расхода синтез газа.....</i>	<i>36</i>
<i>2.2.2. Расчет выбросов оксидов азота:.....</i>	<i>37</i>
<i>2.2.3. Расчет выбросов оксидов серы:.....</i>	<i>37</i>
<b>2.3 Расчет выбросов загрязняющих веществ при работе котла на угле. ....</b>	<b>42</b>
<i>2.3.1 Расчет расхода угля:.....</i>	<i>42</i>
<i>2.3.2 Расчет выбросов оксидов азота:.....</i>	<i>42</i>
<i>2.3.3 Расчет выбросов оксидов серы:.....</i>	<i>42</i>
<i>2.3.4 Расчет выбросов твердых частиц.....</i>	<i>43</i>
<b>3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>49</b>
<b>4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....</b>	<b>54</b>
<b>4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. ....</b>	<b>54</b>
<i>4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....</i>	<i>54</i>
<i>4.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....</i>	<i>55</i>
<i>4.1.3. Технология QuaD.....</i>	<i>58</i>
<i>4.1.4 SWOT-анализ.....</i>	<i>59</i>
<b>4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....</b>	<b>62</b>
<b>4.3.Разработка графика проведения научного исследования.....</b>	<b>64</b>

<b>5</b>	<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....</b>	<b>66</b>
<b>5.1</b>	<b>Производственная безопасность.....</b>	<b>66</b>
<b>5.2</b>	<b>Экологическая безопасность.....</b>	<b>79</b>
<b>5.3</b>	<b>Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....</b>	<b>83</b>
<b>5.4</b>	<b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. ....</b>	<b>85</b>
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>88</b>
	<b>Список используемых источников.....</b>	<b>89</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Топливо-энергетический комплекс – это один из основных источников загрязнения атмосферного воздуха.

Загрязнение окружающей среды происходит на протяжении всего процесса производства топливных ресурсов, включая добычу топлива, подготовку и его сжигание. При всем этом страдает население, как небольших поселков, так и крупных городов, где воздействие загрязняющих веществ суммируется от всех сфер промышленности.

Нефтеперерабатывающая промышленность, отрасль тяжёлой индустрии, охватывающая переработку нефти и производство нефтепродуктов. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие, вызывает изменения состава крови, оксид азота представляет опасность для экологической ситуации, способен вызывать кислотные дожди. Оксид углерода не имеет запаха, вызывает отравление и может привести к летальному исходу. Следовательно, важнейшей задачей топливо-энергетического комплекса является обеспечение экологической безопасности его производственных процессов с целью сохранения окружающей природной среды.

Проект строительства Яйского НПЗ позволит создать новую нефтеперерабатывающую отрасль в Кузбассе и снизить зависимость от поставок моторного топлива из других регионов.

На ЯНПЗ в котельной используют два вида топлива, такие как: мазут и газ. Наиболее вредным является твердое топливо, то есть каменный уголь, наиболее экологически благоприятным является газ. В цехе имеются паровые котлы, тип UL-S, производительностью 16 т/ч каждый, в количестве 2 штук и водогрейные котлы «LOOS» UNIMAT, тип UT-M, номинальной мощностью 14000 кВт каждый, в количестве 3 штук. Мыловыми газами котлоагрегатов паропроизводительностью до 30 т/ч и водогрейных котлов мощностью до 25 МВт (20 Гкал/ч) по данным периодических измерений их концентраций в дымовых газах или расчетным путем. Технический прогресс в

нефтеперерабатывающей промышленности связан также с укрупнением единичной мощности технологических установок и сокращением стадийности производства путём комбинирования ряда процессов в едином блоке.

Следовательно, важнейшей задачей топливно-энергетического комплекса является обеспечение экологической безопасности его производственных процессов с целью сохранения окружающей природной среды.

Цель выпускной работы заключается в оценке воздействия на атмосферный воздух выбросов загрязняющих веществ Яйского НПЗ, образуются при сжигании в котлах газа, мазута и твердого топлива.

Для достижения поставленной цели в работе поставлены следующие задачи:

- 1) Расчет выбросов загрязняющих веществ, образующихся при сжигании природного газа, угля и мазута в существующих котлах на Яйском НПЗ;
- 2) Расчет рассеивания и анализ полей концентраций выбрасываемых загрязняющих веществ по видам топлива;
- 3) Оценка воздействия выбрасываемых загрязняющих веществ на атмосферу.



# 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

В наше время во всем мире атмосферный воздух загрязняется вредными веществами. Основными источниками загрязнения атмосферы являются транспорт, промышленность и бытовые котельные.

## 1.1. Описание исследуемой отрасли

Топливо-энергетический комплекс – включает добычу, подготовку и использование топлива для производства энергий.

Топливо-энергетический комплекс является главным загрязнителем атмосферного воздуха. Также объекты ТЭК обычно располагаются в городах, или в их окрестностях, что усиливает вредное воздействие выбросов.

### 1.1.1. Сжигаемые виды топлива

Сжигание топлива приводит к выделению в атмосферу: примерно 30% твердых аэрозольных частиц, около 60% оксидов серы и азота, основную долю выбросов составляет диоксид углерода как определяющего фактора возникновению «парникового эффекта», приводящего к потеплению климата. Рассмотрим поступление вредных химических веществ при сжигании наиболее распространенных видов топлив, которые используются для получения электроэнергии.

Главное преимущество использования газа, как топлива – высокая экологичность: при сжигании не выбрасывается твердых веществ, выбросы оксидов серы ничтожно малы. Измерительный преобразователь уровня измеряет высоту уровня воды и заботится о том, чтобы при необходимости был активирован насос питательной воды. Если это регулирование отказывает, в зависимости от оснащения котла для безопасности служат одно или два дополнительных устройства ограничения уровня, которые вызывают отключение по неисправности и блокирование горелки, как только будет достигнут нижний уровень воды (NW) или упадет ниже.

Мощность горелки и нужное количество пара регулируется через установленное среднее рабочее избыточное давление РМ. Если давление пара в котле снижается ниже установленного значения, включается горелка или увеличивается мощность горелки, так как требуется пар. Если давление пара в котле достигает установленного максимального значения, горелка отключается, так как пар больше не нужен. [4]

При работе на природном газе определяющими компонентами в дымовых газах являются оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ). Суммарная химическая опасность дымовых газов при работе на данном виде топлива примерно в 4 раза ниже, чем при работе станции на угле. К работе по обслуживанию котлов, работающих на жидком топливе, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по безопасной работе на котельных установках и обучение методам рационального использования топлива и вторичных ресурсов.

К работе по обслуживанию котлов, работающих на жидком топливе, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по безопасной работе на котельных установках и обучение методам рационального использования топлива и вторичных ресурсов. Персонал организации, занятый обслуживанием котлов, обязан хорошо знать все системы котельной и уметь производить оперативные действия на оборудовании. Персонал должен уметь пользоваться режимными картами, знать удельные нормы расхода условного топлива для данного котла. Во время работы котла необходимо периодически проверять отсутствие недожога в топке. Факел не должен иметь коптящих языков и затягиваться в дымогарные трубы 2-го и 3-го ходов котла.

Каждый из четырех угольных фильтров поочередно автоматически выводится на периодическую промывку (регенерацию), три остальных фильтра обеспечивают расчетный расход фильтрации. Регенерация осуществляется водой, полученной после стадии обезжелезивания. Уголь классифицируют в зависимости от его теплотворной способности (антрациты имеют самую высокую теплотворную способность, а бурые угли – самую низкую). [5]

Каждый из выше перечисленных видов топлива имеет свои технические особенности, предпочтительную сферу применения, но кроме ценовой выгоды и тепловых потерь в использовании синтез-газа, преимуществ больше нет, а вот природный газ по сравнению с остальными источниками энергии, обладает рядом преимуществ:

- сгорая, выделяет только углекислый газ и водный пар, это смесь, которой мы обычно дышим на улице;
- при сгорании не выделяет копоти и дыма;
- быстро разжигается и процесс его горения легко контролировать;
- почти не содержит твёрдых примесей и других вредных компонентов;

При работе котельных на угле определяющими вредными компонентами в дымовых газах являются  $SO_2$ ,  $NO_x$ , мелкодисперсные аэрозоли, которые включают золу, частицы сажи, оксиды металлов, а также канцерогенные углеводороды. [6]

Недостатки:

- Необходимость складских помещений для хранения;
- Высокое количество выбросов загрязняющих веществ;
- Низкий КПД по отпуску электроэнергии (потери в котле и увеличение собственных нужд за счет системы угольного пылеприготовления);
- Высокая зольность.

Основная добыча малосернистых углей осуществляется на Канско-Ачинском и Кузнецком бассейнах с приведенным содержанием серы – 0.18%. [7]

Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкупе с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону.

В котельной источником выделения загрязняющих веществ являются паровые и водогрейные котлы. Паровая котельная предназначена для снабжения паром технологического оборудования НПЗ, кроме того, пар используется на нужды самой котельной.

Режим работы котельной: 365 дней в году, круглосуточно.

Котлы оборудованы комбинированными горелками производства фирмы OILON (Финляндия) типа GRP-1000 ME. Котлы комплектуются автоматическими устройствами, обеспечивающими: ведение нормального режима работы; ликвидацию аварийных ситуаций; остановку котлов при нарушениях режима работы, которые могут вызвать повреждение котлов – без участия обслуживающего персонала. Установленная мощность котельной по пару – 42 т/ч (24,6 Гкал).

Теплоноситель системы пароснабжения – пар с температурой 160÷180°C. Расход основного топлива на один котел при максимальной нагрузке составляет 326 м<sup>3</sup>/ч. Общий расход топлива на паровую котельную составит 5711,512 тыс.м<sup>3</sup>/год. Удаление дымовых газов предусмотрено отдельно от каждого котла через дымоходы. Выброс продуктов сгорания топлива осуществляется через дымовые трубы высотой 30 м диаметром 750 мм.

Водогрейная котельная предназначена для теплоснабжения и горячего водоснабжения объектов НПЗ.

Режим работы котельной:

- отопление и вентиляция – 231 день в году (отопительный период), круглосуточно;
- технологические нужды – 365 дней в году, круглосуточно.

К установке приняты паровые жаротрубно-дымогарные котлы «LOOS» UNIMAT, тип UT-M, производства фирмы «Loos Deutschland GmbH», номинальной мощностью 14000 кВт каждый, в количестве 2 шт. (оба котла в работе). Котлы оборудованы комбинированными горелками производства фирмы OILON (Финляндия) типа GRP-1600 ME. Котлы комплектуются автоматическими устройствами, обеспечивающими: ведение нормального

режима работы; ликвидацию аварийных ситуаций; остановку котлов при нарушениях режима работы, которые могут вызвать повреждение котлов – без участия обслуживающего персонала.

Установленная мощность котельной по теплофикационной воде – 24,08 Гкал. Теплоноситель системы теплоснабжения – вода с температурным графиком 130/70°C; горячее водоснабжение – температурному графику 60/40°C.

Расход основного топлива на один котел при максимальной нагрузке составляет 630 м<sup>3</sup>/ч. Общий расход топлива на водогрейную котельную составит 6993,45 тыс.м<sup>3</sup>/год. Удаление дымовых газов предусмотрено отдельно от каждого котла через дымоходы. Выброс продуктов сгорания топлива осуществляется через дымовые трубы высотой 30 м диаметром 1000 мм.

В процессе эксплуатации котельной и жизнедеятельности рабочих образуются следующие отходы:

- изношенная спецодежда и средства индивидуальной защиты утратившая свои потребительские свойства;
- изношенная спецобувь;
- смет с территории;
- ветошь промасленная.

Измерительный преобразователь уровня измеряет высоту уровня воды и заботится о том, чтобы при необходимости был активирован насос питательной воды. Если это регулирование отказывает, в зависимости от оснащения котла для безопасности служат одно или два дополнительных устройства ограничения уровня, которые вызывают отключение по неисправности и блокирование горелки, как только будет достигнут нижний уровень воды (NW) или упадет ниже.

Мощность горелки и нужное количество пара регулируется через установленное среднее рабочее избыточное давление РМ. Если давление пара в котле снижается ниже установленного значения, включается горелка или увеличивается мощность горелки, так как требуется пар. Если давление пара в

котле достигает установленного максимального значения, горелка отключается, так как пар больше не нужен. [8]

Снижение концентрации вредных веществ до минимума достигается при высокой температуре.

Основное применение синтез-газ нашел в химической промышленности при производстве водорода, углеводородов и метилового спирта. Также, газ начинает преобладать в качестве топлива для получения электрической энергии. Источником образования вредных веществ являются процессы каталитического крекинга, образующие более 100 наименований вредных веществ, входящих в состав выбросов. Среди них вредные для окружающей среды и здоровья человека: тяжелые металлы, оксиды четырехвалентной серы, оксиды четырехвалентного азота, диоксиды, угарный газ, уголекислота, бензол, плавиковая кислота, хлор и прочие. [7]

Практически все эти вещества являются смертельно опасными для любого живого существа, так как за короткий срок провоцируют патологии дыхательной системы, и в частности такие заболевания как бронхит, бронхиальная астма и асфиксия.

Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкупе с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону.

### **1.1.2. Характеристика загрязняющих атмосферу веществ, образующихся при работе котлов**

Мероприятия по снижению количества выбросов загрязняющих веществ заключается в применении очистных оборудований и современных более усовершенствованных установок. Выбросы осуществляются через высокие

дымовые трубы для снижения концентрации оксидов азота, углерода, диоксида серы, что позволяет рассеять их на большом расстоянии, для ослабления негативного воздействия на окружающую среду.

Существует два типа загрязнения атмосферного воздуха: загазовывание и запыление.

Вредные факторы:

Отклонение показателей микроклимата;

Повышение уровня электромагнитных излучений;

Недостаточная освещенность рабочей зоны;

Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны.

Опасные факторы: Движущие аппараты в топочной системе.

Загазовывание связано с поступлением в атмосферу газообразных загрязнителей. Выделяют пять наиболее распространенных групп загрязняющих веществ:

- Твердые частицы (дым, пыль,, сажа);
- Оксиды серы ( $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ) и  $\text{H}_2\text{S}$ ;
- Оксиды азота ( $\text{NO}_2$  и  $\text{NO}$ );
- Углеводороды ( $\text{CH}_x$ );
- Оксиды углерода ( $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$ ).

Повышение уровня электромагнитных излучений и недостаточная освещенность рабочей зоны, а так же повышенная запыленность воздуха рабочей зоны все это опасные факторы движущие аппараты в топочной системе.

Основные выбросы углекислая газа образуется при сжигании твердого топлива. Угарный газ воздействует негативно на организм человека. Связано это с тем, что  $\text{CO}$  легко связывается с гемоглобином крови, образуя карбоксигемоглобин. Время жизни угарного газа в составляет 2-4 месяца атмосфере.

Источником образования вредных веществ являются процессы каталитического крекинга, образующие более 100 наименований вредных

веществ, входящих в состав выбросов. Среди них вредные для окружающей среды и здоровья человека: тяжелые металлы, оксиды четырехвалентной серы, оксиды четырехвалентного азота, диоксиды, угарный газ, уголекислота, бензол, плавиковая кислота, хлор и прочие.

Практически все эти вещества являются смертельно опасными для любого живого существа, так как за короткий срок провоцируют патологии дыхательной системы, и в частности такие заболевания как бронхит, бронхиальная астма и асфиксия. Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкпе с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону. Пузырьки пара поднимаются в паровой объём, который находится в верхней части котла. Оксиды азота являются очень токсичными соединениями. Они образуются в процессе горения при высоких температурах путем окисления части азота, который находится в атмосферном воздухе. [9]

Источники выбросов в атмосферу и обоснование санитарно-защитной зоны се это методы защиты атмосферы. Следовательно, важнейшей задачей топливно-энергетического комплекса является обеспечение экологической безопасности его производственных процессов с целью сохранения окружающей природной среды. Помимо отравляющего действия, данные соединения вызывают интенсивную коррозию металлов.

Основные методы очистки дымовых газов от  $\text{NO}_x$ :

- Каталитическое восстановление основано на восстановлении на катализаторе до молекулярного азота;
- Адсорбция  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  основана на поглощении примесей адсорбентами;



- Снижение выбросов в атмосферу оксидов азота путем регулирования процесса горения:

- различного вида топлива приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу являются диоксид серы, оксиды и диоксиды азота, оксиды углерода, бенз(а)пирен, пыль, зола и сажа.

- Взвешенные в воздухе частицы уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие, кислотные дожди. Оксид углерода не имеет запаха, вызывает отравление и может привести к летальному исходу.

- Следовательно, важнейшей задачей топливно-энергетического комплекса является обеспечение экологической безопасности его производственных процессов с целью сохранения окружающей природной среды. Сжигание различного вида топлива приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу являются диоксид серы, оксиды и диоксиды азота, оксиды углерода, бенз(а)пирен, пыль, зола и сажа;

- Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие;

- Взвешенные в воздухе частицы уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути оксиды и диоксиды азота, оксиды углерода, бенз(а)пирен, пыль, зола и сажа;

- Усовершенствование горелочных устройств. Применение разных типов горелочных устройств с улучшенной конструкцией позволяет добиться снижения содержания оксидов азота. [10]

Содержание серы зависит от состава топлива. Диоксид серы – это бесцветный газ с острым запахом. До 80 % выбросов SO<sub>2</sub> образуется при сжигании угля, мазута – около 25%.

Диоксиды азота и серы в воздухе соединяются с капельками воды с образованием серной/сернистой и азотной/азотистой кислот. Их растворы долгое время содержатся в воздухе и затем вместе с осадками выпадают на землю. Результатом данного явления служит подкисление водоемов и почв, ухудшение состояния лесов.

Зола – это несгораемый остаток, который образуется при сгорании органического топлива. В состав золы входит много разнообразных металлов и естественных радионуклидов. При сжигании топлива образуется количество летучей золы, что приводит к запыленности атмосферного воздуха, и как следствие снижение уровня солнечной радиации на Земле. [11]

### 1.1.3. Нормирование выбросов источников воздействия

Снижение выбросов в атмосферу оксидов азота зависит от выбора установки в котельном цехе АО «Нефтехимсервис» ЯНПЗ.

Для котлов, оборудованных топками с колосниковой решеткой и механическим забросом топлива суммарное количество оксидов азота NO<sub>x</sub> в пересчете на NO<sub>2</sub>, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами. [12]

Для оценки степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов используют ПДК – предельно допустимую концентрацию и ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень воздействия. Воздействие веществ, для которых не установлены ПДК, оценивается по ОБУВ (ориентировочному безопасному уровню воздействия загрязняющего вещества. [13]

Таблица 1.1. – Предельно допустимые концентрации основных загрязняющих веществ

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в РФ				
№	Вещество	Класс опасности	ПДК <sub>МР</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>СС</sub> , мг/м <sup>3</sup>
1	Оксид углерода	3	3	4

2	<u>Диоксид азота</u>	4	0,3	0,03
3	<u>Оксид азота</u>	4	0,5	0,08
6	<u>Диоксид серы</u>	2	0,1	0,04

Источником образования вредных веществ являются процессы каталитического крекинга, образующие более 100 наименований вредных веществ, входящих в состав выбросов. Среди них вредные для окружающей среды и здоровья человека: тяжелые металлы, оксиды четырехвалентной серы, оксиды четырехвалентного азота, диоксиды, угарный газ, уголекислота, бензол, плавиковая кислота, хлор и прочие.

Практически все эти вещества являются смертельно опасными для любого живого существа, так как за короткий срок провоцируют патологии дыхательной системы, и в частности такие заболевания как бронхит, бронхиальная астма и асфиксия.

Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкуче с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону. Пузырьки пара поднимаются в паровой объём, который находится в верхней части котла. Снижение выбросов оксидов углерода в атмосферу происходит за счет очистных сооружений.

К основными источниками загрязнения, которые подлежат учету и нормированию, относят источники выбросов, из которых в атмосферный воздух поступают вредные вещества, подлежащие государственному учету и нормированию. Государственному учету и нормированию подлежат те вредные вещества, которые указаны в Перечне. [14]

Разработка ПДВ является обязательной для действующего промышленного предприятия.

Цель данного проекта заключается в разработке мероприятий, направленных на защиту атмосферного воздуха. Взвешенные в воздухе частицы уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье.

Для разработки проекта разработчики проводят инвентаризацию источников, в ходе которой определяются процессы, в которых происходит выделение загрязняющих веществ, определяются стационарные и нестационарные источники выбросов, их количество и параметры.

В состав тома ПДВ входят следующие разделы:

- Сведения о предприятии; краткая характеристика вредных веществ, образующихся в процессе деятельности, их валовый выброс и количество источников.
- Перечень основных документов, на основании которых разработан проект.
- Общие сведения о предприятии. Характеристика местоположения предприятия. Карта–схема предприятия с нанесенными на нее источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Ситуационная карта–схема предприятия – районное размещение предприятия с указанием границ промышленной площадки, санитарно-защитных зон, жилых зон.
- Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкупе с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону.
- Характеристика предприятия, как источника загрязнения атмосферы. Краткая характеристика производства и технологического оборудования с точки зрения воздействия на атмосферу. Описание

выпускаемой продукции, основное исходное сырье, расход основного и резервного топлива.

○ Проведение расчетов и определение предложений нормативов ПДВ. Исходные данные для расчета загрязнения атмосферы, анализ результатов расчетов с последующим заполнением таблиц:

- Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу (таблица 3.1);
- Параметры загрязняющих веществ в атмосферу (таблица 3.3);
- Метеорологические характеристики рассеивания веществ;
- Выбросы загрязняющих веществ и срок достижения ПДВ;
- Перечень источников, дающих наибольший вклад в загрязнение атмосферы;
- Мероприятия по регулированию выбросов загрязняющих веществ при НМУ (таблица 3.8). [15]

## 2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассеивание выбросов промышленных предприятий происходит под действием воздушных потоков в атмосфере, которые взаимодействуют с выбросами. Расчет рассеивания выбросов загрязняющих веществ состоит в определении концентрации вредных веществ в приземном слое воздуха. При расчете определяются точки максимальной концентрации загрязняющих веществ в жилой зоне, а также на границе санитарно-защитной зоны. Изолинии поля рассеивания для каждого вещества строятся на ситуационной карте.

Рекомендации для проведения расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере приведены в приказе минприроды россии (министерство природных ресурсов и экологии рф) от 06 июня 2017 г. №273 "об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе". На основании данной методики разработана унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА).

В качестве основы при проведении расчетов рассеивания была выбрана котельная ЯПНЗ, расположенная между г. Анжеро-Судженском и пос. Судженка в Яйском районе Кемеровской области. Данная котельная обеспечивает тепловой энергией предприятия и производит нагрев воды для производственного процесса. В котельной ЯНПЗ паровые котлы «LOOS» UNIVERSAL, тип UL-SX, KE-25/14 производства фирмы «LoosDeutschlandGmbH», производительностью 14 т/ч каждый, в количестве 6 штук и водогрейные котлы «LOOS» UNIMAT, тип UT-M, производства фирмы «LoosDeutschlandGmbH», номинальной мощностью 14000 кВт каждый, в количестве 2 штук.

Котлы паровой котельной подключены к дымовой трубе высотой 30 метров с диаметром устья 0,75 метра. Отвод дымовых газов от котлов водогрейной части осуществляется через дымовую трубу высотой 30 метров с диаметром устья 1 метр. Взвешенные частицы выходящие через отвод уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают

вредное воздействие на его здоровье. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие, вызывает изменения состава крови, оксид азота представляет опасность для экологической ситуации, способен вызывать кислотные дожди. Оксид углерода не имеет запаха, вызывает отравление и может привести к летальному исходу.

Паровой котел представляет собой расположенный горизонтально цилиндр, закрытый с обеих сторон днищами и изолированный. Приблизительно три четверти нижней части котла при эксплуатации заполнены водой, верхняя четверть является паровым объёмом. По цилиндрическому корпусу в продольном направлении расположены жаровая труба и ходы дымогарных труб. Пламя от горелки в передней части котла вдувается в жаровую трубу. Оно выгорает в жаровой трубе. Образующиеся при сгорании пламени горячие дымовые газы поступают в небольшие дымогарные трубки. По этим трубкам газы отводятся к задней части котла.

Пламя и получаемые в ходе сгорания дымовые газы проходят через жаровую трубу и дымогарные трубы. Сам напорный корпус котла в области этих труб заполнен водой. Вода охлаждает внешнюю сторону жаровой трубы и дымогарных труб, расположенных продольно в корпусе котла. При этом «охлаждении» вода нагревается настолько, что она превращается в пар. Пузырьки пара поднимаются в паровой объём, который находится в верхней части котла. Чтобы жаровая труба и дымогарные трубы во время эксплуатации не перегревались и не были повреждены, они должны быть всегда покрыты водой.

Осушенный газ технологических установок является основным видом топлива, который используется в котельной ЯНПЗ. Данный газ является смесью газов, основным компонентом которого является метан. Плотность газа составляет  $0.765 \text{ кг/м}^3$ . Низшая теплота сгорания –  $110,1 \text{ МДж/кг}$ . Содержание серы в составе природного газа, как правило не высоко, и составляет  $0.02 \%$ .

Синтез-газ выбран как альтернативная замена традиционному топливу, так как теоретически данное топливо является экологически чистым. Газ

предлагается получать путем газификации углей марок Б1, Д, Б3, Б2, Т в прямоточно-вихревом газогенераторе. Состав энергетического газа: углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) – 0,03–0,10 %, метан ( $\text{CH}_4$ ) – 0,04–0,9 %, азот ( $\text{N}_2$ ) – 46–53,78 %, угарный газ ( $\text{CO}$ ) – 23,5–25,5 %, водород ( $\text{H}_2$ ) – 18,35–21,54 %. Теплотворная способность не менее 1150 ккал/кг. Общее содержание серы не более 0.09 %.

Уголь выбран исходя из перечня углей, которые подлежат газификации и выбрана марка угля с наибольшей теплотворной способностью. Тощие угли представляют собой каменные угли марки «Т». основной источник добычи тощего угля в России – это Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс). Удельная теплота сгорания данного вида топлива составляет 35200–36500 кДж/кг. Плотность тощего угля – 1340 кг/ м<sup>3</sup>. Кузбасские тощие угли обладают зольностью 12–18 %. Содержание серы в углях до 1,8 %. ТЭЖ обычно располагаются в городах, или в их окрестностях, что усиливает вредное воздействие выбросов.

Для того, чтобы обеспечить наиболее наглядное представление расчетов выбросов, был выбран котел, который способен сжигать различные виды топлива. Котлы типа КЕ-25/14 (КЕ - тип котла (котёл с естественной циркуляцией), 25 - паропроизводительность (т/ч), 14 – абсолютное давление пара (кгс/см<sup>2</sup>), С – способ сжигания топлива (слоевое сжигание)) предназначены для работы на каменном угле. Котлы LOOS» UNIVERSAL типа UL-SX предназначены для работы на природном газе и мазуте. Некоторые основные энергетические характеристики котла «LOOS» типа UL-SX:

- Мощность – 1.25 кВт;
- Максимальная паропроизводительность – 13,87 т/ч;
- Температура уходящих газов – 218°С;
- Потери тепла с механическим недожогом – 0.19%;
- Рециркуляция дымовых газов – отсутствует.

Для расчетов использована «Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час» [18].



## 2.1 Расчет выбросов загрязняющих веществ при работе котла на природном газе.

### 2.1.1 Расчет выбросов оксидов азота для котельных установок с факельным методом сжигания топлива

Суммарное количество оксидов азота  $NO_x$  в пересчете на  $NO_2$  в  $г/с$  ( $m$ ), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котла при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива, рассчитывается по соотношению

$$M_{NO_x} = B \cdot K_{NO_2} \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot \beta_1 \cdot (1 - \varepsilon \cdot r) \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \varepsilon_2 \cdot \left(1 - \eta_{аз} \cdot \frac{n_0}{n_k}\right) \cdot k_n \quad (3.1)$$

Где  $B$  – расход топлива,  $m$  усл. топл./ч ( $m$  усл. топл.);

$K_{NO_2}$  – коэффициент, характеризующий выход оксидов азота ( $K_{NO_2} = 7.5 \cdot \frac{D_\phi}{50 + D_H} = 7.5 \cdot \frac{500}{500 + 50} = 6.82$ );

$q_4$  – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива ( $q_4 = 0.27\%$ );

$\beta_1$  – коэффициент, учитывающий влияние на выход оксидов азота качества сжигаемого топлива ( $\beta_1 = 1$ );

$\beta_2$  – коэффициент, учитывающий конструкцию горелок (для вихревых горелок  $\beta_2 = 1$ );

$\beta_3$  – коэффициент, учитывающий вид шлакоудаления (при твердом шлакоудалении  $\beta_3 = 1$ );

$\varepsilon_2$  – Коэффициент, характеризующий уменьшение выбросов оксидов азота при подаче части воздуха помимо основных горелок при условии сохранения общего избытка воздуха за котлом ( $\varepsilon_2 = 1$ );

$r$  – степень рециркуляции дымовых газов ( $r = 0$ );

$\eta_{аз}$  – доля оксидов азота, улавливаемых в азотоочистной установке;

$n_0$  и  $n_k$  – длительность работы азотоочистной установки и котла, ч/год;

$k_n$  – коэффициент пересчета.

Расход топлива котла КЕ-25/14 мощностью 500 МВт рассчитывается по формуле:

$$B = \frac{360 \cdot N}{Q_p^H \cdot \eta} \quad (3.2)$$

Где  $N$  – мощность котла, кВт;

$Q_p^H$  – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$\eta$  – КПД котла, %;

360 – переводной коэффициент мощности (3.6 МДж/ч=1 кВт/ч).

### 2.1.2 Расчет расхода природного газа:

Исследуемый синтез-газ предназначен для применения только в парогазовом цикле ТЭЦ. Следовательно, в расчетах будут участвовать лишь энергетические котла, находящиеся на ТЭЦ.

$$V = \frac{320 \cdot 250000}{35.5 \cdot 91.36} = 35607.7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$B = V \cdot \rho = 49607.7 \cdot 0.765 \cdot 2 = 75899.78 \text{ кг/ч} = 75.9 \text{ т/ч}$$

$$M_{NO_x} = 85.9 \cdot 6.82 \cdot \left(1 - \frac{0.27}{100}\right) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.358 = 123.532 \text{ г/с}$$

### 2.1.3 Расчет выбросов оксидов серы

Суммарное количество оксидов серы

$$M_{SO_2} = 0.02 \cdot B \cdot S^r \cdot \left(1 - \eta'_{SO_2}\right) \cdot \left(1 - \eta''_{SO_2}\right) \cdot \left(1 - \eta^c_{SO_2} \cdot \frac{n_0}{n_k}\right) \quad (3.3)$$

Где  $B$  – расход натурального топлива за рассматриваемый период, г/с (т);

$S^i$  – содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

$\eta'_{SO_2}$  – доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле;

$\eta''_{SO_2}$  – доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц;

$\eta^c_{SO_2}$  – доля оксидов серы, улавливаемых в сероулавливающей установке;

$n_0$  и  $n_k$  – длительность работы сероулавливающей установки и котла соответственно, ч/год.

$$M_{SO_2} = 0.02 \cdot 21083.3 \cdot 0.02 = 8.433 \text{ г/с}$$

Для начала расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферу следует определить вещества, для которых необходим детальный

расчет загрязнения. Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкпе с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону. Перечень веществ, для которых необходим наиболее детальный расчет загрязнения атмосферы при сжигании природного газа представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень веществ, для которых необходим детальный расчет загрязнения при сжигании природного газа

Вещество (группа веществ)		См ---- ПДК	Необходи- мость расчета
Наименование	Код		
2	3	4	5
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0301	0.3449	+

Концентрации загрязняющих атмосферу веществ, которые выделяются при сжигании природного газа в котле, отображены в виде таблицы 2.2.

В таблице приведены: максимальная концентрация веществ; максимальная концентрация по расчетному прямоугольнику, в санитарно-защитной зоне, в жилой зоне и в заданных группах фиксированных точек. Все концентрации показаны в долях ПДК.

Таблица 2.2 – Сводная таблица результатов расчетов загрязнений при сжигании природного газа

Код ЗВ	Наименование загрязняющих веществ и состав групп суммаций	$C_m$	РП	СЗЗ	ЖЗ	ФТ	ПДК (ОБУВ ) $mg/m^3$	Клас с опас н
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.344 9	0.1588	0.050 4	0.100 8	0.121 3	0.2000	3

Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для примеси: 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид).  $ПДК_p$  для примеси 0301 = 0.2  $mg/m^3$ .

Таблица 2.3 – Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для диоксида азота при сжигании природного газа

Источники				Их расчетные параметры		
Код <об-п> <ис>	М	Тип	$C_m (C_m')$ [доли ПДК]	$U_m$ [м/с]	$X_m$ [м]	
000101 0001	114.8600	Т	0.345	1.23	1592.1	
Суммарный $M_q = 114.86000$ г/с						
Сумма $C_m$ по всем источникам = 0.344933 долей ПДК						
Средневзвешенная опасная скорость ветра = 1.23 м/с						

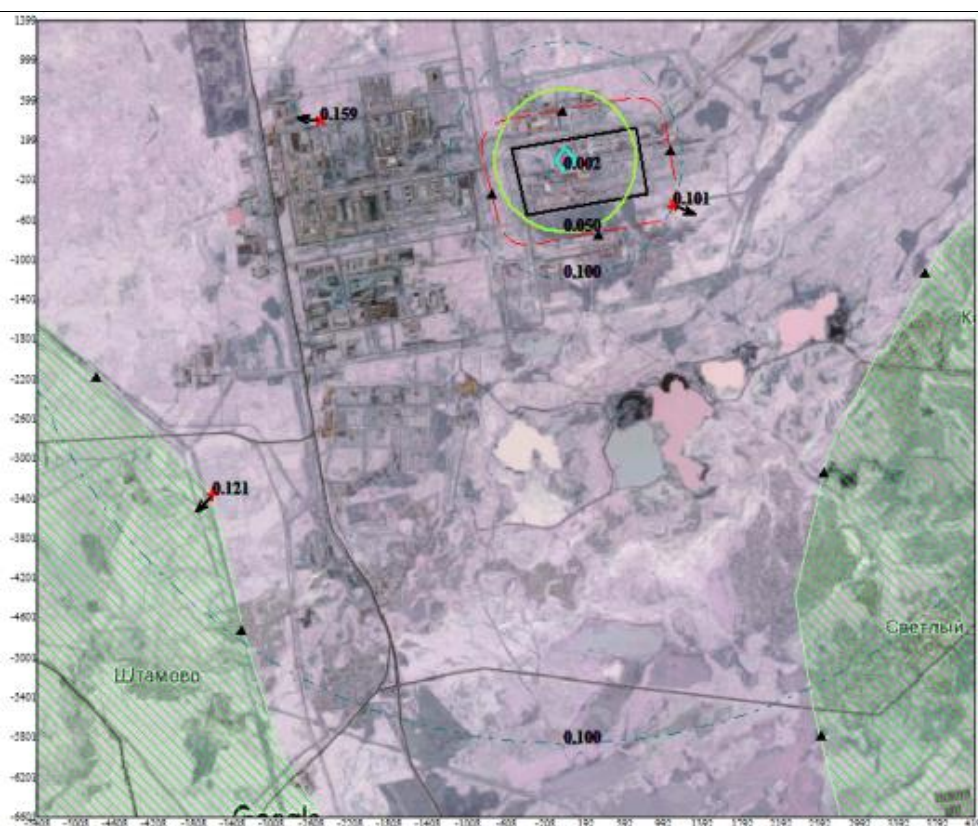


Рисунок 2.1 – Изолинии полей концентраций при сжигании природного газа:  
0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

## 2.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при работе котла на синтез-газе.

### 2.2.1. Расчет расхода синтез-газа:

$$M_{NO_x} = 571.988 \cdot 6.82 \cdot \left(1 - \frac{0.27}{100}\right) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.278 = 1081.972 \text{ г/с}$$

$$B = 466548.5 \cdot 0.613 \cdot 2 = 571988 \text{ кг/ч} = 571.988 \text{ т/ч}$$

2.2.2. Расчет выбросов оксидов азота:

$$V = \frac{360 \cdot 500000}{91.86 \cdot 4.2} = 466548.5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2.2.3. Расчет выбросов оксидов серы:

$$M_{SO_2} = 0.02 \cdot 158885.6 \cdot 0.1 = 317 \text{ г/с}$$

Таблица 2.4 Перечень веществ, для которых необходим наиболее детальный расчет загрязнения атмосферы при сжигании природного газа

Вещество (группа веществ)		См ---- ПДК	Необходи- мость расчета
Наименование	Код		
2	3	4	5
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0311	2.9394	+
Азот (II) оксид (Азота оксид)	0354	0.3145	+
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0320	0.2584	+
Вещества, обладающие эффектом суммарного вредного воздействия			
(0301)Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	301	2.014	+
(0330)Сера диоксид (Ангидрид сернистый)			
Примечание: Детальные расчеты загрязнения нужны при См/ПДК>0.1			

Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкупе с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону. Концентрации загрязняющих атмосферу веществ, которые выделяются при сжигании синтез-газа в котлах, отображены в виде таблицы 2.5.

Таблица 2.5 – Сводная таблица результатов расчетов загрязнений при сжигании синтез-газа

Код ЗВ	Наименование загрязняющих веществ и состав групп суммаций	$C_m$	РП	СЗЗ	ЖЗ	ФТ	ПДК (ОБУВ) $mg/m^3$	Класс опасности
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	2.599	1.1971	0.760	0.914	1.047	0.2000	3
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.211	0.0972	0.061	0.074	0.085	0.4000	3
_31	0301+0330	1.862	0.8578	0.544	0.655	0.750		
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0.380	0.1753	0.111	0.133	0.153	0.5000	3

Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для примеси: 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид). ПДК<sub>р</sub> для примеси 0301 = 0,2 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2.6 – Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для диоксида азота при сжигании синтез газа

Источники				Их расчетные параметры		
Код <об-п> <ис>	М	Тип	$C_m (C_m')$ [доли ПДК]	$U_m$ [м/с]	$X_m$ [м]	
000101 0001	865.57703	Г	2.599	1.23	1592.1	
Суммарный $M_q = 865.57703$ г/с						
Сумма $C_m$ по всем источникам = 1.300330 долей ПДК						
Средневзвешенная опасная скорость ветра = 1.23 м/с						

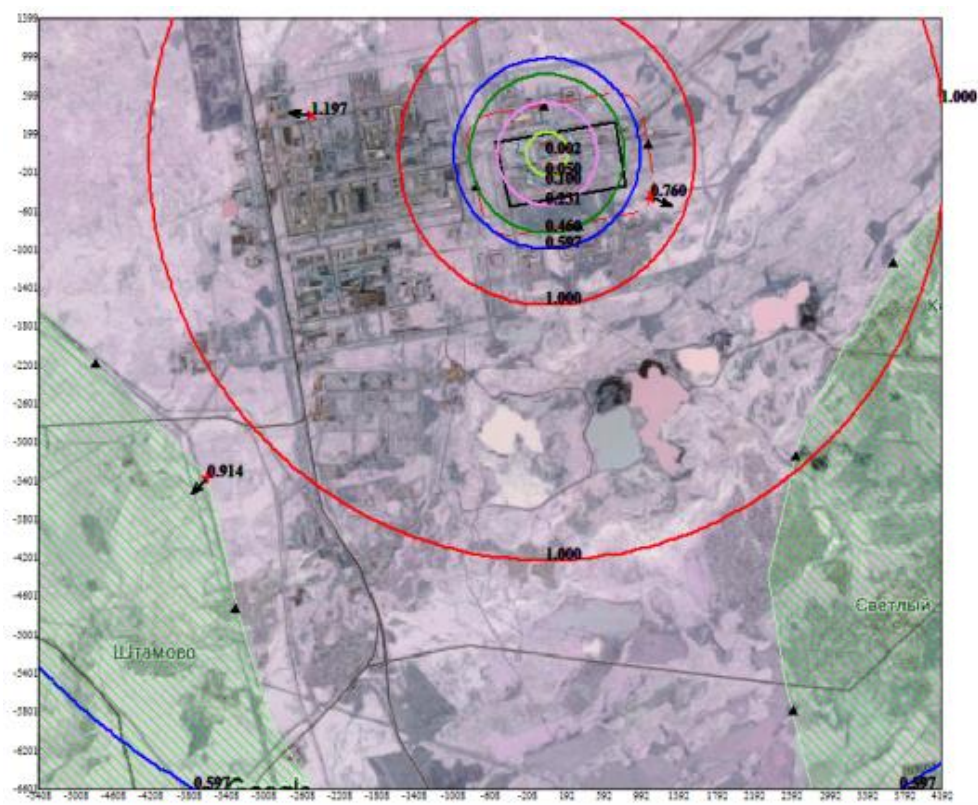


Рисунок 2.2 – Изолинии концентраций при сжигании синтез-газа: 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

Для котлов, оборудованных топками с колосниковой решеткой и механическим забросом топлива суммарное количество оксидов азота  $NO_x$  в пересчете на  $NO_2$ , выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами. Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для примеси: 0304 - Азот (II) оксид (Азота оксид). ПДКр для примеси 0304 = 0.40000001 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2.7 – Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для оксида азота при сжигании синтез газа

Источники				Их расчетные параметры		
Код <об-п> <ис>	М	Тип	$C_m (C_m')$ [доли ПДК]	$U_m$ [м/с]	$X_m$ [м]	
000101 0001	140.65601	Т	0.211	1.23	1592.1	
Суммарный $M_q = 140.65601$ г/с						
Сумма $C_m$ по всем источникам = 0.211200 долей ПДК						
Средневзвешенная опасная скорость ветра = 1.23 м/с						

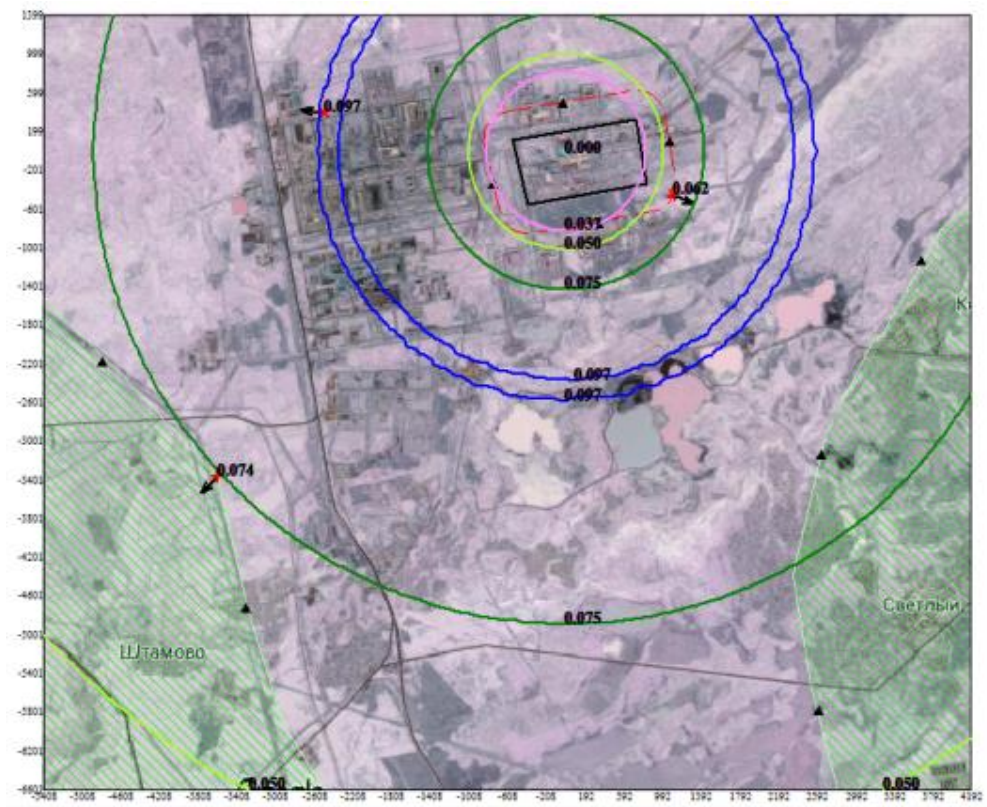


Рисунок 2.3 – Изолинии концентраций при сжигании синтез-газа: 0304 - Азот (II) оксид (Азота оксид)

Установленная мощность котельной по теплофикационной воде – 23,08 Гкал. Теплоноситель системы теплоснабжения – вода с температурным графиком 130/70°C; горячее водоснабжение – температурному графику 60/40°C. А расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для примеси: 0330 - Сера диоксид (Ангидрид сернистый). ПДК<sub>р</sub> для примеси 0330 = 0.5 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2.8 – Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для диоксида серы при сжигании синтез газа

Источники			Их расчетные параметры		
Код <об-п> <ис>	М	Тип	$C_m (C_m^j)$ [доли ПДК]	$U_m$ [м/с]	$X_m$ [м]
000101 0001	317.000	T	0.381	1.23	1592.1
Суммарный $M_q = 317.00000$ г/с					
Сумма $C_m$ по всем источникам = 0.380789 долей ПДК					
Средневзвешенная опасная скорость ветра = 1.23 м/с					



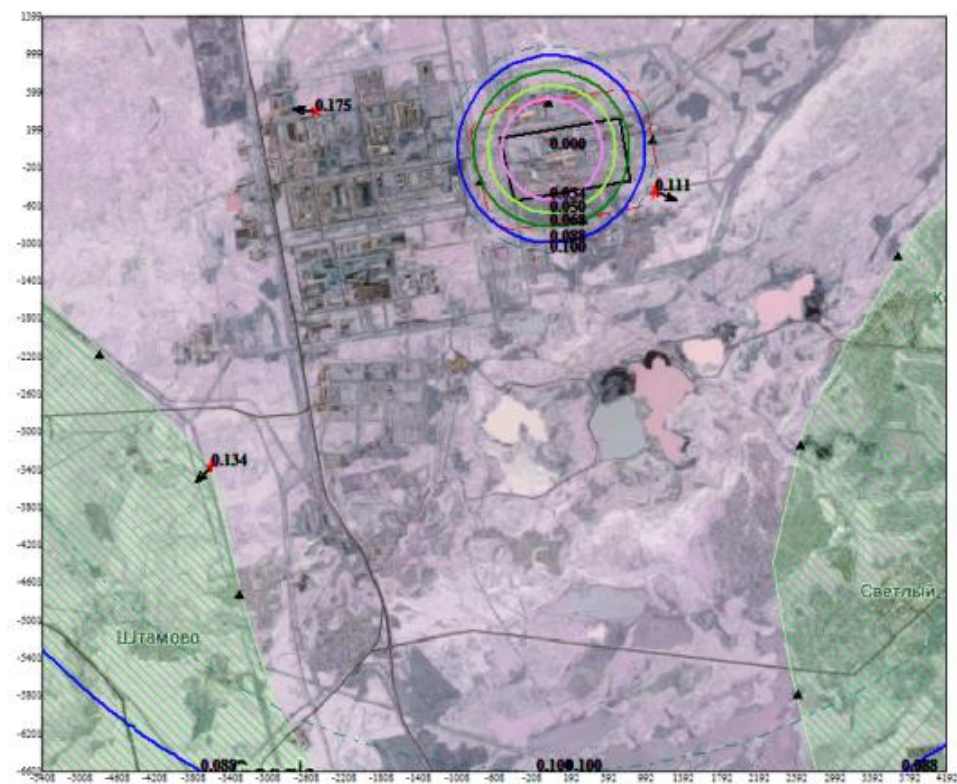


Рисунок 2.4 – Изолинии концентраций при сжигании синтез-газа: 0330 - Сера диоксид (Ангидрид сернистый)

Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для группы суммации: \_\_31=0301 Азота диоксид (Азот (IV) оксид) и 0330 Сера диоксид (Ангидрид сернистый). Коэффициент комбинированного действия = 1.60.

Таблица 2.9 – Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для группы суммации при сжигании синтез газа

Источники			Их расчетные параметры			
Код <об-п> <ис>	M	Тип	$C_m (C_m^l)$ [доли ПДК]	$U_m$ [м/с]	$X_m$ [м]	
000101 0001	3101.1782	T	1.863	1.23	1592.1	
Суммарный $M_q = 3101.17822$ г/с (сумма $M_q$ /ПДК по всем примесям)						
Сумма $C_m$ по всем источникам = 1.862611 долей ПДК						
Средневзвешенная опасная скорость ветра = 1.23 м/с						

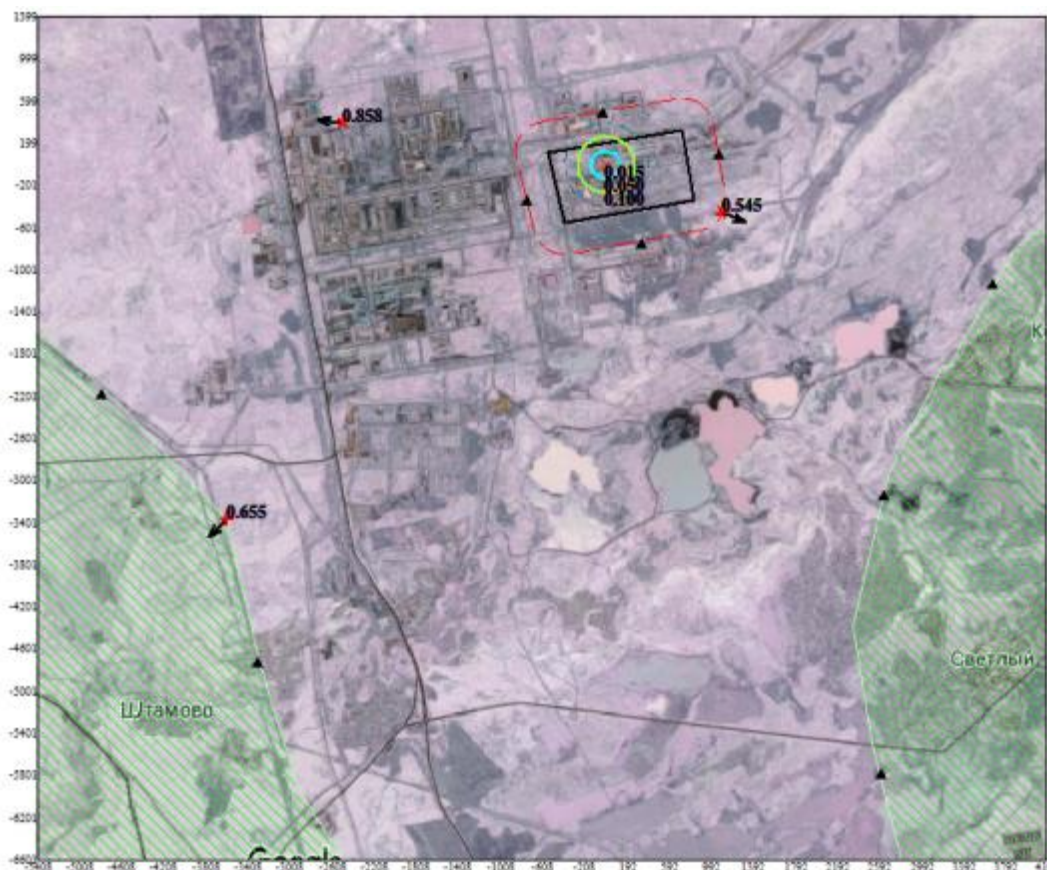


Рисунок 2.5 – Изолинии концентраций при сжигании синтез-газа: \_\_31=0301  
 Азота диоксид (Азот (IV) оксид) и 0330 Сера диоксид (Ангидрид сернистый)

### 2.3 Расчет выбросов загрязняющих веществ при работе котла на угле.

2.3.1 Расчет расхода угля:

$$B = \frac{320 \cdot 650000}{91.36 \cdot 29.85} \cdot 2 = 139.326 \text{ т/ч}$$

2.3.2 Расчет выбросов оксидов азота:

$$M_{NO_x} = 109.316 \cdot 6.82 \cdot \left(1 - \frac{0.27}{100}\right) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.278 = 206.78 \text{ г/с}$$

2.3.3 Расчет выбросов оксидов серы:

$$M_{SO_2} = 0.02 \cdot 30365.5 \cdot 0.7 \cdot (1 - 0.1) = 382.605 \text{ г/с}$$

### 2.3.4 Расчет выбросов твердых частиц.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от котельной №1 работающей на угле Котельная предназначена для отопления производственных и жилых помещений. В котельной установлено 5 паровых котлов КЕ-25/14.

Годовой расход топлива составляет 49807 тонн.

Котельная работает 8 месяцев, т.е. 240 дней или 5760 часов.

Коэффициент полезного действия котлов – 82 %.

вычисляют по формуле:

$$M_{\text{ТВ}} = 0.01 \cdot B \cdot \left( \alpha_{\text{УН}} \cdot A^{\Gamma} + q_4 \cdot \frac{Q_i^{\Gamma}}{32.68} \right) \cdot (1 - q_3) \quad (3.4)$$

Где  $B$  – расход топлива, г/с (т);

$A^{\Gamma}$  – зольность топлива на рабочую массу, %;

$\alpha_{\text{УН}}$  – доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе);

$q_3$  – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях, с учетом залповых выбросов;

$q_4$  – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %;

$Q_i^{\Gamma}$  – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

32.68 – теплота сгорания углерода, МДж/кг.

$$M_{\text{ТВ}} = 0.01 \cdot 30365.5 \cdot \left( 1.8 \cdot 15 + 0.27 \cdot \frac{35.85}{32.68} \right) = 8288.62 \text{ г/с}$$

Суммарное количество твердых частиц, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами. Расчет выбросов загрязняющих веществ от котельной №1 работающей на угле Котельная предназначена для отопления производственных и жилых помещений. В котельной установлено 5 паровых котлов ND-25/14. Годовой расход топлива составляет 45807 тонн. Котельная работает 8 месяцев, т.е. 230 дней или 6560 часов. Коэффициент полезного действия котлов – 92 %. Перечень загрязняющих веществ, для которых требуется проведение детальных расчетов загрязнения атмосферы, представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Перечень загрязняющих веществ, для которых требуется проведение расчетов загрязнения атмосферы

Вещество (группа веществ)		См ---- ПДК	Необходи- мость расчета
Наименование	Код		
2	3	4	5
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0301	0.4968	+
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0330	0.4596	+
Взвешенные вещества	2902	29.87	+
Вещества, обладающие эффектом суммарного вредного воздействия			
(0301)Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	31	0.5978	+
(0330)Сера диоксид (Ангидрид сернистый)			
Примечание: Детальные расчеты загрязнения нужны при $C_m/ПДК > 0.1$			

Результаты расчетов при сжигании тощего угля представлены в сводной таблице.

Таблица 2.11 – Сводная таблица результатов расчета при сжигании угля

Код ЗВ	Наименование загрязняющих веществ и состав групп суммаций	$C_m$	РП	СЗЗ	ЖЗ	ФТ	ПДК (ОБУ В) $мг/м^3$	Клас с опасн
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.4968	0.228 8	0.145 2	0.174 7	0.200 1	0.2000	3
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0.4596	0.211 6	0.134 4	0.161 6	0.185 1	0.5000	3
2902	Взвешенные вещества	29.869 6	13.75 6	13.73 8	5.073 0	13.55 0	0.5000	3
__31	0301+0330	0.5977	0.275 3	0.174 8	0.210 2	0.240 7		

Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для примеси: 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид).  $ПДК_p$  для примеси 0301 = 0.2  $мг/м^3$ .

Таблица 2.12 – Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для диоксида азота при сжигании тощего угля

Источники				Их расчетные параметры		
Код <об-п> <ис>	М	Тип	$C_m(C_m')$ [доли ПДК]	$U_m$ [м/с]	$X_m$ [м]	
000101 0001	165.4299	Т	0.497	1.23	1592.1	
Суммарный $M_q = 165.42999$ г/с						
Сумма $C_m$ по всем источникам = 0.496798 долей ПДК						

Средневзвешенная опасная скорость ветра = 1.23 м/с

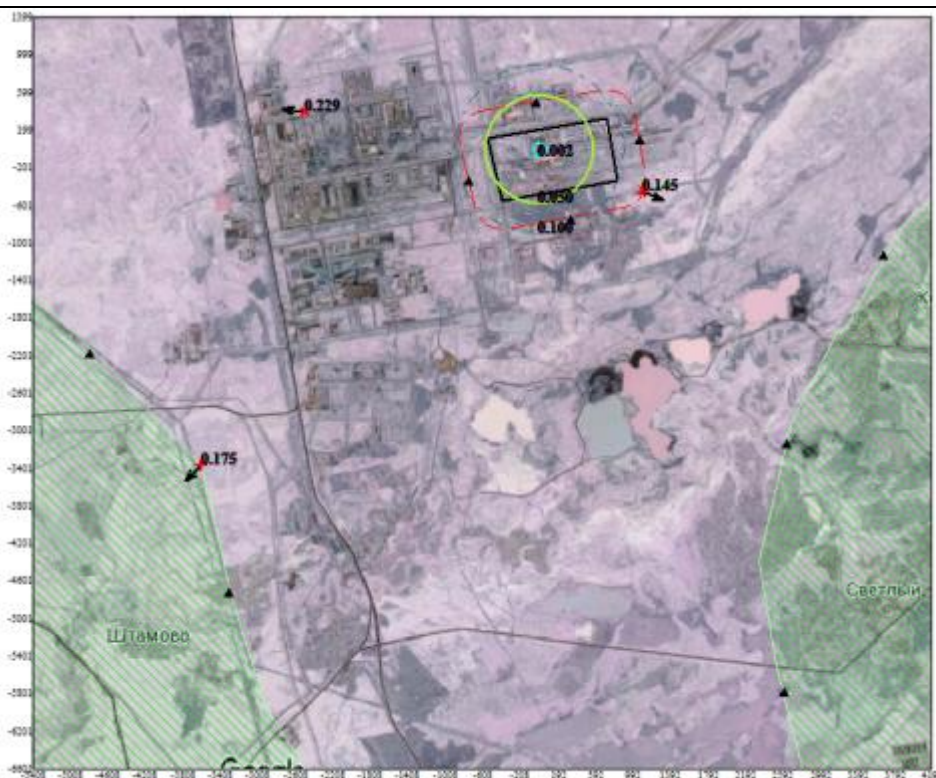


Рисунок 2.6 – Изолинии концентраций при сжигании тощего угля: 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для примеси: 0330 - Сера диоксид (Ангидрид сернистый). ПДК<sub>р</sub> для примеси 0330 = 0.5 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2.13 – Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для диоксида серы при сжигании тощего угля

Источники				Их расчетные параметры		
Код <об-п> <ис>	М	Тип	$C_m (C_m')$ [доли ПДК]	$U_m$ [м/с]	$X_m$ [м]	
000101 0001	382.60501	Т	0.460	1.23	1592.1	
Суммарный $M_q = 382.60501$ г/с						
Сумма $C_m$ по всем источникам = 0.459596 долей ПДК						
Средневзвешенная опасная скорость ветра = 1.23 м/с						

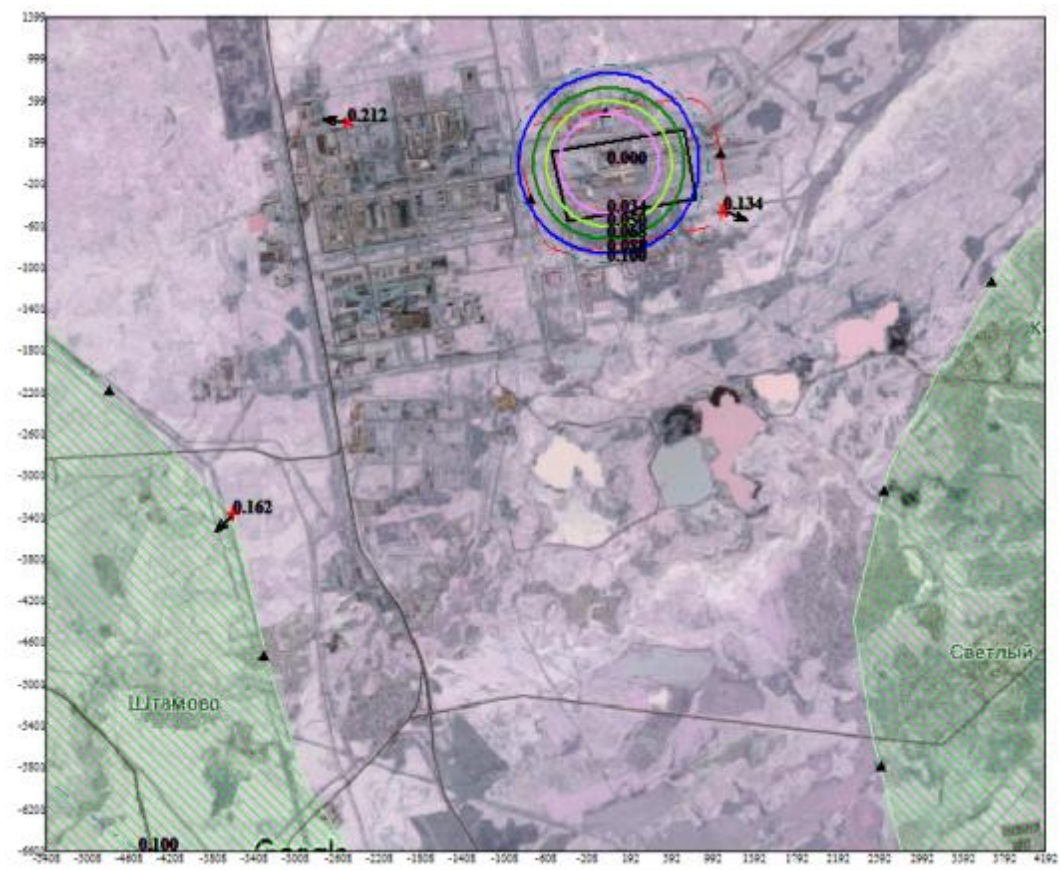


Рисунок 2.7 – Изолинии концентраций при сжигании тощего угля: 0330 - Сера диоксид (Ангидрид сернистый)

Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для примеси: 2902 – Взвешенные вещества. ПДК<sub>р</sub> для примеси 2902 = 0.5 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2.14 – Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для взвешенных веществ при сжигании тощего угля

Источники				Их расчетные параметры		
Код <об-п> <ис>	М	Тип	$C_m$ ( $C_m'$ ) [доли ПДК]	$U_m$ [м/с]	$X_m$ [м]	
000101 0001	8288.6201	Т	29.870	1.23	796.1	
Суммарный $M_q = 8288.62012$ г/с						
Сумма $C_m$ по всем источникам = 29.869574 долей ПДК						
Средневзвешенная опасная скорость ветра = 1.23 м/с						

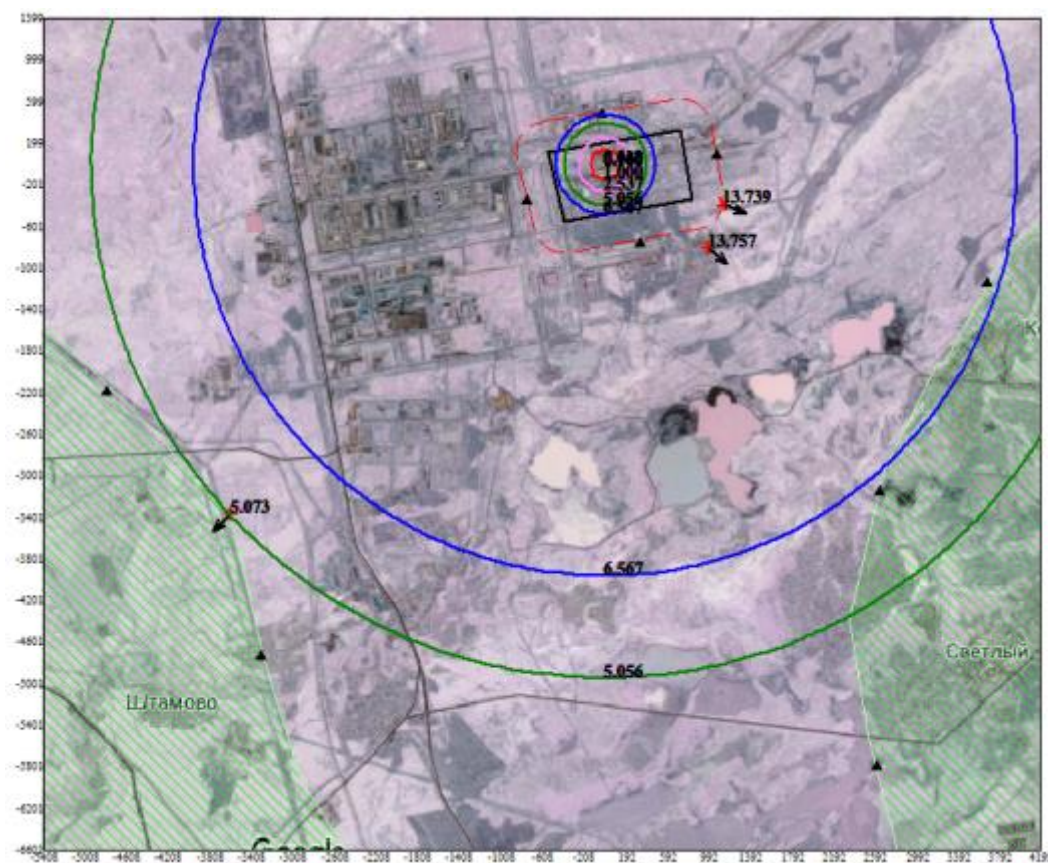


Рисунок 2.8 – Изолинии концентраций при сжигании тощего угля: 2902 –  
Взвешенные вещества

Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для группы суммации: \_\_31=0301  
Азота диоксид (Азот (IV) оксид) и 0330 Сера диоксид (Ангидрид сернистый).  
Коэффициент комбинированного действия = 1.60.

Таблица 2.15 – Расчетные параметры  $C_m$ ,  $U_m$ ,  $X_m$  для группы суммации при  
сжигании тощего угля

Источники				Их расчетные параметры		
Код <об-п> <ис>	М	Тип	$C_m (C_m')$ [доли ПДК]	$U_m$ [м/с]	$X_m$ [м]	
000101 0001	995.22498	Т	0.598	1.23	1592.1	
Суммарный $M_q = 995.22498$ г/с (сумма $M_q$ /ПДК по всем примесям)						
Сумма $C_m$ по всем источникам = 0.597746 долей ПДК						
Средневзвешенная опасная скорость ветра = 1.23 м/с						

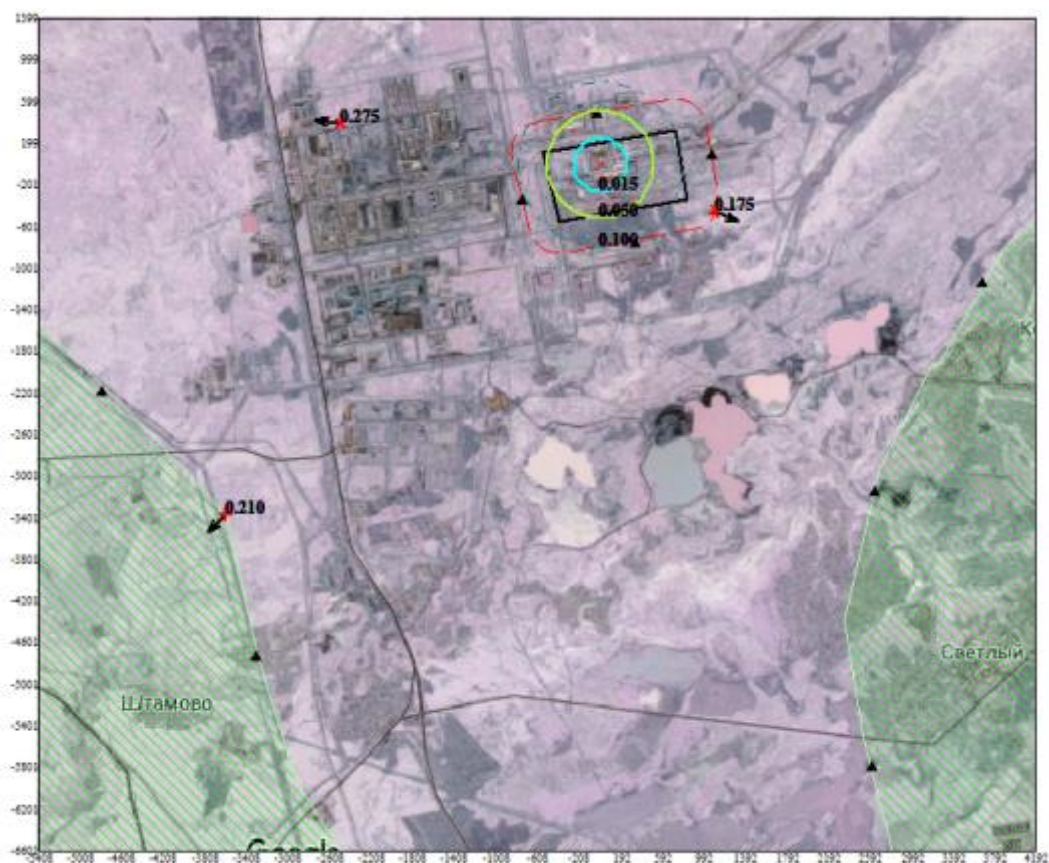


Рисунок 2.9 – Изолинии концентраций при сжигании тощего угля:  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_2$  Азота диоксид (Азот (IV) оксид) и  $\text{SO}_2$  Сера диоксид (Ангидрид сернистый)

Расчет производится по составу топлива. Топливо газообразное. Влагосодержание газообразного топлива, отнесенное к  $1\text{ м}^3$  сухого газа  $d = 1$   $\text{г/м}^3$

Состав топлива:

$$\text{CO} = 0 (\%); \text{CO}_2 = 0 (\%)$$

$$\text{H}_2 = 0 (\%); \text{H}_2\text{S} = 0 (\%)$$

$$\text{CH}_4 = 0,11 (\%); \text{C}_2\text{H}_6 = 0,96 (\%)$$

$$\text{C}_3\text{H}_8 = 24,65 (\%); \text{C}_4\text{H}_{10} = 68,25 (\%)$$

$$\text{C}_5\text{H}_{12} = 6,02 (\%); \text{O}_2 = 0 (\%)$$

$$\text{N}_2 = 0 (\%)$$



### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения анализа эффективности применения синтез-газа вместо природного газа и дизельного топлива на предприятиях топливно-энергетического комплекса, были проведены расчеты рассеивания ЗВ в атмосфере для трех видов топлива.

Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации.

Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкупе с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону.

Расчет для угля Т приведен по цилиндрическому корпусу в продольном направлении распложены жаровая труба и ходы дымогарных труб. Пламя от горелки в передней части котла вдувается в жаровую трубу. Оно выгорает в жаровой трубе. Образующиеся при сгорании пламени горячие дымовые газы поступают в небольшие дымогарные трубки. По этим трубкам газы отводятся к задней части котла. Пламя и получаемые в ходе сгорания дымовые газы проходят через жаровую трубу и дымогарные трубы. Сам напорный корпус котла в области этих труб заполнен водой. Вода охлаждает внешнюю сторону жаровой трубы и дымогарных труб, расположенных продольно в корпусе котла. При этом «охлаждении» вода нагревается настолько, что она превращается в пар. Пузырьки пара поднимаются в паровой объём, который находится в верхней части котла. Из расчетов видно, что из всех перечисленных веществ рассеиванию не поддаются лишь взвешенные вещества. В данном случае для снижения выбросов твердых частиц предложен пылевой циклон с эффективностью очистки до 89%. Расчет выбросов с использованием очистительной установки сведен в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Сводная таблица результатов расчетов загрязнений при сжигании тощего угля (после очистки)

Код ЗВ	Наименование загрязняющих веществ и состав групп суммаций	$C_m$	РП	СЗЗ	ЖЗ	ФТ	ПДК (ОБУВ) $mg/m^3$	Класс с опасен
2902	Взвешенные вещества	0.796	0.3668	0.309	0.210	0.282	0.5000	3
		5		7	1	4		

На рисунке 3.1 видно, что после очистки газов с использованием очистных сооружений, вещества рассеялись. До очистки максимальная концентрация составляла 26,3541 долей ПДК, после – 0.9565 долей ПДК.

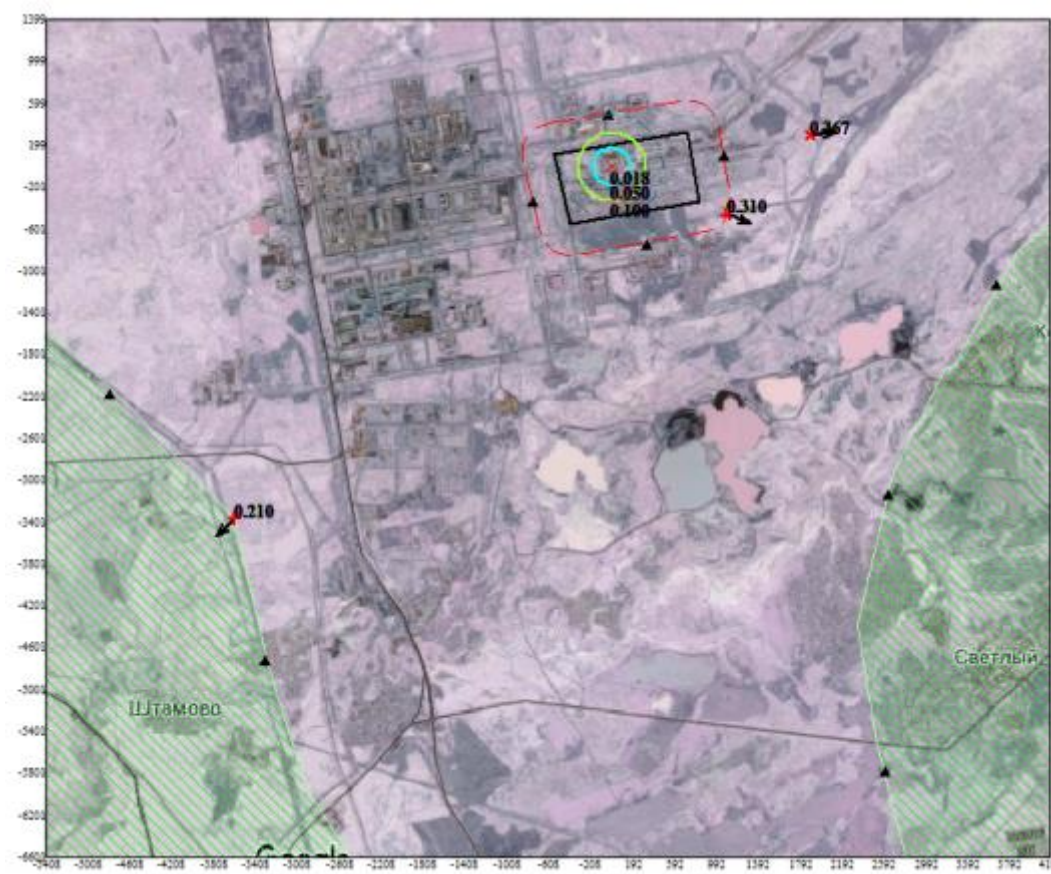


Рисунок 3.1 – Изолинии полей концентраций при сжигании тощего угля: 2902 – Взвешенные вещества (после очистки)

Основным видом деятельности предприятия является производство и реализация готовой продукции по переработки нефти. Предприятие имеет лицензии на выпуск следующих нефтепродуктов – стабильный бензин, дизельное топливо летнее и зимнее, утяжелённая дизельная фракция

(атмосферный газойль), мазут прямогонный и котельное топливо. Максимальная концентрация азота диоксид (азот (IV) оксид) – 2.5994 долей ПДК, 0301+0330 – 1.862 долей ПДК.

Рассеивание данных веществ также представлено в виде изолиний полей концентраций (рисунок 3.2; 3.5). Из данных рисунков можно сделать вывод о том, что данные вещества не рассеиваются в атмосфере, так как концентрация на границе с жилой зоной не должна превышать 1 ПДК. Следовательно, для грамотного представления результатов рассеивания ЗВ, следует произвести сокращение выбросов. Самым эффективным и простым способом снижения выбросов азота диоксида является рециркуляция части дымовых газов в зону горения. Степень рециркуляции дымовых газов принимаем 15%. При пересчете выбросов азота диоксида (азот (IV) оксид) суммарное количество выбросов составило:  $M_{NO_x} = 540.9856$  г/с.

Таблица 3.2 – Сводная таблица результатов расчетов загрязнений при сжигании синтез-газа с рециркуляцией ДГ

Код ЗВ	Наименование загрязняющих веществ и состав групп суммаций	$C_m$	РП	СЗЗ	ЖЗ	ФТ	ПДК (ОБУВ) мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	1.624 6	0.7482	0.475 1	0.571 4	0.654 4	0.2000	3
__31	0301+0330	1.253 4	0.5772	0.366 5	0.440 8	0.504 9		

Карта с изолиниями полей концентрации для азота диоксид (азот (IV) оксид) после применения мер по снижению выбросов приведена на рисунке 3.2. По данной карте можно сделать вывод, что в данном случае азота диоксид рассеялся, так как концентрация на границе с жилой зоной равна приблизительно 0.5 долей ПДК. Основным видом деятельности предприятия является производство и реализация готовой продукции по переработки нефти. Предприятие имеет лицензии на выпуск следующих нефтепродуктов – стабильный бензин, дизельное топливо летнее и зимнее, утяжелённая дизельная фракция (атмосферный газойль), мазут прямогонный и котельное топливо. Котлы оборудованы комбинированными горелками производства фирмы FDSTER типа КНР-1000 NE. Котлы комплектуются

автоматическими устройствами, обеспечивающими: ведение нормального режима работы; ликвидацию аварийных ситуаций; остановку котлов при нарушениях режима работы, которые могут вызвать повреждение котлов – без участия обслуживающего персонала. Установленная мощность котельной по пару – 42 т/ч (24,6 Гкал).

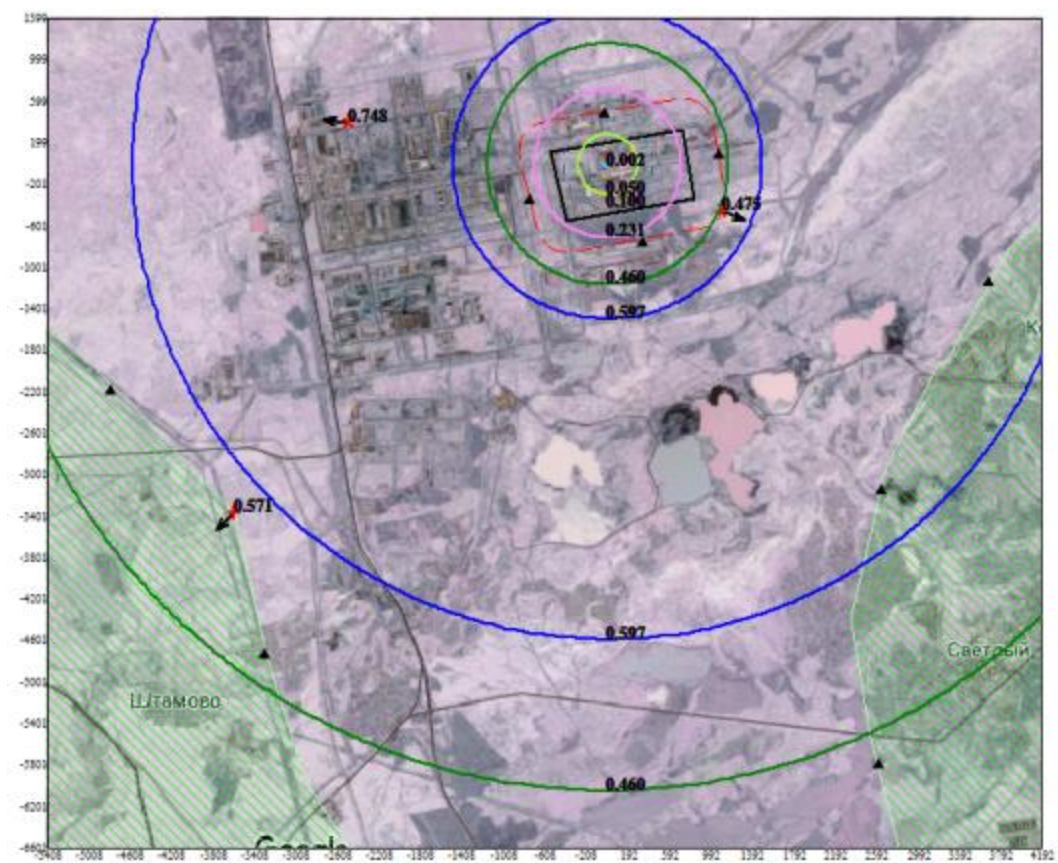


Рисунок 3.2 – Изолинии концентраций при сжигании синтез-газа: 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

Результаты расчетов трех анализируемых видов топлива представлены в общей таблице (таблица 3.3). Концентрации взяты на границе с жилой зоной.

Таблица 3.3 – Сводная таблица расчетов анализируемых видов топлива (максимальная концентрация/концентрация на границе ЖЗ), долей ПДК.

Код ЗВ	Наименование загрязняющих веществ и состав групп	Природный газ (См/ЖЗ)	Тощий уголь (См/ЖЗ)	Синтез-газ (См/ЖЗ)
--------	--	-----------------------	---------------------	--------------------

	<b>суммаций</b>			
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.35/0.108	0.4968/0.174	2.5994/0.914
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	–	–	0.212/0.074
__31	0301+0330	–	0.597/0.212	1.826/0.6551
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	–	0.4596/0.1851	0.3808/0.1339
2902	Взвешенные вещества	–	29.8696/5.0730	–

## 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

#### 4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В выпускной квалификационной работе были произведены расчеты рассеивания загрязняющих веществ атмосферу при работе котлов на трех разных видах топлива (природный газ, синтез-газ, уголь). В качестве основы для расчетов был выбран котельный цех Яйского НПЗ.

Синтез-газ (водяной газ) — это искусственно полученный газ после смешения газифицированного углеводородного сырья (угля, нефтяного сланца, другого топлива) и воздуха. Далее полученный газ очищается от загрязняющих веществ и других примесей. В результате получается газ, такой же чистый как природный, но не углеродно-нейтральный. Полученный газ обладает более высокими тепловыми характеристиками по сравнению с метаном.

Такое топливо, а именно уголь тощий является наиболее грязным из сравниваемых видов топлив. Но, несмотря на это, очищается от загрязняющих веществ и других примесей.

Сведений о синтез-газе достаточно мало, но считается, что данный газ является самым экологичным видом топлива. Основную часть газа составляют оксид углерода, водород и углекислый газ. Один из способов получения синтетического газа является газификация углей. Практически все эти вещества являются смертельно опасными для любого живого существа, так как за короткий срок провоцируют патологии дыхательной системы, и в частности такие заболевания как бронхит, бронхиальная астма и асфиксия.

		Вид ресурса			
		Синтез-газ	Уголь	Природный газ	Мазут
пр им	Электроэнергетика				

Химическая промышленность				
Бытовое отопление				
Нефтеперерабатывающая				

Рисунок 4.1 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке интернет-ресурсов

#### 4.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.) и бюджет разработки, а также уровень проникновения на рынок, финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

На предприятии необходимо систематически наблюдать, чтобы подводящие импульсные и соединительные линии были герметичны, не засорялись и соответствовали требованиям правил и норм эксплуатации оборудования; проверять надежность сочленения тяг исполнительных механизмов.

Не реже одного раза в месяц необходимо проверить состояние контактов реле, чистить их и проверять срабатывание автоматики безопасности по всем параметрам с записью в журнале по эксплуатации автоматики и КИП котельной.

**Природный газ** — это искусственно полученный газ после смешения газифицированного углеводородного сырья (угля, нефтяного сланца, другого топлива) и воздуха. Далее полученный газ очищается от загрязняющих веществ и других примесей. В результате получается газ, такой же чистый как природный, но не углеродно-нейтральный. Полученный газ обладает более высокими тепловыми характеристиками по сравнению с метаном. Кроме высокой экологичности природный газ обладает высокой теплотворной способностью; удобной транспортировкой и ее дешевизной.

Природный газ – это топлива осуществляется через дымовые трубы высотой 30 м диаметром 1000 мм. Повышенный спрос на природный газ и уголь и их достаточно высокая стоимость в недалеком прошлом привели к необходимости получения альтернативного топлива, так называемого, синтетического природного газа.

**Уголь марки Т** – уголь марки Т горит без пламени и не спекается. Тощий уголь можно использовать как для отопления домов, так и для производств (кузницы, котельные), т.к имеет высокую теплоотдачу (7300 Ккал/кг - низшая теплота сгорания). В каменном угле Т содержится до 90% углерода, это один из наиболее богатых видов угля. Тощий уголь – разновидность короткопламенных неспекающихся каменных углей. Одновременно тощий уголь обладает большой теплотворной способностью. Расход основного топлива на один котел при максимальной нагрузке составляет 630 м<sup>3</sup>/ч. Общий расход топлива на водогрейную котельную составит 6993,45 тыс.м<sup>3</sup>/год. Удаление дымовых газов предусмотрено отдельно от каждого котла через дымоходы. Выброс продуктов сгорания топлива осуществляется через дымовые трубы высотой 30 м диаметром 1000 мм.

Повышенный спрос на природный газ и уголь и их достаточно высокая стоимость в недалеком прошлом привели к необходимости получения альтернативного топлива, так называемого, синтетического природного газа.



**Синтез-газ** (водяной газ) — это искусственно полученный газ после смешения газифицированного углеводородного сырья (угля, нефтяного сланца, другого топлива) и воздуха. Далее полученный газ очищается от загрязняющих веществ и других примесей. В результате получается газ, такой же чистый как природный, но не углеродно-нейтральный. Полученный газ обладает более высокими тепловыми характеристиками по сравнению с метаном.

В таблице 4.1 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений. Ф – синтез-газа, К1 – природный газ, К2 – уголь марки Т.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.34	2	2	4	0.18	0.15	0.12
2. Повышение производительности труда пользователя	0.1	3	3	3	0.5	0.4	0.3
4. Надежность	0.2	4	5	4	0.4	1	0.6
5. Энергоэкономичность	0.15	4	3	3	0.5	0.75	0.6
6. Уровень шума	0.16	5	2	3	0.14	0.13	0.3
7. Безопасность	0.15	5	5	5	0.4	0.2	0.2
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.1	4	5	4	0.2	0.5	0.5
10. Простота эксплуатации	0.05	2	1	3	0.1	0.25	0.2
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена	0.05	2	1	3	0.25	0.25	0.15
3. Конкурентоспособность продукта	0.1	5	3	3	0.4	0.5	0.4
5. Послепродажное обслуживание	0.05	3	4	5	0.15	0.2	0.25
6. Финансирование научной разработки	0.05	4	5	4	0.25	0.15	0.2
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>2.6</b>	<b>4.39</b>	<b>3.95</b>

Из таблицы 4.1 можно сделать вывод, что по некоторым техническим оценкам и экономическим критериям уголь и синтез-газ уступает природному газу, хотя в некоторых критериях имеют одинаковый показатель.

Каждый из выше перечисленных видов топлива имеет свои технические особенности, предпочтительную сферу применения, но кроме ценовой выгоды и тепловых потерь в использовании синтез-газа, преимуществ больше нет, а вот природный газ по сравнению с остальными источниками энергии, обладает рядом преимуществ:

- сгорая, выделяет только углекислый газ и водный пар, это смесь, которой мы обычно дышим на улице;
- при сгорании не выделяет копоти и дыма;
- быстро разжигается и процесс его горения легко контролировать;
- почти не содержит твёрдых примесей и других вредных компонентов;

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

#### 4.1.3. Технология QuaD

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Энергоэффективность	0.15	30	100	0.35	0.06
3. Надежность	0.1	60	100	0.8	0.08
4. Унифицированность	0.08	60	100	0.6	0.048
5. Безопасность	0.15	90	100	0.9	0.135
6. Ремонтпригодность	0.15	70	100	0.7	0.105
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					

7. Конкурентоспособность продукта	0.12	80	100	0.8	0.096
8. Уровень проникновения на рынок	0.05	50	100	0.6	0.03
9. Рынок перспективности	0.15	70	100	0.5	0.08
10. Цена	0.05	60	100	0.6	0.12
11. Финансовая научная эффективность разработки	0.15	60	100	0.7	0.07
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>650</b>		<b>8,6</b>	<b>0,658</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot \text{Б}_i = 73.4 \quad (4.2)$$

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

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$\text{Б}_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Следовательно, перспективность разработки является выше средней.

#### 4.1.4 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Котлы комплектуются автоматическими устройствами, обеспечивающими: ведение нормального режима работы; ликвидацию аварийных ситуаций; остановку котлов при нарушениях режима работы, - которые могут вызвать повреждение котлов – без участия обслуживающего персонала.

Установленная мощность котельной по теплофикационной воде – 24,08 Гкал. Теплоноситель системы теплоснабжения – вода с температурным графиком 130/70°C; горячее водоснабжение – температурному графику 60/40°C.

Таблица 4.3 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Низкая стоимость ресурса</p> <p>С2. Экологичность топлива.</p> <p>С3. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С4. Большой срок поставок материалов и комплектующий, используемые при проведении научного исследования</p> <p>С5. Высокий «жизненный цикл» оборудования</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Низкая эффективность конечного продукта</p> <p>Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с научной разработкой</p> <p>Сл3. Длительное время исполнения</p> <p>Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p> <p>Сл5. Использование вместо основного вида топлива</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Снижение выбросов в атмосферный воздух</p> <p>В2. Использование вида топлива низкосортного</p> <p>В3. Появление спроса на топливо</p> <p>В4. Строительство отапливаемой станции вблизи города</p> <p>В5. Использование синтез-газа в автомобиле в качестве топлива</p>	<p>Низкая себестоимость и механизм, прибор, коробка часть звена электростанций вблизи города.</p>	<p>Низкая эффективность и отсутствие установки для получения продукта, не полностью изученное направление снижают возможность наиболее быстрого и эффективного внедрения продукта на электростанции.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. На продукт нет спроса</p> <p>У2. Производство конкурентоспособно.</p> <p>У3. Ограничения на экспорт технологии</p> <p>У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p> <p>У5. Нет финансирования</p>	<p>Низкая себестоимость и экологичность технологии могут привести к конкуренции технологии производства.</p>	<p>Низкая эффективность и высокие затраты на производство продукта могут привести к отказу от финансирования проекта со стороны государства.</p>

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Результатом исследования предложено использовать природный газ как вид основного топлива, так как он не наносит большого вреда. Все это позволяет сделать вывод о матрице и представить ее в таблице 4.7. Ознакомление с направлением деятельности предприятия. Изучение структуры предприятия, характеристики сырья и материалов. Ознакомление с наименованием (ассортиментом) выпускаемой продукцией предприятия. Изучение влияния предприятия на состояние окружающей среды и здоровья населения в городе. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Пример интерактивной матрицы проекта представлен в табл. 4.4.

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта

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

Коррелирующие возможности и сильные стороны: B1C1C2C4, B2C1, B3C3C2C1C4, B2C1C2 B5C4.

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта

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

Коррелирующие возможности и слабые стороны: В1Сл2Сл3, В2Сл1Сл3Сл4Сл5, В3Сл2Сл4, В4Сл2, В5Сл4.

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	+	-	0
	У2	+	+	+	-	0
	У3	-	0	-	0	0
	У4	0	+	+	-	-
	У5	+	+	0	-	-

Коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1С3, У2С1С2С3, У4С2, У5С1С2.

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта

		Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	0	+
	У2	-	-	+	+	+
	У3	+	-	+	+	0
	У4	+	+	+	+	+
	У5	0	+	0	0	-

Коррелирующие угрозы и слабые стороны проекта: У1Сл1Сл2Сл3Сл5, У2Сл4Сл5, У4Сл1Сл3, У3Сл2Сл2Сл5Сл1.

## 4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В предыдущем разделе были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. В данном разделе мы рассмотрим морфологический подход. Пламя от горелки в передней части котла вдувается в жаровую трубу. Оно выгорает в жаровой трубе. Образующиеся при сгорании пламени горячие дымовые газы поступают в небольшие дымогарные трубки. По этим трубкам газы отводятся к задней части котла. Каждый из выше перечисленных видов топлива имеет свои технические особенности, предпочтительную сферу применения, но кроме ценовой выгоды и тепловых потерь в использовании

синтез-газа, преимуществ больше нет, а вот природный газ по сравнению с остальными источниками энергии, обладает рядом преимуществ: сгорая, выделяет только углекислый газ и водный пар, это смесь, которой мы обычно дышим на улице; при сгорании не выделяет копоти и дыма;

Котлы комплектуются автоматическими устройствами, обеспечивающими: ведение нормального режима работы; ликвидацию аварийных ситуаций; остановку котлов при нарушениях режима работы, которые могут вызвать повреждение котлов – без участия обслуживающего персонала. Установленная мощность котельной по теплофикационной воде – 24,08 Гкал. Теплоноситель системы теплоснабжения – вода с температурным графиком 130/70°C; горячее водоснабжение – температурному графику 60/40°C. Все это позволяет сделать вывод о матрице и представить ее в таблице 4.7.

Таблица 4.7 Морфологическая матрица для метода анализа ключевых показателей качества атмосферного воздуха.

	1	2	3	4
А.Блок управления	механизм	прибор	коробка	часть звена
Б.Средства для анализа	реагенты	жидкость	вода	вещество
В.Лаборатория очистки воздуха	оборудование	система	схема	процесс
Г. Химический состав воздуха	показатели	норма	пдк	содержание
Д. Очищение воздуха	улавливание	очистка	процесс	свойство
Е. Отбор проб	образец	исходный материал	молекула	воздух

Возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения для данной матрицы может быть: А2Б3В2Г3Д1Е3; А4Б1В3Г1Д2Е4; А2Б4В3Г2Д3Е1

### 4.3. Разработка графика проведения научного исследования.

Наиболее наглядным является построение ленточного графика проведения научной работы в форме диаграммы Ганта. Разработанный график показывает какая часть в графике НИОКР выполнена студентом.

Таблица 4.8 Календарный план-график проведения НИОКР по теме «Оценка вредного воздействия на атмосферный воздух выбросов, образующихся при сжигании топлива».

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			апрель			май			июнь		
				1	2	2	3	4	1	2	3	2	3	4	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	научный руководитель	1	■													
2	Календарное планирование работ по теме	дипломник инженер-исследователь	3														
3	Выбор направления исследований	дипломник руководитель, руководитель - инженер	1		■												
4	Постановка целей и задач	дипломник научный руководитель	3			■											
5	Подбор и изучение материалов по теме	дипломник	6			■											
6	Обзор теоретического материала	дипломник	12				■	■	■	■							
7	Проведение теоретических расчетов и обоснований	дипломник научный руководитель	11						■	■	■	■	■	■			



8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	дипломник	9																
9	Оформление результатов	дипломник	5																
10	Оценка эффективности полученных результатов	дипломник	7																

## 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### Введение

В данной выпускной квалификационной работе объектом исследования является котельный цех Яйского НПЗ, который расположен за пределами города Анжеро-Судженск.

Основным видом деятельности предприятия является производство и реализация готовой продукции по переработки нефти. Предприятие имеет лицензии на выпуск следующих нефтепродуктов – стабильный бензин, дизельное топливо летнее и зимнее, утяжелённая дизельная фракция (атмосферный газойль), мазут прямогонный и котельное топливо.

Котлы оборудованы комбинированными горелками производства фирмы OILON (Финляндия) типа GRP-1000 ME. Котлы комплектуются автоматическими устройствами, обеспечивающими: ведение нормального режима работы; ликвидацию аварийных ситуаций; остановку котлов при нарушениях режима работы, которые могут вызвать повреждение котлов – без участия обслуживающего персонала. Установленная мощность котельной по пару – 42 т/ч (24,6 Гкал).

Основным источником загрязнения атмосферы являются организованные источники (дымовые трубы) и неорганизованные источники (выбросы с установок за счет не герметичного оборудования). Загрязнение атмосферного воздуха происходит на всех этапах технологического процесса переработки нефти и ее компонентов.

### 5.1 Производственная безопасность

В данном пункте составим таблицу «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Данная таблица необходима для выявления опасных и вредных факторов, которые характерны для проектируемой производственной среды.

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на группы: физико-химические, биологические, физические, химические.

Таблица 5.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по оценке технического состояния котельного цеха Яйского НПЗ

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Обслуживание электротехнического оборудования; Обслуживание котлоагрегатов; Обслуживание газопровода.	Поступление в воздух рабочей зоны токсических химических веществ		ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
	Отклонение показателей микроклимата рабочей среды		СанПиН 2.2.3548-96 «Гигиенические требования в производственных помещениях»
	Повышенный уровень шума на рабочем месте		ГОСТ 12.1.013-23 «ССБТ. Шум, общие требования безопасности», СН 2.24/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий на территории жилой застройки»
	Повышенный уровень вибрации		СН 2.2.4/2.1.8.556 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Обслуживание электротехнического оборудования; Обслуживание котлоагрегатов; Обслуживание газопровода.	Поступление в воздух рабочей зоны токсических химических веществ		ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
	Отклонение показателей микроклимата рабочей среды		СанПиН 2.2.3548-96 «Гигиенические требования в производственных помещениях»
	Недостаток освещенности		СП 52.13330.2016 «естественное и искусственное освещение», ГОСТ 26524-86 «Здания и сооружения. Методы измерения яркости», ГОСТ 24940-96 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности»
		Пожаровзрывобезопасность	ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
		Наличие источников поражения электрическим током	ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

- Условия труда машинистов–операторов котельного цеха осложняет наличие источника тепловыделения – котлов. В котельных отделениях температура воздуха в теплый период года составляет около 26 –

43 °С, относительная влажность воздуха 17 – 53 %, скорость движения воздуха – от 0.5 до 2.6 м/с. В холодный период температура воздуха рабочих зон находится в пределах 13 – 45 °С, относительная влажность составляет 17 – 71 %, скорость воздуха колеблется в пределах от 0.5 до 1.4 м/с. Следовательно, важнейшей задачей топливно- является обеспечение экологической безопасности его производственных процессов с целью сохранения окружающей природной среды. Сжигание различного вида топлива приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, поступающих в являются диоксид серы, оксиды и диоксиды азота, оксиды углерода, бенз(а)пирен, пыль, зола и сажа. Взвешенные в воздухе частицы уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие. Сжигание различного вида топлива приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, поступающих в являются диоксид серы, оксиды и диоксиды азота, оксиды углерода, бенз(а)пирен, пыль, зола и сажа. Неблагоприятные перепады производственного микроклимата в котельном отделении ТЭЖ обусловлены наличием многочисленного теплонесущего оборудования. Высокая температура и низкая относительная влажность в котельном цехе объясняется значительными конвективными радиационными тепловыделениями от оборудования. [16]

При высоких температурах и пониженной влажности жара переносится гораздо легче. Если влажность повышается, человек может заметить повышение температуры тела, слабость, боль в голове, учащение пульса и дыхания и происходит отдача тепла из организма посредством испарения (пот). Если при низкой температуре влажность повышена, человек наоборот будет испытывать переохлаждение.

Ознакомление с экологической политикой предприятия, его проблемами, разрешительной документацией на лимиты и загрязнение окружающей среды. Повышенный спрос более высокими тепловыми характеристиками по сравнению с метаном, имеются паровые котлы «LOOS»

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. В цехе имеются паровые котлы «LOOS».

К работе по обслуживанию котлов, работающих на жидком топливе, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по безопасной работе на котельных установках и обучение методам рационального использования топлива и вторичных ресурсов.

Персонал организации, занятый обслуживанием котлов, обязан хорошо знать все системы котельной и уметь производить оперативные действия на оборудовании. Персонал должен уметь пользоваться режимными картами, знать удельные нормы расхода условного топлива для данного котла. Во время работы котла необходимо периодически проверять отсутствие недожога в топке. Факел не должен иметь коптящих языков и затягиваться в дымогарные трубы 2-го и 3-го ходов котла.

Нельзя допускать присосов неорганизованного воздуха в топку котла и газоход. Для обеспечения безаварийной и непрерывной работы систем автоматики и КИП котельной необходимо заключить договор со специализированной организацией эксплуатирующей котельное оборудование. На предприятии необходимо систематически наблюдать, чтобы подводящие импульсные и соединительные линии были герметичны, не засорялись и соответствовали требованиям правил и норм эксплуатации оборудования; проверять надежность сочленения тяг исполнительных механизмов. Не реже одного раза в месяц необходимо проверить состояние контактов реле, чистить их и проверять срабатывание автоматики безопасности по всем параметрам с записью в журнале по эксплуатации автоматики и КИП котельной. Включается автоматика безопасности в работу после вывода котла на рабочий режим. Нельзя допускать падение давления в топке котла.

Для правильной эксплуатации водоподготовительной установки необходимо разводить химические растворы (ингибитор, гипохлорит, марганцовку) не в реакгентных баках, а в отдельных канистрах. Проводить 3 раза в сутки анализ пермеата, каждой ступени обратного осмоса, на общую

жесткость не должно превышать 0,08мг\*экв/литр. Перепад давления на входе в мембраны и на выходе из мембраны не должен превышать 4атм, в противном случае произвести реагентную промывку (согласно инструкции).

Под системой противопожарного водоснабжения подразумевается весь комплекс оборудования, обеспечивающий подачу воды на пожаротушение в необходимом объеме. Водоснабжение установки противопожарной водой предусмотрено от сетей завода. Для этих целей предусматривается строительство противопожарной насосной станции.

Производить замену мембранных элементов системы обратного осмоса, в количестве 10 штук на одну секцию, один раз в год.

Во время работы системы обратного осмоса отслеживать параметры расхода: концентрат – 4 м<sup>3</sup>/час (65 л/мин), рецикл - 3 м<sup>3</sup>/час (50 л/мин), пермеат – 12 м<sup>3</sup>/час (200 л/мин). Все взвешенные в воздухе частицы уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие. Сжигание различного вида топлива приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, поступающих в являются диоксид серы, оксиды и диоксиды азота, оксиды углерода, бенз(а)пирен, пыль, зола и сажа. Защита персонала от термических ожогов обеспечивается теплоизоляцией оборудования и трубопроводов. Поэтому необходимы средства индивидуальной защиты.

Для обеспечения безопасности персонала, обслуживающего электрооборудование, предусмотрено защитное заземление оборудования, коммуникаций и металлических конструкций установки, исключающее случайные электротравмы и опасные проявления статического электричества.

В электропомещениях предусмотрены средства защиты от поражения электрическим током (резиновые коврики, перчатки, штанги и др.).

Для защиты от пыли персонал в соответствии с отраслевыми нормами обеспечивается специальной одеждой, специальной обувью, а также рукавицами, резиновыми перчатками, защитными очками, средствами

индивидуальной защиты органов дыхания (противогазы и респираторы). для защиты от пыли применяются респираторы типа «Лепесток». Во время работы котельных установок образуются вредные вещества: SO<sub>2</sub> , NO и NO<sub>2</sub> ,CO, бензаперен. Повышенный спрос более высокими тепловыми характеристиками по сравнению с метаном

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности работы по обслуживанию котлов, работающих на жидком топливе, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по безопасной работе на котельных установках и обучение методам рационального использования топлива и вторичных ресурсов.

Персонал организации, занятый обслуживанием котлов, обязан хорошо знать все системы котельной и уметь производить оперативные действия на оборудовании.

Персонал должен уметь пользоваться режимными картами, знать удельные нормы расхода условного топлива для данного котла. Во время работы котла необходимо периодически проверять отсутствие недожога в топке. Факел не должен иметь коптящих языков и затягиваться в дымогарные трубы 2-го и 3-го ходов котла.

Ознакомление с экологической документацией предприятия по вопросу внесения платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты через централизованные системы водоотведения. Оценка санитарно-защитной зоны предприятия. Выброс продуктов сгорания топлива осуществляется через дымовые трубы высотой 30 м диаметром 1000 мм. Повышенный спрос на природный газ и уголь и их достаточно высокая стоимость в недалеком прошлом привели к необходимости получения альтернативного топлива, так называемого, синтетического природного газа.

Категории работ Пса соответствуют следующие величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (табл. 5.2-5.3):

Данные таблиц 5.2 и 5.3



Таблица 5.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Холодный	Пса (155 – 212)	16,0 – 17,9	21,1 – 23,0	15,0 – 22,0	15 – 65	0,2	0,4
Теплый	Пса (165 – 222)	17,0 – 18,9	22,1 – 27,0	16,0 – 26,0	15 – 65	0,2	0,3

Таблица 5.3 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура поверхностей, °С	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Па (165-222)	20-23	18-22	70-50	0,3
Теплый	Па (155-192)	20-24	19-23	60-40	0,2

При сравнении величин замеренных показателей и допустимых видно, что показатели микроклимата на производственных участках не соответствуют требованиям.

В целях защиты, от возможного работающего перегревания, при температуре воздуха на рабочих местах выше допустимых величин, время пребывания на рабочих местах должно быть ограничено. Время пребывания не должно превышать 3 часов за смену (непрерывно или суммарно за рабочую смену). Меры по нормализации производственного микроклимата должны быть направлены на повышение эффективности аэрации, системы принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха, улучшение теплоизоляции первично нагретого оборудования.

- Работа агрегатов сопровождается постоянным высоко- и низкочастотным шумом. Уровень шума в котельном цехе, находятся в

определенной зависимости от мощности оборудования, вида используемого топлива.

Следовательно, важнейшей задачей является обеспечение экологической безопасности его производственных процессов с целью сохранения окружающей природной среды. Проведение инвентаризации источников выбросов для сохранения оптимального баланса окружающей среды. Сжигание различного вида топлива приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу являются диоксид серы, оксиды и диоксиды азота, оксиды углерода, бенз(а)пирен, пыль, зола и сажа. Взвешенные в воздухе частицы уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие. Сжигание различного вида топлива приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу являются диоксид серы, оксиды и диоксиды азота, оксиды углерода, бенз(а)пирен, пыль, зола и сажа.

Объективно наблюдается удлинение латентного периода рефлексов, изменение дермографизма, лабильность пульса, повышение артериального давления. Отмечается нарушение функции органов дыхания (угнетение дыхания), зрительного анализатора (снижение чувствительности роговицы, уменьшение времени ясного видения, ухудшение цветового зрения), вестибулярного аппарата (головокружение и т.д.), желудочно-кишечного тракта (нарушение моторной и секреторной функции), системы крови, мышечной и эндокринной системы и т.п. Подобный симптомокомплекс, развивающийся в организме под воздействием производственного шума, обозначают как «шумовую болезнь».

Охрана окружающей среды на предприятии определяет ряд мероприятий для снижения уровня загрязнений, вырабатываемых предприятием:

- Проведение инвентаризации источников выбросов для сохранения оптимального баланса окружающей среды;

- Выполнение требований правовых законов, направленных на охранные меры окружающей среды;

- Разработка природоохранных мероприятий;

- Профилактика экологической обстановки путем выделения специально отведенных территорий (зон). В целях улучшения экологической обстановки в город, работники активно участвуют в субботниках, благотворительных акциях и экофестах, организуемых местными органами охраны окружающей среды.

В случае неисправности газопровода газ может поступать в цеха. ПДК в воздухе рабочей зоны: оксид азота –  $8.0 \text{ мг/м}^3$ , оксид углерода –  $10.0 \text{ мг/м}^3$ , диоксид серы –  $11.0 \text{ мг/м}^3$ . [16]

Оксид углерода (СО) – газ, не имеющий цвета и запаха. Поступая в кровь и соединяясь с молекулой гемоглобина, препятствует доставке кислорода к тканям. Маленькие дозы газа отравления не вызывают. Отрицательное влияние оксида углерода на человека проявляется сначала легкими головными болями, одышкой, аритмией. Затем – сильными, пульсирующими болями в висках, приливами жара и гиперемией, приступами тошноты, слабостью в руках, рвотой, обмороками, потерей плода беременными, нарушением координации движения.

При сильном отравлении – галлюцинациями, нарушением мышления и речи, общей слабостью, конвульсиями, слабым пульсом, комой, угнетением дыхания, летальным исходом. Пламя и получаемые в ходе сгорания дымовые газы проходят через жаровую трубу и дымогарные трубы. Сам напорный корпус котла в области этих труб заполнен водой. Вода охлаждает внешнюю сторону жаровой трубы и дымогарных труб, расположенных продольно в корпусе котла. При этом «охлаждении» вода нагревается настолько, что она превращается в пар. Пузырьки пара поднимаются в паровой объём, который находится в верхней части котла. Чтобы жаровая труба и дымогарные трубы во время эксплуатации не перегревались и не были повреждены, они должны быть всегда покрыты водой. Дизельное топливо, атмосферный газойль, мазут, вакуумный газойль и гудрон в технологическом процессе нагреты выше

температуры вспышки. Оксид углерода (СО) – газ, не имеющий цвета и запаха. Поступая в кровь и соединяясь с молекулой гемоглобина, препятствует доставке кислорода к тканям. Маленькие дозы газа отравления не вызывают. Отрицательное влияние оксида углерода на человека проявляется сначала легкими головными болями, одышкой, аритмией.

Затем – сильными, пульсирующими болями в висках, приливами жара и гиперемией, приступами тошноты, слабостью в руках, рвотой, обмороками, потерей плода беременными, нарушением координации движения. При сильном отравлении – галлюцинациями, нарушением мышления и речи, общей слабостью, конвульсиями, слабым пульсом, комой, угнетением дыхания, летальным исходом. Пламя и получаемые в ходе сгорания дымовые газы проходят через жаровую трубу и дымогарные трубы. Сам напорный корпус котла в области этих труб заполнен водой. Вода охлаждает внешнюю сторону жаровой трубы и дымогарных труб, расположенных продольно в корпусе котла. При этом «охлаждении» вода нагревается настолько, что она превращается в пар. Пузырьки пара поднимаются в паровой объём, который находится в верхней части котла. Чтобы жаровая труба и дымогарные трубы во время эксплуатации не перегревались и не были повреждены, они должны быть всегда покрыты водой. Дизельное топливо, атмосферный газойль, мазут, вакуумный газойль и гудрон в технологическом процессе нагреты выше температуры вспышки. Никель попав в организм, образует ряд соединений с высокой степенью дисперсности. Металл обладает раздражающим действием на кожные покровы и слизистые оболочки. цехе имеются паровые котлы «LOOS». Установка ЭЛОУ-АВТ относится к взрывопожароопасному объекту, так как обращающиеся в ней продукты являются легковоспламеняемыми горючими веществами. В результате ее работы образуются загрязняющие вещества такие как никель, сероводород и взвешенные вещества. Основные опасности связаны с:

- наличием большого количества ЛВЖ и ГЖ в аппаратуре и трубопроводах;

- ведением технологического процесса при высоких температурах и давлениях (температура до 3920С, давление до 22 кгс/см<sup>2</sup>);

- наличием оборудования с открытым пламенем (технологические печи), где температура дымовых газов на перевалах достигает 8700С, что значительно превышает температуры воспламенения и самовоспламенения нефтепродуктов при возможной разгерметизации системы и их контакте с воздухом;

- наличием электрооборудования и освещения;

Никель попав в организм, образует ряд соединений с высокой степенью дисперсности. Металл обладает раздражающим действием на кожные покровы и слизистые оболочки.

Установка ЭЛОУ-АВТ относится к взрывопожароопасному объекту, так как обращающиеся в ней продукты являются легковоспламеняемыми горючими веществами. В результате ее работы образуются загрязняющие вещества такие как никель, сероводород и взвешенные вещества.

Основные опасности связаны с:

- наличием большого количества ЛВЖ и ГЖ в аппаратуре и трубопроводах;

- ведением технологического процесса при высоких температурах и давлениях (температура до 392<sup>0</sup>С, давление до 22 кгс/см<sup>2</sup>);

- наличием оборудования с открытым пламенем (технологические печи), где температура дымовых газов на перевалах достигает 870<sup>0</sup>С, что значительно превышает температуры воспламенения и самовоспламенения нефтепродуктов при возможной разгерметизации системы и их контакте с воздухом;

- наличием электрооборудования и освещения;

Является острым раздражителем, а также характеризуется общетоксическим действием. Воздействует в основном на органы дыхательной системы. В зависимости от концентраций наблюдаются различные последствия - от слабого раздражения слизистых оболочек глаз и носа до отека легких. Также может приводить к изменениям состава крови, в частности, способствует уменьшению содержания гемоглобина. [16]

- При сильном отравлении – галлюцинациями, нарушением мышления и речи, общей слабостью, конвульсиями, слабым пульсом, комой, угнетением дыхания, летальным исходом. Пламя и получаемые в ходе сгорания дымовые газы проходят через жаровую трубу и дымогарные трубы. Сам напорный корпус котла в области этих труб заполнен водой. Вода охлаждает внешнюю сторону жаровой трубы и дымогарных труб, расположенных продольно в корпусе котла. При этом «охлаждении» вода нагревается настолько, что она превращается в пар. Пузырьки пара поднимаются в паровой объём, который находится в верхней части котла. Чтобы жаровая труба и дымогарные трубы во время эксплуатации не перегревались и не были повреждены, они должны быть всегда покрыты водой. Дизельное топливо, атмосферный газойль, мазут, вакуумный газойль и гудрон в технологическом процессе нагреты выше температуры вспышки. Никель попав в организм, образует ряд соединений с высокой степенью дисперсности. Металл обладает раздражающим действием на кожные покровы и слизистые оболочки. цехе имеются паровые котлы «LOOS». Установка ЭЛОУ-АВТ относится к взрывопожароопасному объекту, так как обращающиеся в ней продукты являются легковоспламеняемыми горючими веществами.

- В результате ее работы образуются загрязняющие вещества такие как никель, сероводород и взвешенные вещества.

Основные опасности связаны с:

- наличием большого количества ЛВЖ и ГЖ в аппаратуре и трубопроводах;
- ведением технологического процесса при высоких температурах и давлениях (температура до 3920С, давление до 22 кгс/см<sup>2</sup>);
- наличием оборудования с открытым пламенем (технологические печи), где температура дымовых газов на перевалах достигает 8700С, что значительно превышает температуры воспламенения и самовоспламенения нефтепродуктов при возможной разгерметизации системы и их контакте с воздухом;
- наличием электрооборудования и освещения;

Опасным фактором также является возможность возникновения взрыва или пожара. Природный газ взрывоопасен при контакте с окружающим воздухом. Для предупреждения взрыва необходимо исключить образование взрывоопасной среды и возникновение источников инициирования взрыва. К взрывоопасной среде относятся вещества, склонные к взрывному превращению. Природный газ при соединении с кислородом и воздухом образует горючую смесь, которая при наличии источника огня может взорваться с большой силой. То есть следует повышенное внимание уделять герметичности технологического оборудования, обеспечение аварийной и рабочей вентиляции, контроль состава воздушной среды.

## **5.2 Экологическая безопасность**

В типичной электростанции происходит сжигание углеродосодержащего топлива (угля, природного газа и синтез-газа), и под действием этого тепла котле возникает пар, который приводит в движение турбину, связанную с ротором генератора.

*Защита селитебной зоны.* Санитарно-защитная зоны является обязательным элементом любого объекта, который является источником воздействия на среду обитания и здоровье человека. Размер санитарно-защитной зоны предприятия устанавливается в зависимости от класса опасности предприятия по санитарной классификации. Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкуче с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим

изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону. Экологическая безопасность от выбросов в окружающую среду оксидов азота и серы вкупе с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону. Нормирование выбросов (сбросов) установлен 3 класс опасности предприятия с размером СЗЗ 300 метров. (ТЭК и районных котельных тепловой мощностью 180 Гкал и выше, работающие на газовом и газомазутном топливе (последнее – как резервное)). В перечень основных документов, на основании которых разработан проект входит и свод правил и норм предприятия ЯНПЗ. Повышенный спрос на очистные сооружения более высокими тепловыми характеристиками по сравнению с фильтрами.

*Защита атмосферы.* Тепловые электростанции являются основными источниками загрязнения атмосферы. Поступление загрязняющих атмосферный воздух веществ осуществляется вместе с дымовыми газами через дымовую трубу.

Основными загрязнителями, образующихся при сжигании газа, синтез-газа и угля:

- Оксид углерода. Образуется при неполном сгорании углеродистых веществ, при поступлении в организм человека вызывает недостаток кислорода, как следствие, происходят различные нервные нарушения;
- Сернистый ангидрид. Выделяется в процессе сгорания серосодержащего топлива. Попадая в атмосферу способен наносит большой ущерб животному и растительному миру, он разрушает хлорофилл, который имеется в растениях, тем самым повреждает листья и хвою;
- Оксид азота. Образуется при высокотемпературном сжигании путем окисления азота, находящегося в атмосферном воздухе. Он снижает прозрачность атмосферы и способствует образованию смога;
- Диоксид азота. Оказывает сильное раздражающее действие на слизистую оболочку глаз и дыхательные пути



- Зола и твердые частицы. Выделяется только при сжигании угля.

Газообразные выбросы содержат в своем составе большое количество твердых частиц, также оседающих на слизистых оболочках дыхательных путей и тем самым затрудняющих нормальные процессы респирации. Кроме того выбросы в окружающую среду оксидов азота и серы вкупе с соединениями алканового ряда провоцируют формирование парникового эффекта с последующим изменением климата на планете, и совершенно не в лучшую сторону. Нормирование выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду производится путем установления предельно допустимых выбросов этих веществ в атмосферу (ПДВ). Перед допуском к самостоятельной работе оператор должен пройти подготовку по новой должности, которая включает в себя: стажировку, проверку знаний, дублирование, контрольные противоаварийную и противопожарную тренировки. Допуск к самостоятельной работе оформляется распорядительным документом по структурному подразделению. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями"), если нет других более жестких экологических требований или ограничений.

*Защита гидросферы.* Загрязняют окружающую среду и сточные производственные воды, которые содержат нефтепродукты. Эти воды станция сбрасывает после химических промывок оборудования, поверхностей нагрева паровых котлов и систем гидрозолаудаления.

Объемы производственных сточных вод не зависят от мощности ТЭЖ и типа установленного оборудования, однако если на станции используется жидкое топливо, объемы сбросов производственных вод несколько выше. Их количество также зависит от качества монтажа оборудования электростанции и условий его эксплуатации.

Усовершенствование конструкции оборудования электростанций, неукоснительное соблюдение норм его эксплуатации позволяют снизить до минимума количество нефтепродуктов, поступающих в сточные воды, а применение ловушек и нефтеотстойников практически исключает попадание во

внешнюю среду, но только при условии полной технической исправности оборудования.

#### *Защита литосферы.*

Для ТЭК характерны следующие отходы:

- Взвешенные частицы выходящие через отвод уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие, вызывает изменения состава крови, оксид азота представляет опасность для экологической ситуации, способен вызывать кислотные дожди. Оксид углерода не имеет запаха, вызывает отравление и может привести к летальному исходу, содержащий нефтепродукты, лом и стружка черных и цветных металлов, лом абразивных изделий, огарки сварочных электродов, отработанные аккумуляторы, отработанные электролиты аккумуляторных батарей, шины с тканевым и металлическим кордом, пыль абразивно-металлическая, древесные стружки и опилки, кусковые отходы древесины, ветошь промасленная, макулатура, бой стекла, паронит, отходы теплоизоляции, отработанные растворители, шлам от зачистки оборудования, жестяные банки из-под краски, отработанные растворители, отработанные щелочные растворы, отработанные масляные фильтры, конденсат, содержащий нефтепродукты, отходы огнеупоров, промышленный мусор;
- Потребления – отработанные люминесцентные лампы, бытовые отходы, пищевые отходы, медицинские отходы. Взвешенные частицы выходящие через отвод уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие, вызывает изменения состава крови, оксид азота представляет опасность для экологической ситуации, способен вызывать кислотные дожди. Оксид углерода не имеет запаха, вызывает отравление и может привести к летальному исходу.

Повышенный спрос более высокими тепловыми характеристиками по сравнению с метаном. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. К работе по обслуживанию котлов, работающих на жидком топливе, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по безопасной работе на котельных установках и обучение методам рационального использования топлива и вторичных ресурсов.

Персонал организации, занятый обслуживанием котлов, обязан хорошо знать все системы котельной и уметь производить оперативные действия на оборудовании. Персонал должен уметь пользоваться режимными картами, знать удельные нормы расхода условного топлива для данного котла.

*Мероприятия по снижению количества и степени опасности отходов.*

Ряд отходов используется непосредственно на ТЭЖ: под засыпку территории (например, отходы обмуровок, промышленный мусор, стружки, опилки, шлам нейтрализации, зола); сжигание совместно с мазутом или углем в топках котлоагрегатов (отработанные масла, ветошь промасленная, макулатура, не принимаемая специализированными; сжигание в топках специальных печей (древесные отходы, макулатура, ветошь промасленная, шины); использование на нужды населения (древесные отходы, макулатура, шины). Следует отметить, что сжигание отработанных масел, подлежащих регенерации, как метод их утилизации (в виде тепловой энергии) нельзя признать перспективным. Для снижения количества отработанных масел целесообразно предусматривать увеличение степени загрузки или мощности действующих регенеративных установок, или разработку новых технологий регенерации.

### **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения – электроэнергетических, канализационных системах, водопроводных и тепловых сетях редко сопровождаются гибелью людей, однако они создают существенные трудности жизнедеятельности, особенно в холодное время года.

Аварии на электроэнергетических системах могут привести к долговременным перерывам электроснабжения потребителей, обширных территорий, нарушению графиков движения общественного электротранспорта, поражению людей электрическим током.

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары и взрыв газопровода.

Во время аварии выключаются осветительные приборы, не работают лифты, светофоры, метро (либо не работает, либо работает, но частично). В цехе имеются паровые котлы «LOOS» UNIVERSAL, тип UL-SX, производительностью 14 т/ч каждый, в количестве 3 штук и водогрейные котлы «LOOS» UNIMAT, тип UT-M, производства фирмы «LoosDeutschlandGmbH», номинальной мощностью 14000 кВт каждый, в количестве 2 штук.

К предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций следует отнести исключение человеческого фактора. Например, неправильно натянутые провода; своевременный ремонт опоры ЛЭП; соблюдение мер безопасности при работе рядом с ЛЭП; неквалифицированный обслуживающий персонал.

*Порядок действий в результате возникновения ЧС:*

- 1) Обесточить источник тока, если отсутствует автоматическое отключение в результате падения напряжения в сети;
- 2) Исключить доступ населения к месту аварии;
- 3) Оповестить население о случившемся;
- 4) Произвести осмотр места обрыва ЛЭП на предмет наличия пострадавших/погибших;
- 5) Произвести осмотр места на наличие поврежденных сооружений;
- 6) Произвести восстановление оборванной ЛЭП.

К мерам ликвидации последствий ЧС относят в первую очередь незамедлительное восстановление электроснабжения на жизненно важных объектах.

## **5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

К работе по обслуживанию котлов, работающих на жидком топливе, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение по безопасной работе на котельных установках и обучение методам рационального использования топлива и вторичных ресурсов.

Персонал организации, занятый обслуживанием котлов, обязан хорошо знать все системы котельной и уметь производить оперативные действия на оборудовании.

Персонал должен уметь пользоваться режимными картами, знать удельные нормы расхода условного топлива для данного котла.

Во время работы котла необходимо периодически проверять отсутствие недожога в топке. Факел не должен иметь коптящих языков и затягиваться в дымогарные трубы 2-го и 3-го ходов котла.

Нельзя допускать присосов неорганизованного воздуха в топку котла и газоход.

Для обеспечения безаварийной и непрерывной работы систем автоматики и КИП котельной необходимо заключить договор со специализированной организацией эксплуатирующей котельное оборудование.

На предприятии необходимо систематически наблюдать, чтобы подводящие импульсные и соединительные линии были герметичны, не засорялись и соответствовали требованиям правил и норм эксплуатации оборудования; проверять надежность сочленения тяг исполнительных механизмов.

Не реже одного раза в месяц необходимо проверить состояние контактов реле, чистить их и проверять срабатывание автоматики безопасности по всем параметрам с записью в журнале по эксплуатации автоматики и КИП котельной.

Включается автоматика безопасности в работу после вывода котла на рабочий режим.

Нельзя допускать падение давления в топке котла.

Для правильной эксплуатации водоподготовительной установки необходимо

- Разводить химические растворы (ингибитор, гипохлорит, марганцовку) не в реакгентных баках, а в отдельных канистрах.

- Проводить 3 раза в сутки анализ пермеата, каждой ступени обратного осмоса, на общую жесткость не должно превышать 0,08мг\*экв/литр.

- Перепад давления на входе в мембраны и на выходе из мембраны не должен превышать 4атм, в противном случае произвести реакгентную промывку (согласно инструкции).

- Под системой противопожарного водоснабжения подразумевается весь комплекс оборудования, обеспечивающий подачу воды на пожаротушение в необходимом объеме. Водоснабжение установки противопожарной водой предусмотрено от сетей завода. Для этих целей предусматривается строительство противопожарной насосной станции.

- Производить замену мембранных элементов системы обратного осмоса, в количестве 10 штук на одну секцию, один раз в год.

- Во время работы системы обратного осмоса отслеживать параметры расхода: концентрат – 4 м<sup>3</sup>/час (65 л/мин), рецикл - 3 м<sup>3</sup>/час (50 л/мин), пермеат – 12 м<sup>3</sup>/час (200 л/мин). Все взвешенные в воздухе частицы уменьшают видимость, проникают в дыхательные пути человека, оказывают вредное воздействие на его здоровье. Диоксид азота воздействует в основном на дыхательные пути и легкие. Сжигание различного вида топлива приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу являются диоксид серы, оксиды и диоксиды азота, оксиды углерода, бенз(а)пирен, пыль, зола и сажа.

- Защита персонала от термических ожогов обеспечивается теплоизоляцией оборудования и трубопроводов. Поэтому необходимы средства индивидуальной защиты.

Для обеспечения безопасности персонала, обслуживающего электрооборудование, предусмотрено защитное заземление оборудования, коммуникаций и металлических конструкций установки, исключющее

случайные электротравмы и опасные проявления статического электричества. В электропомещениях предусмотрены средства защиты от поражения электрическим током (резиновые коврики, перчатки, штанги и др.). Для защиты от пыли персонал в соответствии с отраслевыми нормами обеспечивается специальной одеждой, специальной обувью, а также рукавицами, резиновыми перчатками, защитными очками, средствами индивидуальной защиты органов дыхания (противогазы и респираторы). Для защиты от пыли применяются респираторы типа «Лепесток». Во время работы котельных установок образуются вредные вещества :  $SO_2$  , NO и  $NO_2$  ,CO, бензаперен.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных видов негативного воздействия предприятий энергетики на окружающую среду.

В ходе проделанного исследования были рассчитаны выбросы загрязняющих веществ, которые образуются при сжигании природного газа, угля и синтез-газа в существующих котлах Яйского НПЗ. Также был проведен расчет рассеивания и анализ полей концентраций выбрасываемых веществ. На основании проведенных расчетов реализована оценка воздействия выбрасываемых загрязняющих веществ на атмосферу и проанализирована экологическая эффективность использования синтез-газа в качестве основного топлива. Для уменьшения выбросов от котельной предлагается установить двухступенчатую горелку для котлов работающих на газе. Это специальное оборудование, которое производит подготовку горючего к сжиганию и подачу его в камеру сгорания, где струя газозооушной смеси воспламеняется и выделяет тепло. Данная двухступенчатая горелка позволит снизить расход газа на 25% и уменьшить выбросы.



## Список используемых источников

1. Отрасли промышленности. Электроэнергетика. // URL: [http://promyshlennosts.ru/prom\\_kat/elektroenergetika.html](http://promyshlennosts.ru/prom_kat/elektroenergetika.html);
2. Электротехнический портал. Энергетический комплекс РФ. Электроэнергетическое хозяйство России. // URL: <http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/energo-komleks-rf/116-electro-hozaystvo-rossii.html>;
3. Основные и нетрадиционные способы получения электроэнергии. // URL: <http://ref.by/refs/81/26680/1.html>;
4. Моя библиотека. Недостатки природного газа. // URL: <http://mybiblioteka.su/4-131689.html>;
5. Баклашов, Н.И. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды [Текст]: учебник для ВУЗов/ Н.Ж. Китаева; Б.Д. Терехов, -Москва: Радио и связь - Москва, 2009. - 288 с.
6. В.А.Маляренко. Сжигание органических топлив и эколого-химическая безопасность./ В.А. Маляренко, П.М. Канило//Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – №11 – с. 30–37;
7. Т.М. Богачева. Перспективы повышения экологичности угольных ТЭС./Т.М. Богачева, З.Г. Ярмуш.//Экология и промышленность России. – 2013.– с. 57–60;
8. Э.А. Караханов. Синтез-газ как альтернатива нефти. I. Процесс Фишера-Тропша. // Химия. – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. – 2007. // URL: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/282.html> ;
9. Экологический портал. Характеристика загрязняющих атмосферу веществ и классификация источников загрязнения. // URL: <http://portaleco.ru/ekologija-goroda/harakteristika-zagrjaznjajushchih-atmosferu-veshchestv-i-klassifikacija-istochnikov-zagrjaznenija.html>;

10. Основы промышленной экологии. Каковы основные методы очистки отходящих газов от оксидов азота и их физико-химическое обоснование. // URL: <http://all-ecology.ru/index.php?request=full&id=114>;
11. Студопедия. Теплоэнергетика и ее воздействие на природную среду. // URL: <http://studopedia.org/3-75126.html>;
12. Федеральный закон от 10.01.2008 № 9-ФЗ «Об охране окружающей среды» п. 2 ст. 19;
13. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»;
14. Справочник эколога. Нормативы выбросов в атмосферный воздух, процедура нормирования и разрешение на выброс. // URL: [http://www.profiz.ru/eco/3\\_2013/normativi\\_vibrosov/](http://www.profiz.ru/eco/3_2013/normativi_vibrosov/);
15. Центр экологической информации. Центр экологического образования. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (проект ПДВ). // URL: [http://centreco.ru/projects\\_pdv\\_normir.php](http://centreco.ru/projects_pdv_normir.php);
16. Графкина, М. В. Экология и экологическая безопасность [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М. В. Графкина, В.А. Михайлов, К.С Иванов. – Москва: Форум, 2009. – 320 с.
17. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Экологический портал Санкт-Петербурга. – 2005-2016. // URL: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=58>
18. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 20 гкал/ час. Государственный комитет российской федерации по охране окружающей среды. - 2000// URL: [http://www.rosteplo.ru/Npb\\_files/npb\\_shablon.php?id=1565](http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=1565)