

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка программы мероприятий по внедрению наилучших доступных технологий на примере теплоэнергетики

УДК 502.3:504. 5:621.311.22:628.52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ61	Макрушина Мария Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Е.В.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков А.Г.	К.И.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов В.А.	д.ф.-м.н.		

**Результаты освоения образовательной программы по направлению
20.04.01 Техносферная безопасность**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
Р1	<i>Использовать на основе глубоких и принципиальных знаний необходимое оборудование, инструменты, технологии, методы и средства обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений</i>	Требования ФГОС (ПК-3–7; ОПК-1–3, 5; ОК-4–6) ¹ , Критерий 5 АИОР ² (пп.5.2.1, 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р2	Проводить <i>инновационные</i> инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с применением <i>глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов</i> в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения.	Требования ФГОС (ПК-8–13; ОПК-1–3, 5; ОК-4, 9, 10, 11, 12), критерии АИОР Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.2, 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р3	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности	Требования ФГОС (ПК-4, 6, 14–18; ОПК-1–5; ОК-1, 7, 8), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5, 5.3.1–2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р4	Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития	Требования ФГОС (ПК-2, 19, 21, 22; ОПК-1–5;

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 20.04.01 – Техносферная безопасность).

² Критерии АИОР (Ассоциации инженерного образования России) согласованы с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

	ситуации на основе его результатов с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i> знаний, аналитических методов и <i>сложных</i> моделей в условиях <i>неопределенности</i> , анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности	ОК-2), Критерий 5 АИОР (п.5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р5	Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	Требования ФГОС (ПК-20, 23–25; ОПК-1–3, 5), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Общекультурные компетенции</i>		
Р6	Работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов <i>инновационной</i> инженерной деятельности <i>с использованием иностранного языка</i>	Требования ФГОС (ОК-5, 6, 10–12; ОПК-3), Критерий 5 АИОР (п.5.3.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р7	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве <i>руководителя группы</i> с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам, понимать необходимость и уметь <i>самостоятельно учиться</i> и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1-3, 5, 8, 11, 12, ОПК 1-4, ПК-18) Критерий 5 АИОР (пп.5.3.3–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.04.01 Техносферная безопасность
_____ В.А. Перминов
05.02.2018 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ61	Макрушина Мария Александровна

Тема работы:

Разработка программы мероприятий по внедрению наилучших доступных технологий на примере теплоэнергетики

Утверждена приказом директора (дата, номер)

05.04.18. № 2373/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

04.06.2018 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования – АО «Томская генерация» ТЭЦ-1, промышленная площадка № 1 Производительность установленная тепловая мощность котельной - 896 Гкал/час Вид топлива: газ, запасной мазут; Основным сооружением на промплощадке №1 является пиково-резервная котельная (ПРК) которую используют для догрева теплофикационной воды и выработка электроэнергии;
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение 1. Теоретическая часть 2. Практическая часть 3. Результаты и обсуждения 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность Заключение

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент ОСГН ШБИП Данков Артем Георгиевич, к.и.н.
«Социальная ответственность»	Доцент ОКД ИШНКБ Амелькович Юлия Александровна, к.т.н.
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Старший преподаватель ОИЯ ШБИП ТПУ Демьяненко Наталья Владимировна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Теоретическая часть	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Ларионова Е.В.	к.х.н.		05.02.2018 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ61	Макрушина Мария Александровна		05.02.2018 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавр
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.02.2018 г.	Сбор сведений и проведение анализа для разработки раздела «Теоретическая часть»	20
26.03.2018 г.	Разработка раздела «Теоретическая часть»	10
09.04.2018 г.	Сбор сведений и разработка раздела «Практическая часть»	25
23.04.2018 г.	Разработка раздела магистерской диссертации на иностранном языке	15
07.05.2018 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
25.05.2018 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Ларионова Е.В.	к.х.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов В.А.	д.ф.-м.н., професор		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ61	Макрушина Мария Александровна

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</i>	<i>Разработка технического задания и выбор направления исследований.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований.</i>	<i>Теоретические исследования.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.</i>	<i>Обобщение и оценка результатов, оформление отчета по НИР.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.02.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Данков А. Г.	к.и.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ61	Макрушина Мария Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ61	Макрушина Мария Александровна

Институт	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования	Объектом исследования является процесс эксплуатации промышленной площадки № 1 ТЭЦ-1 АО «Томская генерация»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	Опасные факторы и меры по защите от них на Томской ТЭЦ-1; Вредные и опасные факторы при работе на персональных электронно-вычислительных машинах административно-технического персонала Томской ТЭЦ-1; Физически вредные и опасные факторы; Химически вредные и опасные факторы; Охрана труда в АО «Томская генерация»; Кадровая политика в АО «Томская генерация».
2. Экологическая безопасность:	Анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); Анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); Анализ воздействия объекта на литосферы (отходы).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС при эксплуатации объекта исследования; Мероприятия для снижения риска возникновения ЧС.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования) правовые нормы трудового законодательства.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.02.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю. А.	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ61	Макрушина Мария Александровна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 131 страницу, 8 рисунков, 31 таблицу, 37 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: экология, энергетика, тепловая энергетика, комплексные экологические разрешения, АО «Томская генерация».

Объектом исследования является предприятие АО «Томская генерация».

Цель работы – выполнить разработку программы мероприятий по внедрению наилучших доступных технологий провести анализ внедрения и разработки организации системы экологического на предприятии АО «Томская генерация».

В процессе исследования проводился анализ состояния основного технического оборудования АО «Томская генерация».

В результате исследования были даны рекомендации по стадиям разработки и внедрения наилучших доступных технологий в процессах производства тепловой энергии на АО «Томская генерация».

Область применения: предприятия теплоэнергетической отрасли промышленности, такие как АО «Томская генерация».

Экономическая эффективность/значимость работы: результаты исследования могут учитываться сотрудниками предприятия АО АО «Томская генерация», который находится в городе Томске, при разработке программы мероприятий по внедрению наилучших доступных технологий.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	17
1. Теоретическая часть	20
1.1. Методы, используемые в теплоэнергетике для снижения воздействия на атмосферный воздух	22
1.2. Наилучшие доступные технологии в Российской Федерации	29
1.2.1. Основная законодательная база	29
1.2.2. Этапы перехода к принципам наилучших доступных технологий и некоторые нормы законодательства	31
2. Практическая часть	37
2.1. Общая характеристика предприятия	37
2.1.1. Экологический контроль на предприятии ТЭЦ-1 АО «Томская генерация» «ИНТЕР РАО»	41
2.2. Производство энергии при сжигании газообразных топлив	47
2.2.1. Описание технологических процессов	47
2.2.2. Уровни эмиссии в окружающую среду	52
2.2.3. Обязательные рекомендации по определению НДТ по снижению выбросов при сжигании газообразного топлива	53
2.2.4. Экономические аспекты реализации НДТ	54
2.2.5. Перечень технологических показателей	56
2.2.6. Характеристика используемого оборудования на Томской ТЭЦ-1	59
2.3. Анализ соответствия оборудования Томской ТЭЦ-1 рекомендуемым технологическим критериям наилучших доступных технологий	61
3. Результаты и обсуждения	65
3.1. Результаты анализа	65
3.2. Автоматизированный контроль качества атмосферного воздуха на предприятиях теплоэнергетики	69
3.3.1. Выбор параметров для включения в программы ПЭК	72
3.3.2. Выбор временных характеристик ПЭК	76
3.3.3. Выбор метода измерения и пробоотбора	83
3.3.4. Метрологическое обеспечение анализа	84
3.4. Экономическая эффективность методов подавления NO_x	85
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	88
4.1. Предпроектный анализ	88
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	88

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	89
4.1.3. FAST-анализ.....	91
4.2. Бюджет научного исследования.....	101
4.2.1. Основная заработная плата	101
4.2.2. Дополнительная заработная плата научно- производственного персонала ..	103
4.2.3. Отчисления на социальные нужды	103
4.2.4. Накладные расходы.....	104
5. Социальная ответственность	105
5.1. Профессиональная социальная безопасность.....	105
5.1.1. Опасные факторы при эксплуатации Томской ТЭЦ-1 и меры по защите	106
5.1.2. Вредные факторы при эксплуатации Томской ТЭЦ-1 и меры по защите	107
5.1.3. Вредные и опасные факторы при работе на персональных электронно-вычислительных машинах административно-технического персонала Томской ТЭЦ-1	107
5.2. Экологическая безопасность	109
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	111
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	113
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	115
Список публикаций магистранта	120
Приложение А	121
Приложение Б.....	130

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире многие прогнозируют рост потребления энергетических ресурсов. По данным «мирового энергетического совета» (world energy council) в журнале «World Energy Perspective» были изложены прогнозы использования различных видов энергетических ресурсов с 2013 по 2030 г. Мировое производство всех видов энергетических ресурсов будет неуклонно расти, а соответственно возрастут темпы промышленного производства во всем мире и в России[1].

Важнейшими последствиями стремительного развития производительных сил являются рост загрязнения окружающей среды, которое становится опасным для здоровья и существования человечества. В связи с этим, в России с 2014 г. был введен ряд новых требований, которые связаны с введением стандартов «наилучших доступных технологий» и предполагают введение мер по улучшению экологической обстановки в регионах страны.

В Российской Федерации основой законодательства в области «наилучших доступных технологий» является Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (изменения которые были внесены от 21.07.2014) в нем содержится целостный комплекс требований, норм, соблюдение которых призвано обеспечить экологически чистую окружающую среду[2].

В связи с этим остро встает вопрос о контроле деятельности промышленных предприятий по производству тепловой энергии и ограничении вредного (загрязняющего) воздействия на окружающую среду. На территории Российской Федерации такими законодательными ограничивающими требованиями является введение «наилучших доступных технологий» для достижения ведения промышленными предприятиями хозяйственно-нейтральной деятельности по отношению к окружающей среде.

Объектом исследования является эксплуатация промышленной площадки № 1 Томской ТЭЦ-1.

Целью магистерской диссертации является разработка общей программы внедрения наилучших доступных технологий теплоэнергетических предприятий на примере АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленная площадка № 1.

Исходя из цели, задачами данной работы являются:

1) Провести анализ литературных источников в области теплоэнергетики и становления законодательства НДТ в РФ и мировой практике;

2) Провести анализ соответствия основного технического оборудования ТЭЦ-1 критериям «наилучшие доступные технологии» в теплоэнергетической отрасли;

3) Составить рекомендации по достижению соответствия производства АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленная площадка № 1 критериям «наилучшие доступные технологии» в области очистки выбросов в атмосферный воздух;

4) Составить рекомендации по достижению соответствия производства АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленная площадка № 1 критериям «наилучшие доступные технологии» в области производственного экологического мониторинга выбросов загрязняющих веществ.

Новизна и практическая значимость: в Российской Федерации в настоящий момент происходит становление законодательства в области наилучших доступных технологий. Для предприятий энергетической отрасли промышленности был разработан и издан информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям "Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии", в соответствии с которым, можно определить, насколько производство энергии соответствует будущему российскому экологическому законодательству. В работе был проведен анализ основного технического оборудования Томской ТЭЦ-1 на предмет соответствия требованиям будущего формируемого законодательства в области наилучших доступных технологий. Были составлены рекомендации по достижению

производства обязательным требованиям законодательств для предприятий I категории опасности для окружающей среды. На основании проделанной работы предложена общая схема по внедрению наилучших доступных технологий на производствах энергии.

1. Теоретическая часть

При производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях в атмосферный воздух выбрасывается более 17 000 тыс. т/год загрязняющих веществ, из которых только 75,6 % подвергаются очистке. На рисунке 1 представлен общий объем выбросов загрязняющих веществ в Российской Федерации в 2014 году.

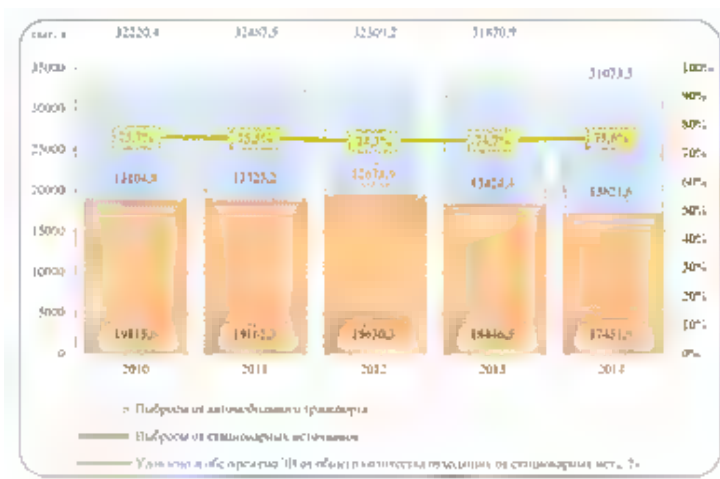


Рисунок 1 – Общий объем выбросов загрязняющих веществ в Российской Федерации

По объемам выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников на первом месте располагаются обрабатывающие производства (третья часть суммарного объема по России) – за счет металлургического производства. Другой крупный блок источников загрязнения атмосферного воздуха образуют предприятия по добыче полезных ископаемых (27,2 %), в первую очередь предприятия, занимающиеся добычей сырой нефти и нефтяного (попутного) газа. Значительные объемы выбросов в атмосферу характерны для предприятий топливно-энергетического комплекса, связанных с производством, передачей и распределением электроэнергии, а также с транспортированием по трубопроводам газа и продуктов его переработки. На рисунке 2 представлены соотношения объема выбросов от стационарных источников по видам экономической деятельности.

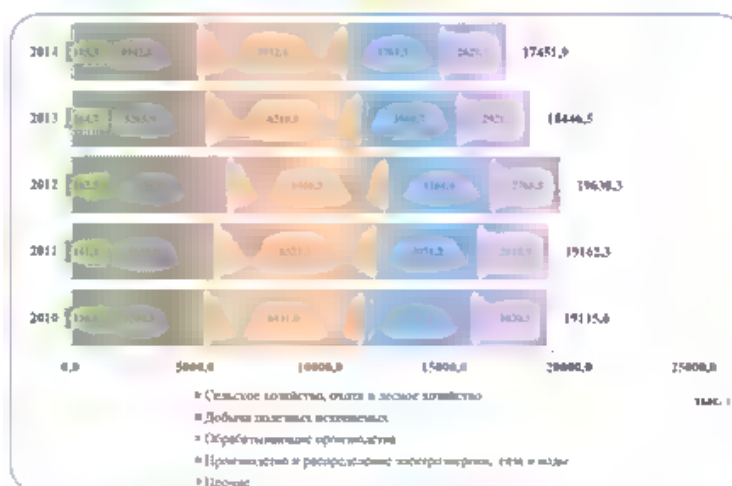


Рисунок 2 – Соотношения объема выбросов от стационарных источников по видам экономической деятельности

На рисунке 3 представлено количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на единицу площади в 2014 году[3]

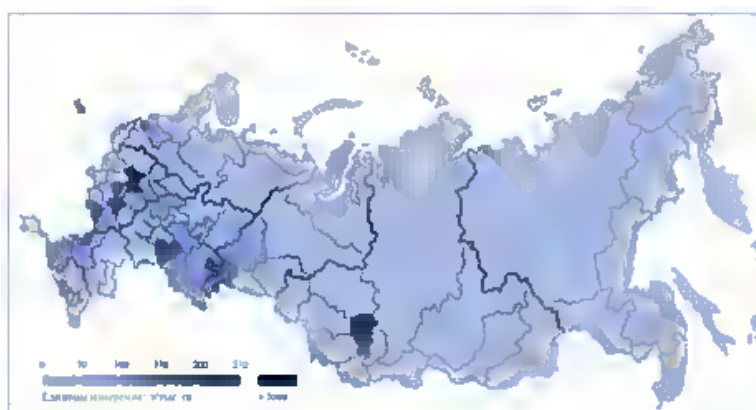


Рисунок 3 – Количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на единицу площади в 2014 году

Из выше представленной информации видим, что энергетическая отрасль производства занимает значительное место в общем объеме выбросов в атмосферный воздух[3].

Однако можно сказать, что такая ситуация в России может объясняться:

- Отсутствием газового топлива на производствах (использование природного угля или мазута) на большинстве объектах производств (в том числе тепловой и электроэнергетики);
- большой площадью территории, какого либо субъекта Федерации

- сосредоточением большого количества постоянно проживающих на территории какого-либо субъекта Федерации, и как следствие большое количество различных производств товаров и услуг;
- нахождением специфических «грязных» производств в местах добычи и переработки полезных ископаемых.

В магистерской работе был выполнен литературный обзор по влиянию тепловой энергетики на окружающую среду в Российской Федерации и в основных промышленно развитых странах (приложение А).

1.1. Методы, используемые в теплоэнергетике для снижения воздействия на атмосферный воздух

В настоящее время во время производства тепловой энергии в России используются множество различных методов для снижения воздействия на окружающую среду.

Среди всех методов можно выделить:

- различные методы очистки отходящих газов от загрязняющих веществ;
- методы, направленные на использование определенных видов топлива, а так же их комбинаций при различных условиях;
- различные управленческие методы регулирования процессов горения топлива.

Далее рассмотрим методы очистки отходящих газов от загрязняющих веществ, используемых при производстве тепловой энергии в Российской Федерации.

На основании опроса проводимого в рамках составления справочников НДТ об использовании различных методов очистки, респондентами которого стали 63 крупнейших предприятия России, известно какие методы очистки предпочитают использовать производители на своих производствах. На

рисунке 4 представлены методы газоочистки, используемые крупнейшими производителями тепловой энергии на своих производствах[3].

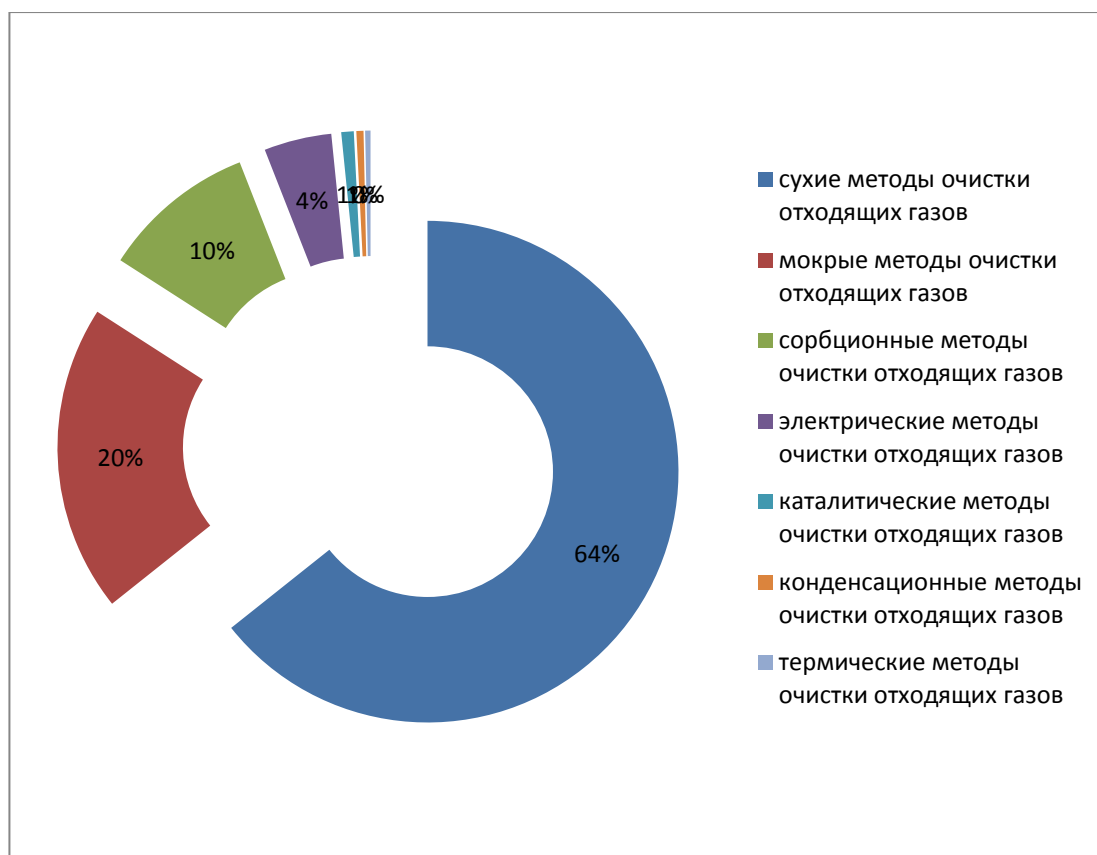


Рисунок 4 – Методы газоочистки, используемые 63 крупнейшими предприятиями России

На основании данных об использовании различных методов очистки отходящих газов от загрязняющих веществ, можно сделать вывод о том, что сухие методы являются наиболее часто применяемыми на территории России. К сухим методам относят такие методы, как очистка под действием центробежных сил (циклон), фильтрация, туманоуловители, электрофильтрация.

Общие методы, используемые для очистки выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух на предприятиях энергетического комплекса представлены в таблицах 1,2 и 3.

Подходы к выбору методов очистки выбросов вредных ЗВ в атмосферный воздух в зависимости от наличия вредных загрязняющих веществ описаны в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 – Технологии обработки отходящих газов в зависимости от наличия вредных загрязняющих веществ[3]

Принцип действия	Технология	Вредные (загрязняющие) вещества, подлежащие удалению										
		Сухая пыль	Мокрая пыль	Туманы/аэрозоли	ЛОС	SO ₂ (330)	H ₂ S (333)	NO _x (301, 304)	NH ₃ (303)	HCl (316)/HF (342)	Тяжелые металлы	Диоксиды (3620)
Гравитационная сепарация	Осадительная камера/ гравитационный сепаратор	◆	◆	+								
	Циклоны	◆	◆									
Промывание	Скрубберы	◆	◆		+	+	+		+	+		
	Скруббер с разбрызгивающим устройством	◆	◆		+	+	+		+	+		
	Скруббер Вентури	◆	◆		+	+	+		+	+		
Фильтрация	Сухой электрофильтр	◆										
	Мокрый электрофильтр	◆	◆									
	Тканевый фильтр	◆										
	Керамический и металлический фильтр	◆				+		+		+		
	Каталитическая фильтрация	◆			+					+		◆
	Двухступенчатый фильтр пыли	◆										
	Фильтры абсолютной чистки (HEPA)	◆									◆	
	Высокоэффективный воздушный фильтр (HEAF)			◆								
	Противотуманный фильтр		◆	◆								
Конденсация	Конденсационный аппарат				◆				◆			
	Криогенная конденсация				◆							
Адсорбция	Адсорбция (общая)				◆							◆
	Адсорбция (активированный уголь)				◆		◆				◆	◆
	Адсорбция				◆				◆			

«+» – первичная цель технологии не заключается в удалении конкретного специфического вредного (загрязняющего) вещества, но эти вещества также удаляются при использовании технологии.

Таблица 2 – подходы к выбору методов очистки выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в зависимости от наличия вредных (загрязняющих) веществ [3]

Технологический подход	Твердые загрязняющие вещества	Жидкие загрязняющие вещества	Неорганические взвешенные частицы	Органические взвешенные частицы	Неорганические газообразные или паровые компоненты	Органические газообразные или паровые компоненты	Запах (дурнопахнущие вещества)
Технологические подходы к извлечению и удалению летучих органических и неорганических соединений							
Мембранное разделение (ПО)						X	
Конденсация (ПО)					(X)	X	
Криогенная конденсация (ПО, ЗО)					(X)	X	(X)
Адсорбция (ЗО, ТО)					X	X	X
Мокрый скруббер для газоочистки (ЗО)	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X
Мокрый скруббер для газоочистки (щелочной) (ЗО)	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X
Мокрый скруббер для газоочистки (окисление в щелочной среде) (ЗО)	(X)	(X)	(X)	(X)			X
Мокрый скруббер для газоочистки (кислотный) (ЗО)	(X)	(X)	(X)	(X)	X	X	X
Удаление летучих органических и неорганических соединений							
Биологическая фильтрация (ЗО)					X	X	X
Биологическая промывка (ЗО)					X	X	X
Биологическая обработка в реакторе с орошаемым слоем (ЗО)					X	X	X
Капельный фильтр с подвижным орошаемым слоем (ЗО)					X	X	X
Окисление при повышенной температуре (ЗО)				X		X	X
Каталитическое окисление (ЗО)						X	X
Ионизация (ЗО)						X	X
Фотоокисление/окисление в ультрафиолетовом свете (ЗО)						X	X
Извлечение и удаление взвешенных частиц							
Отстойная камера/гравитационный сепаратор (ЗО)	X	X	X	X			
Центробежный сепаратор (ПО)	X	X	X	X			
Электростатический пылеуловитель (ЗО)	X	X	X	X	(X)	(X)	
Мокрый скруббер для удаления пыли (ЗО)	X	X	X	X			
Тканевый фильтр (ЗО)	X		X	X			
Керамический и металлический фильтр (ЗО)	X		X	X			
Каталитический фильтр (ЗО)	X	X	X	X		X	
Двухступенчатый пылевой фильтр (ТО)	X		X	X			
Абсолютный (HEPA) фильтр (ТО)	X		X	X			

Воздушный фильтр тонкой очистки (HEAF) (ТО)		X					
Фильтр-туманоуловитель (ПО, ТО) V.		X			(X)		
Извлечение и удаление неорганических соединений							
Введение сухой щелочи (ЗО)					X		
Введение полусухой щелочи (ЗО)					X		
Введение мокрой извести (ЗО)					X		
Селективное некаталитическое восстановление (ЗО)					X		
Селективное каталитическое восстановление (ЗО)					X	(X)	
Неизбирательное каталитическое восстановление (ЗО)					X		
Мокрый скруббер для удаления NO _x (ЗО)					X		
Факельное сжигание							
Факельное сжигание (ЗО)						X	X
«ПО» – подход в основном применяется при предварительной обработке. «X» – основное применение подхода. «(X)» – дополнительное применение подхода. «ЗО» – подход используется в качестве завершающего метода обработки. «ТО» – подход в основном используется в качестве метода тонкой очистки после применения стандартного метода.							

Подходы к выбору методов очистки выбросов вредных ЗВ в атмосферный воздух в зависимости от скорости потока отходящих газов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Подходы к выбору методов очистки выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в зависимости от скорости потока отходящих газов

Технологический подход	100 (норм. м ³ /ч)	1000 (норм. м ³ /ч)	10 000 (норм. м ³ /ч)	100 000 (норм. м ³ /ч)
Технологические подходы к извлечению и удалению летучих органических и неорганических соединений				
Мембранное разделение				
Конденсация	X	X	XX	X
Криогенная конденсация	X	X		
Адсорбция	X	XX	XX	X
Мокрый скруббер для газоочистки (вода)	X	X	XX	XX
Мокрый скруббер для газоочистки (щелочь)	X	X	XX	XX
Мокрый скруббер для газоочистки (окисление в щелочной среде)	X	X	XX	X
Мокрый скруббер для газоочистки (кислота)	X	X	XX	XX
Удаление летучих органических и неорганических соединений				
Биологическая фильтрация	X	XX	XX	XX
Биологическая промывка	X	X	X	X
Биологическая обработка в	X	X	X	X

реакторе с орошаемым слоем				
Капельный фильтр с подвижным орошаемым слоем		X	X	
Окисление при повышенной температуре		X	XX	
Каталитическое окисление		X	XX	
Ионизация	X	X	X	X
Фотоокисление/окисление в ультрафиолетовом свете		X	X	
Извлечение и удаление взвешенных частиц				
Отстойная камера/гравитационный сепаратор	X	X	XX	XX
Центробежный сепаратор	X	XX	XX	X
Электростатический пылеуловитель (одноступенчатый)			X	X
Мокрый скруббер для удаления пыли		X	XX	XX
Тканевый фильтр	X	X	XX	XX
Керамический фильтр		XX	X	X
Металлический фильтр	НИ			
Каталитический фильтр	X	X	X	
Двухступенчатый пылевой фильтр		X	X	
Абсолютный (HEPA) фильтр	X	X		
Воздушный фильтр тонкой очистки (HEAF)	XX	XX	X	
Фильтр тумана		X	XX	XX
Извлечение и удаление неорганических соединений				
Введение сухой щелочи			XX	X
Введение полусухой щелочи			X	XX
Введение мокрой извести		X	X	X
Селективное некаталитическое восстановление	X	X	X	X
Селективное каталитическое восстановление		X	XX	XX
Неизбирательное каталитическое восстановление			X	
Мокрый скруббер для удаления NO _x			X	
Факельное сжигание				
Факельное сжигание	X	X	X	X
«X» – технологический подход применяется. «XX» – технологический подход широко применяется. «НИ» – дополнительная информация отсутствует.				

Физико-химические методы очистки выбросов (вредных) загрязняющих веществ в атмосферный воздух описаны во многих источниках литературы, монографиях известных исследователей[4],[5],[6][7].

1.2. Наилучшие доступные технологии в Российской Федерации

Официальное определение «наилучшая доступная технология» впервые в Российской Федерации, дает ФЗ № 219 «Об охране окружающей среды». Наилучшая доступная технология – технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев, для достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения[2].

Переход к концепции НДТ связан с отсутствием координации между уполномоченными органами в области защиты окружающей среды, и выражены в документе «Концепция долгосрочного развития на период до 2020 г.», утвержденная распоряжением правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р и в Распоряжении правительства от 19 марта 2014 г. № 398-р «О комплексе мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий»[8][9].

Вплоть до 2008 г. термина «Наилучшие доступные технологии» и законодательства этой в области не существовало. В связи с практически повсеместным использованием малоэффективного оборудования необходимого на производствах для снижения воздействия на ОС, был принят ряд документов необходимых в первую очередь, для того чтобы предприятия, наиболее опасные для ОС, начали вести нейтральную хозяйственную и иную деятельность.

1.2.1. Основная законодательная база

Основной законодательной базой в области НДТ служат следующие документы:

- Закон о стандартизации, который включил информационно технические справочники (НДТ) в правоприменительную практику, придав им статус документов национальной системы стандартизации (Федеральный закон от 29.06.2015 г. № 162 «О стандартизации» вступил в силу 29.09.2015 г.)[10];

- Распоряжение правительства от 19 марта 2014 г. № 398-р, согласно которому было предложено разработать комплекс мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий, были установлены ответствующие органы, и сроки их ежегодной отчетности о результатах реализации комплекса мер[9];
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. N 2178-р, согласно которому был утвержден поэтапный график создания в 2015-2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий[11];
- Распоряжение правительства от 24 декабря 2014 г. № 2674-р «Об утверждении перечня областей применения наилучших доступных технологий», согласно которому «К областям применения наилучших доступных технологий могут быть отнесены хозяйственная и другая деятельность, которая оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду, и технологические процессы, оборудование, технические способы и методы, применяемые при проведении такой деятельности»[12];
- Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (в ред. от 31.12.2017 «Об охране окружающей среды», статья 4.2 согласно которой все объекты оказывающие негативное влияние на ОС, в зависимости от уровня такого воздействия подразделяются на четыре категории: I категория – объекты, оказывающие значительное НВОС и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий (далее – НДТ); II категория – объекты, оказывающие умеренное НВОС; III категория – объекты, оказывающие незначительное НВОС; IV категория – объекты, оказывающие минимальное НВОС. Критерии, на основании которых осуществляется отнесение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, учитываются на основании: уровней воздействия на окружающую среду видов хозяйственной и (или) иной деятельности (отрасль, часть отрасли, производство); уровней токсичности, канцерогенные и мутагенные свойства загрязняющих веществ,

содержащихся в выбросах, сбросах загрязняющих веществ, а также классы опасности отходов производства и потребления; классификации промышленных объектов и производств; особенностей осуществления деятельности в области использования атомной энергии[2].

1.2.2. Этапы перехода к принципам наилучших доступных технологий и некоторые нормы законодательства

Переход российской промышленности на принципы НДТ предполагается осуществить в 2015–2025 гг. в несколько этапов[13]:

1. Разработка и принятие нормативных правовых актов Российской Федерации, обеспечивающих переход российской промышленности на принципы НДТ;

2. Разработка нормативной правовой базы, обеспечивающей совершенствование нормирования в области охраны окружающей среды и переход промышленности на принципы НДТ;

3. Создание справочников НДТ. Первый этап – 2015 г. – 10 справочников. Второй этап – 2016 г. – 13 справочников. Третий этап – 2017 г. – 17 справочников;

4. Установление технологических показателей НДТ в шестимесячный срок после опубликования справочников НДТ;

5. Доработка системы выдачи, мониторинга, контроля и оценки эффективности экологических разрешений – в течение 2018 г.

6. Выдача первых комплексных экологических разрешений – с 1 января 2019 г. по 1 января 2025 г.

Поэтапный переход на новую систему государственного регулирования представляет собой следующую схему, представленную на рисунке № 6.

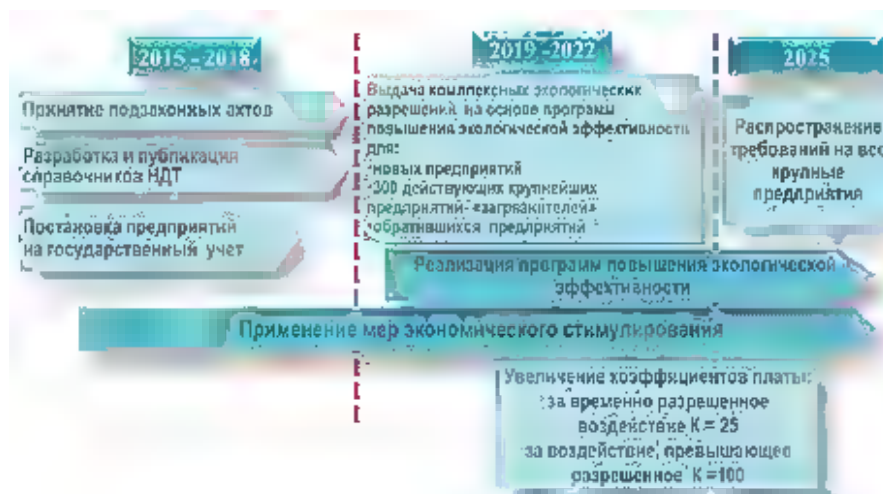


Рисунок 5 – общая схема по поэтапному переходу Российской Федерации на новую схему государственного регулирования[13]

Действующая система нормирования представляет собой разработку обосновывающей документации предприятиями, в которую входит разработка томов ПДВ НДС и ПНООЛР, целью которых является получение разрешений на сбросы, выбросы ЗВ и лимиты образования и размещения отходов, а не минимизация воздействия на ОС. Получение таких разрешающих документов имеет значительные административные барьеры, касающиеся разобщенности органов в области охраны окружающей среды в Российской Федерации, и, как следствие, является инертной системой.

При рассмотрении НДТ в контексте охраны окружающей среды со временем будет происходить ужесточение нормативов качества окружающей среды. При соблюдении всех законодательных и условия внедрения НДТ, следствием которых, будут являться реакции модернизация существующих производств

Введение НДТ на производствах в широком смысле подразумевает модернизацию существующих производств и строительство производственных мощностей, отвечающих мировым показателям энергоэффективности и ресурсосбережения, которые в свою очередь подразумевают появление новых высокопроизводительных мест, улучшение экологической ситуации в промышленно развитых центрах России, повышение конкурентоспособности российской промышленности и создание современного отечественного

оборудования. С течением времени предполагается наблюдать ускоренный технологический рост во всех отраслях промышленности после внедрения НДТ.

Технологические нормативы будут разрабатываться ЮЛ и ИП, осуществляющими хозяйственную и/или иную деятельность на объектах I категории на основе технологических показателей НДТ комплексным экологическим разрешением.

Комплексное экологическое разрешение – документ, который выдается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти ЮЛ и ИП, осуществляющими, хозяйственную и/или иную деятельность на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, и содержит обязательные для выполнения требования в области охраны окружающей среды[2].

Предполагается, что на КЭР в 2019-2022 годах перейдут лишь 300 крупнейших предприятий «загрязнителей», наносящие суммарный вклад НВОС РФ не менее 60%, а так же все новые вводимые предприятия. А в период с 2019 по 2025 произойдет переход на КЭР всех промышленных предприятий отнесенных к области применения НДТ[13].

Уже завершился перечень формирования предприятий, относящихся к I категории опасности (до 2017 г.), каким является объект исследования. Разработка программ экологической эффективности для таких объектов должна завершиться к началу 2019 г. одобрение составит 4-6 месяцев, положительное заключение государственной экологической экспертизы проектов нового строительства или модернизация производств, выдача КЭР в дальнейшем будем занимать всего 3 месяца (по сравнению со старым сроком от 4,5 месяцев).

Срок реализации программы по внедрению НДТ будет осуществляться на основе программы повышения экологической эффективности и составит 14 лет для градообразующих предприятий и предприятий стратегического назначения, 7 лет для остальных предприятий. Значительное снижение срока

периодичности разработки экологической документации позволит сэкономленные деньги направить на экологизацию производств и ведение хозяйственной нейтральной деятельности по отношению к ОС[14].

Для предприятий внедряющих НДТ существуют меры экономического стимулирования, среди которых есть льготы и санкции, которые представляют собой различного рода правовые различия указанные ниже.

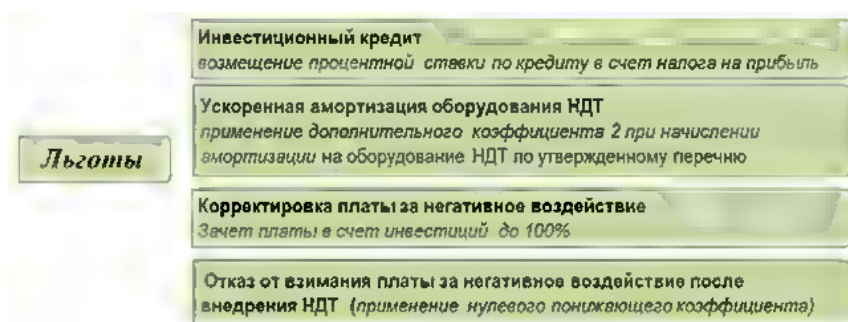


Рисунок 6 – льготы предоставляемые предприятиям, внедряющим НДТ в РФ

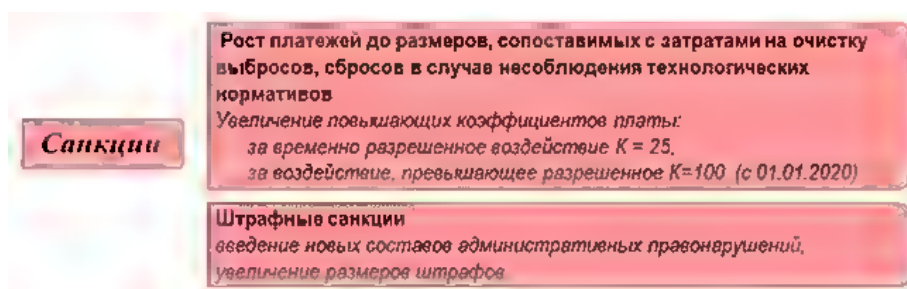


Рисунок 7 – санкции направленные на внедрение НДТ в РФ

При Сравнении международного законодательства в области НДТ выяснилось, что нормирование воздействия предприятия на атмосферный воздух в Европейском союзе и Российской Федерации имеют небольшие расхождения такие как:

Для составления моделей рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере используются расчетные методы (в РФ и ЕС);

Законодательство требует строгого соблюдения нормативов качества атмосферного воздуха на границе с ближайшей жилой застройкой (ЕС) или на границе с санитарно-защитной зоны (РФ);

Нормативы качества воздуха близки к нормативам ВОЗ и схожи между собой;

Использование метода квотирования для выполнения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха и применение его при нормировании выбросов вредных (загрязняющих) веществ действует в европейских странах/в РФ, такой метод в настоящий момент не утвержден;

В европейских странах устанавливаются и последовательно достигаются целевые показатели/в РФ пока нет;

Технологическое нормирование выбросов при условии соблюдения нормативов качества воздуха есть в ЕС и в РФ;

Список нормируемых веществ и соединений в ЕС короче (около 40), чем в РФ (168 химических веществ и соединений по распоряжению Правительства № 1316).

Этапы нормирования атмосферного воздуха для объектов I категории с 2016 г. по 2020 г.[15]:

- 2016 год (программа производственного экологического контроля; внесение платы за негативное воздействие на основании декларации);
- 2018 год (оснащение ИЗА автоматическими средствами измерения и учета объема или массы выбросов загрязняющих веществ и концентрации загрязняющих веществ; прохождение ГЭЭ Федерального уровня проектной документации объектов капитального строительства);
- 2019 год (получение КЭР; расчет нормативов ПДВ (на объектах капстроительства в составе ОВОС); программа повышения экологической эффективности (если не возможно соблюдение нормативов); разработка и установление технологических нормативов; проведение плановых проверок надзорными органами);
- 2020 год (применение коэффициентов: «100»; «25»; «1» и «0»).

Таким образом, можно сказать, что окончательным результатом от внедрения НДТ на территории РФ планируется ожидать ведение экологически нейтральной деятельности по отношению к окружающей среде промышленными предприятиями, улучшение здоровья населения промышленных городов.

Анализ документов показал, что необходимо сравнить с критериями НДТ основное технологическое оборудование ТЭЦ-1, и узнать насколько соответствует производству будущему законодательству в области НДТ для объектов I категории воздействия на окружающую среду при сжигании топлив на крупных установках в целях производства энергии, на основании которого, может быть, разработана комплексная программа по внедрению наилучших доступных технологий на объектах теплоэнергетической промышленности [16].

В качестве исследуемой среды был выбран атмосферный воздух, так как его загрязнение напрямую влияет на здоровье человека, а привнесение в него новых не свойственных характеристик будь то физических, химических или бактериологических ведет к немедленной реакции организма – ухудшению состояния здоровья человека/работника.

2. Практическая часть

2.1. Общая характеристика предприятия

АО «Интер РАО», созданное в 1997 году, - современное, динамично развивающееся предприятие. Основными акционерами «Интер РАО» являются государственные организации (крупнейшие акционеры по состоянию на 27 октября 2014 года: Группа Роснефтегаз – 27,63 %; Группа ФСК ЕЭС – 18,57 %; Интер РАО Капитал (дочерняя компания ПАО «Интер РАО») – 19,00 %; Группа Норильский никель – 10 %; Группа РусГидро – 4,92 %)[17].

«Интер РАО» – диверсифицированный энергетический холдинг, владеющий активами различных типов как в России, так и за рубежом. «Интер РАО» является одной из крупнейших российских электроэнергетических компаний.

«Интер РАО» – единственный российский оператор экспорта-импорта электроэнергии. География поставок включает Финляндию, Белоруссию, Литву, Украину, Грузию, Азербайджан, Южную Осетию, Казахстан, Китай и Монголию[17].

ПАО «Интер РАО» управляет энергобытовыми компаниями – гарантирующими поставщиками в 12 регионах России. «Интер РАО» также владеет компаниями – поставщиками электроэнергии крупным промышленным потребителям.

Деятельность группы охватывает: Производство электрической и тепловой энергии; Энергосбыт; Международный энерготрейдинг; Инжиниринг, экспорт энергооборудования; Управление распределительными электросетями за пределами РФ.

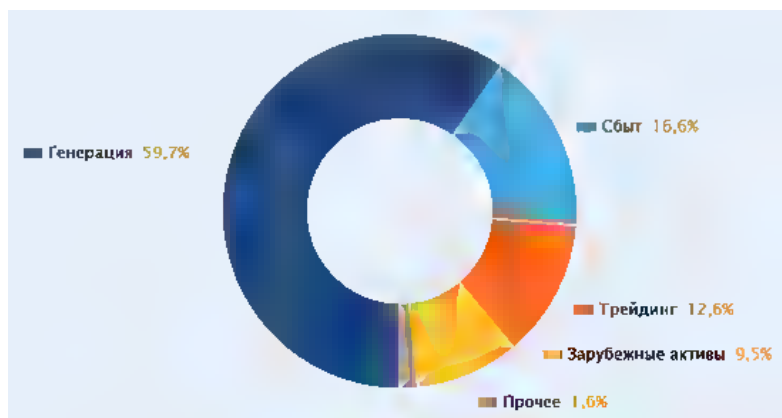


Рисунок 8 – структура EBITDA «Интер PAO» за 2016 год

Данные за 2016 год, без учёта отрицательного эффекта нераспределённых статей и элиминаций на уровне 5.4 млрд. руб.

Акционерное общество «Томская генерация» (является дочерним предприятием «Интер PAO») было создано в ходе реформирования энергетической отрасли России и объединяет генерирующие мощности г. Томска. АО «Томская генерация» осуществляет производство и поставку электрической и тепловой энергии в городе Томске. Потребность области в электроэнергии на 26,3% обеспечивается за счёт источников АО «Томская генерация»: ГРЭС-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-1. Установленная электрическая мощность станций составляет 485,7 МВт. Установленная тепловая мощность станций – 2410,47 Гкал/ч[18].

Дочерним предприятием «Томская генерация» является объект по производству и отпуску тепловой и электрической энергии потребителям г. Томска «ТЭЦ-1», история, которой насчитывает более сотни лет. Начиная с 1891 года, усилиями томских предпринимателей (И.Л. Фуксман, П.И. Макушин, А.Е. Кухтерин и др.) распространялся опыт устройства электрического освещения на принадлежавших им предприятиях. Однако, создавшиеся, подобным образом, электростанции в силу небольшой мощности имели сугубо местное значение и тем самым убедительно свидетельствовали о необходимости централизованного производства электрической энергии, которое по своим масштабам соответствовало бы требованиям городского хозяйства и развивающейся промышленности. Созданная как центральная

городская электростанция и введенная в строй в канун 1896 года Томская ТЭЦ-1, таким образом, стала первым самостоятельным энергетическим предприятием в городе, и по праву может считаться первенцем сибирской теплоэнергетики. Более того, она относилась к числу первых российских провинциальных электростанций и стала действовать раньше, чем аналогичные станции в таких крупных городах европейской России как Казань, Харьков, Воронеж, Уфа, Самара.

На балансе филиала находятся следующие сетевые объекты[18]:

- 131 км магистральных тепловых сетей (в двухтрубном исполнении), из них 60% надземной прокладки и 40% подземной. Средний диаметр трубопроводов – 0,707 м;
- 14 перекачивающих насосных станций (ПНС) и одна перекачивающая насосная станция ТЭЦ-1 (ПНС ПРК);
- Две смесительных насосных (на ПРК и ТЭЦ-1);
- 70 абонентских центральных тепловых пунктов (ЦТП) и квартальных распределительных пунктов (КРП) с насосами на подающем или обратном трубопроводах, работающие в режимах повышения давления, снижения давления или смесительном.

Территориально основные промплощадки ТЭЦ-1 расположены в г. Томске по ул. Угрюмова,2 – промплощадка №1 и ул. Беленца,2 – промплощадка №2 . Расстояние между промплощадками более 5 км.

Промплощадка № 1 расположена в северо-восточной части города Томска в комплексе сооружений северо-восточного промышленного узла в Октябрьском районе. Площадь земельного участка отведенного в бессрочное пользование составляет 18,5211 га. Участок промплощадки ограничен.

На территории промплощадки № 1 ТЭЦ-1 расположенной в г. Томске по ул. Александра Угрюмова, 2 находятся следующие объекты производственного и вспомогательного назначения: Пиковая резервная котельная (ПРК); Газотурбинная электростанция (ГТЭС); подкачивающая насосная станция; мазутохозяйство; шламоотстойник; химводоочистка, инженерно-бытовой

корпус; складское хозяйство; баки-аккумуляторы с водой; пожаронасосная с баками запаса воды; градирня; газораспределительный пункт;ОРУ-35 кВт.

На станции Томская ТЭЦ-1 действует 5 водогрейных котлов, 2 паровых котла, 1 газовая турбина. Основное топливо: природный газ, резервное – мазут. Установленная электрическая мощность – 14,7 МВт. Установленная тепловая мощность – 938,66 Гкал/ч[18].

Снабжение газом ТЭЦ-1 обеспечивается от газопровода высокого давления II категории давлением свыше 0,3 МПа до 0,6 МПа.

Выработка и отпуск тепловой энергии от ТЭЦ-1 осуществляется в следующих режимах или их комбинации:

- в режиме подогрева сетевой воды от ТЭЦ-3 и повышение ее давления в соответствии с температурным и пьезометрическим графиком сетевой воды от ТЭЦ-1 (ПРК);

- в режиме выработки и отпуска тепловой энергии в структуре теплового баланса системы теплоснабжения г. Томска (совместно с другими источниками: ТЭЦ-3, ГРЭС-2);

- в режиме перекачки теплоносителя от ТЭЦ-3 в тепловые сети Северной части г. Томска;

- в режиме подпитки присоединенной к ТЭЦ-1 тепловой сети. Потребители тепловой энергии, присоединенные через тепловые пункты к тепловым сетям ТЭЦ-1, классифицируются по группам по виду потребляемой тепловой нагрузки (отопление, вентиляция и горячее водоснабжение).

Регулирование отпуска тепловой энергии в тепловую сеть производится по качественному методу регулирования по температурному графику сетевой воды $t_1/t_2 = 150/70$ °С со срезкой на 125 °С.

Ориентировочно 70 % систем отопления в системе теплоснабжения подключаются по зависимой схеме и 50 % систем горячего водоснабжения по закрытой схеме.

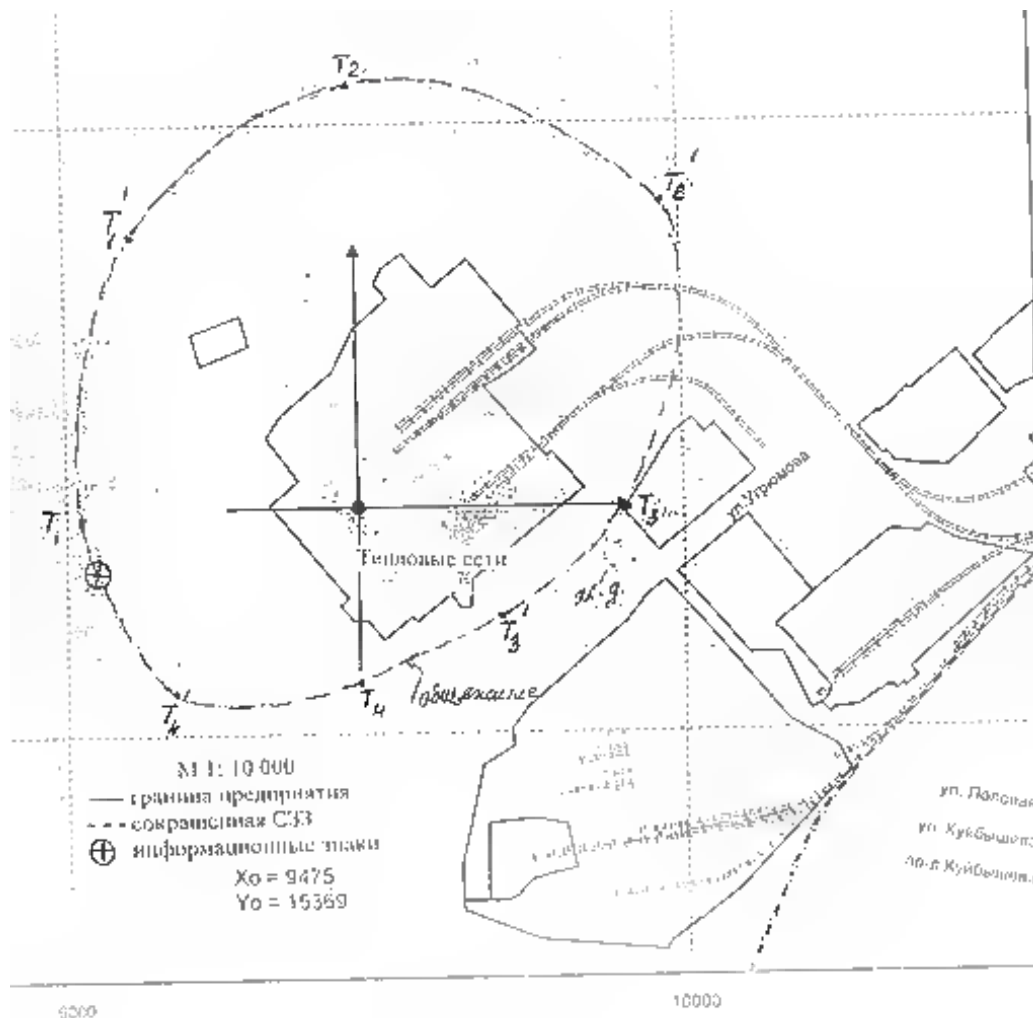


Рисунок 9 – Ситуационная карта района расположения ТЭЦ-1 г. Томск
промплощадка 1

Таким образом, можно сказать, что ТЭЦ-1 в настоящее время отличается особой стабильностью. Производство тепловой и электрической энергии здесь осуществляется круглогодично, круглосуточно с помощью высококвалифицированного персонала.

2.1.1. Экологический контроль на предприятии ТЭЦ-1 АО «Томская генерация» «ИНТЕР РАО»

АО «Томская генерация», являясь одним из ключевых элементов энергетики г. Томска определяет своим высшим и неизменным приоритетом повышение уровня экологической безопасности объектов для окружающей среды. В своей деятельности АО «Томская генерация» руководствуется

принципами Экологической политики «ИНТЕР РАО». Выполнение требований законодательства в области экологической безопасности и рационального природопользования, сокращение вредного техногенного воздействия процессов производства на окружающую природную среду – основополагающие принципы в деятельности акционерного общества.

В 2018 г. проведен независимый экологический аудит деятельности АО в части охраны окружающей среды и экологической безопасности. Аккредитованные аудиторы дали положительные заключения о природоохранной деятельности организаций.

В 2008 г. в АО «Томская генерация» разработана и внедрена система экологического менеджмента, направленная на планомерное снижение отрицательного воздействия, на состояние окружающей среды и на достижение конкурентоспособного преимущества АО за счет поддержания естественных природных свойств окружающей среды при производстве тепловой и электроэнергии и представлена к сертификации на соответствие требованиям стандарта ISO 14001. Представителями компании AFNOR Certification был проведен оценочный и сертификационный аудит в соответствии с требованиями стандарта ISO 14001 АО «Томская генерация» и выданы сертификаты соответствия. Ежегодно в январе проходят подтверждающие аудиты по соответствию, данному международному стандарту на разных объектах АО «Томская генерация».

Для осуществления контроля за состоянием природных сред ежегодно составляется программа экологического мониторинга, с которой можно ознакомиться ниже (приложение Б).

Для достижения соответствия стандартам серии ISO необходим экологический контроль за деятельностью предприятия. На предприятии АО «Томская генерация» внутренним экологическим контролем занимается соответствующий квалифицированный персонал.

Основными документами в области экологического контроля за выбросами в атмосферный воздух являются:

- Проект предельно допустимых выбросов в атмосферный воздух;
- План-график экологического контроля химической лаборатории ТЭЦ-1 у источника выбросов;
- План-график экологического контроля сторонней сертифицированной лаборатории на границе СЗЗ;
- Ежегодные отчеты по воздействию на ОС;
- Протоколы замеров выбросов в ОС химической лаборатории ТЭЦ-1;
- Протоколы замеров выбросов в ОС аккредитованной сторонней химической лаборатории;
- Топливо-балансовые сметы предприятия.

На Томской ТЭЦ-1 разработан план экологического контроля, с которым можно ознакомиться в приложении Б.

Проект ПДВ был разработан в 2015 г. с целью обоснования экологической безопасности существующих объектов и определения допустимого уровня воздействия на воздушный бассейн.

Согласно ПДВ на промплощадка № 1 (ПРК) в настоящее время основным топливом на ПРК является природный газ, в качестве растопочного и резервного топлива используется мазут. Источник выбросов ЗВ: дымовая труба высотой 120 м, диаметр устья 6 м.

При работе котлоагрегатов на газе в атмосферу выбрасываются загрязняющие вещества (ЗВ): азота диоксид, азота оксид, углерод оксид, ангидрид сернистый, мазутная зола, бенз(а)пирен.

За контроль за выбросами в атмосферный воздух отвечает своя химическая лаборатория ТЭЦ-1 – расположенная на территории промышленной площадки № 1, а так же органы государственного контроля за состоянием ОС.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в районе промплощадки № 1 по ул. Александра Угрюмова, 2 по данным Томского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, характеризуется показателями, указанными в таблице 4.

Таблица 4 – Уровень загрязнения атмосферного воздуха в районе промплощадки № 1 по данным ГУ «Томский ЦГМС»

Примесь, мг/м ³	Значение концентраций					
	ПДК, мг/м ³	При скорости ветра 0-2 м/сек	При скорости ветра 3-12 м/с и направлении			
			С	В	Ю	З
Диоксид азота	0.2	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12
Сажа	0.15	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Серы диоксид	0.5	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002
Взвешенные вещества	0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2

Полное представление о наименовании выбрасываемых ЗВ и их количестве отражает рисунок 10.

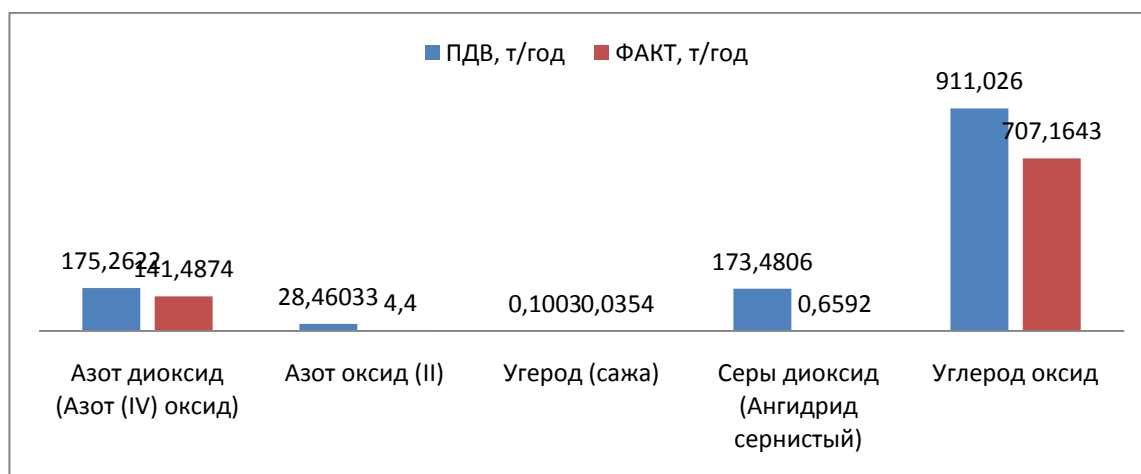


Рисунок 10 – Концентрации выбросов загрязняющих веществ, т/год от ПРК ТЭЦ-1 г. Томск за 2017 г.

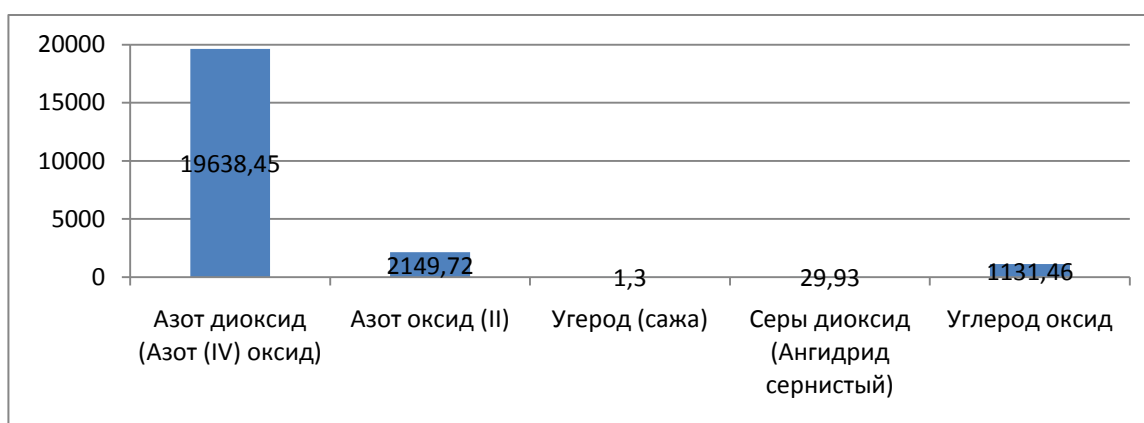


Рисунок 11 – Ежегодная плата, руб. за выбросы в атмосферный воздух ПРК ТЭЦ-1 г. Томск за 2017 г.

В соответствии с ПДВ, расчеты рассеивания загрязняющих веществ показывают, что максимальные концентрации выбросов от промплощадки № 1 ТЭЦ-1 не превышают ПДК (с учетом фона).

В связи с отсутствием превышения норм ПДК по всем выбрасываемым веществам дополнительных мероприятий для достижения норм ПДВ на предприятии не требуется (перспектива развития предприятия ввод новых мощностей на предприятии не планируется).

При работе котельных установок на природном газе и на мазуте не требуется очистных установок.

Выбросы ЗВ в атмосферу для тепловых электростанций и котельных РАО подлежат обязательному нормированию. ЗВ в содержащихся в дымовых газах: диоксида азота, оксида азота, диоксида серы, мазутной золы, оксида углерода, бенз(а)пирена и каменноугольная пыль при перевалке топлива.

Выбросы других загрязняющих веществ, содержащихся в дымовых газах и выбросы от прочих источников, не подлежат обязательному нормированию[19].

В соответствии с действующим порядком установления ПДВ (С/ПДК<1 на границе жилой застройки) указанному условию отвечают все рассмотренные выбросы вредных веществ[20].

Размеры санитарно-защитной зоны устанавливаются в соответствии с разделом 7.1.10 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, в соответствии с которым ТЭЦ и районные котельные тепловой мощностью 200 Гкал и выше, работающие на газовом и газомазутном топливе (последний - как резервный), относятся к предприятиям третьего класса опасности с размером 300 м. Радиус СЗЗ 300 м в соответствии с п. 3.4 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 устанавливается от дымовых труб – высоких источников нагретых выбросов[21].

В 2014 году разработан проект организации санитарно-защитной зоны для промплощадки № 1 СП Тепловые сети и утвержден в Роспотребнадзоре.

Ширина СЗЗ установлена от промплощадки: запад, северо-запад, север, север-восток, восток, юг – 300 м; юго-восток – 100 м; юго-запад – 60 м.

С целью подтверждения возможности установления СЗЗ промплощадки котельной ведутся замеры уровня загрязнения атмосферного воздуха на границе СЗЗ сторонней химической аккредитованной лабораторией.

2.2. Производство энергии при сжигании газообразных топлив

2.2.1. Описание технологических процессов

На газотурбинных ТЭС рабочим телом являются высокотемпературные продукты сгорания под давлением. Для его получения в газотурбинных установках (ГТУ) природный газ сжигается в камерах сгорания, куда также подается воздух из компрессора (рисунок 12). Далее рабочее тело поступает в газовую турбину, где его энергия преобразуется в кинетическую энергию ротора ГТУ, используемую для привода воздушного компрессора и электрогенератора. Электрический КПД современных ГТУ достигает 36–39,5%. [22].

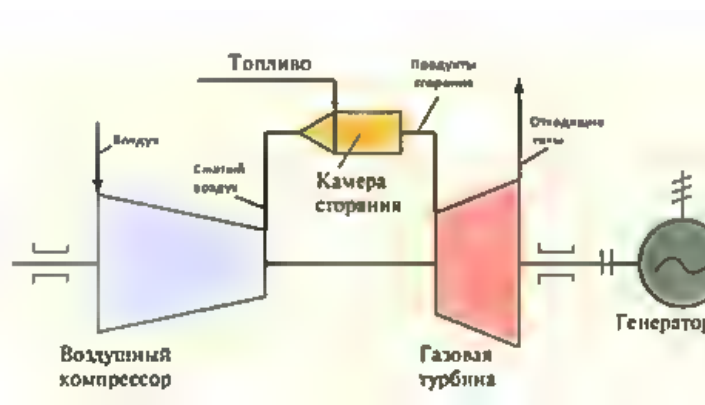


Рисунок 12 - Принципиальная схема ГТУ

Температура отходящих из ГТУ газов достаточно высока. Поэтому в ряде случаев их используют для отпуска тепловой энергии внешнему потребителю в виде горячей воды или пара, получаемых в специальных газодводяных теплообменниках (подогревателях). Такие электростанции называются ГТУ-ТЭЦ и имеют коэффициент полезного использования теплоты топлива (КИТ) до 85% (рисунок 13)[16].

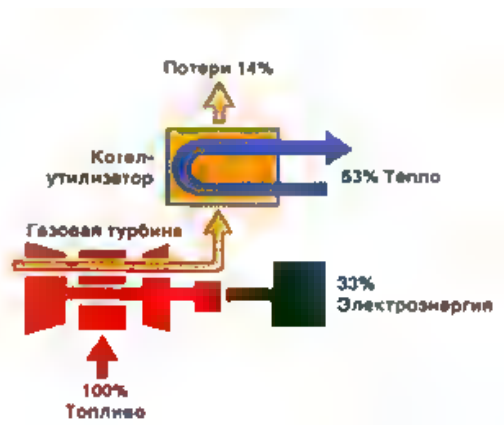


Рисунок 13 - Схема ГТУ-ТЭЦ

Парогазовые конденсационные ТЭС комплектуются парогазовыми установками (ПГУ), которые представляют комбинацию ГТУ и ПТУ, что позволяет обеспечить высокую экономичность и эффективность с электрическим КПД до 58% и выше (рисунок 14).

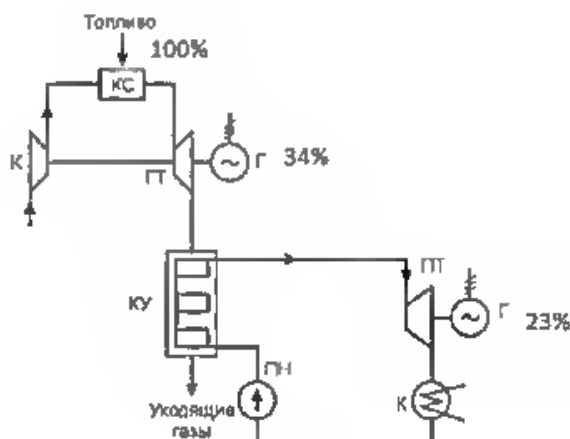


Рисунок 14 - Принципиальная схема парогазовой установки

(К – компрессор; КС – камера сгорания; ГТ – газовая турбина; Г – электрогенератор; КУ – котел-утилизатор; ПТ – паровая турбина; К – конденсатор; ПН – питательный насос)

Еще большей эффективностью имеют ПГУ-ТЭЦ, на которых за счет выработки дополнительно тепловой энергии коэффициент использования тепла топлива достигает 84–84%* (рисунок 15).



Рисунок 15 - Принципиальная схема ПГУ-ТЭЦ

По своей структуре тепловые электростанции делятся на блочные и с поперечными связями[16].

Газообразные топлива подаются на ТЭС по газовым трубопроводам (газопроводам) из газовых скважин либо из газовых хранилищ. Природный газ из различных скважин различается по качеству. Очистка газа происходит на месте добычи для снижения проблем транспортировки по трубопроводам.

В энергетических установках можно использовать целый ряд газов. Если давление в питающем трубопроводе превышает нужную величину давления на входе в энергетические установки, нужно провести декомпрессию газа. Это обычно происходит в дополнительной турбине для возврата некоторой части энергии, использованной для его сжатия. Затем газ подается по трубам на топливосжигающую энергетическую установку[16].

В газовых турбинах для прямого сжигания используются только очищенные газы. При этом также нужно провести декомпрессию природного газа, если давление в трубопроводе превышает нужное давление на входе газовой турбины. Адиабатическое охлаждение декомпрессированного газа может быть использовано для охлаждения воздуха, поступающего на компрессор газовой турбины.

Газообразное топливо для ГТУ, поступающее при давлении ниже рабочего, должно пройти компрессию (сжатие) до достижения необходимой величины давления на входе камеры сгорания конкретной газовой турбины.

Транспортировка природного газа на ТЭС осуществляется по магистральным газопроводам после предварительной обработки на газовых заводах. Обработка газа перед его доставкой включает в себя [16]:

- очистку газа от механических примесей;
- глубокую очистку от сернистых соединений (допустимое остаточное содержание H_2S не более 0,02 г/м, или 0,0013%);
- извлечение из газа высших углеводородов (в основном, пропана и бутана), используемых как топливо (сжиженный газ);
- осушение газа;
- одоризацию газа (придание запаха, позволяющего обнаруживать присутствие газа в воздухе).

Газ, прошедший обработку и поступающий по газопроводу на ТЭС, имеет низкую влажность и содержание высших углеводородов и практически не содержит серы. Подача газа на ТЭС осуществляется с помощью газоперекачивающих станций по магистральным газопроводам под давлением. Газопроводы оборудуются сигнализацией максимального и минимального давлений газа, проверки исправности которой проводятся не реже 1 раза в месяц.

На электростанциях, работающих на газе, должен быть предусмотрен газорегуляторный пункт (ГРП), производительность которого рассчитывается на максимальный расход газа всеми рабочими котлами. Прокладка всех газопроводов в пределах ГРП и до котлов выполняется наземной, причем на газопроводах должна применяться только стальная арматура. Газопроводы ГРП, в том числе наружные входные, на длине не менее 20 м должны быть покрыты звукопоглощающей изоляцией.

Помещения ГРП должны иметь естественное и электрическое освещение и естественную постоянно действующую вентиляцию, обеспечивающую воздухообмен в 1 ч не менее трехкратного; они должны отапливаться и иметь температуру не ниже 5°C.

При работе на природном газе ТЭС должен* проводиться строгий контроль взрывоопасности газозовоздушных смесей и предприниматься меры по предотвращению отравления персонала токсичными компонентами газового топлива. Давление газа в ГРП снижается регуляторами двух разновидностей: мембранными прямого действия и электронными.

Электронные регуляторы представляют собой поворотную заслонку с приводом от электрического исполнительного механизма, установленного вне регуляторного зала и связанного с заслонкой тягами длиной не более 6 м. Производительность таких регуляторов зависит от принятого диаметра, что позволяет ограничиться двумя нитками регулирования – рабочей и резервной. За регуляторами давления должны стоять не менее двух предохранительных сбросных устройств пропускной способностью не менее 10% пропускной способности наибольшего из регуляторов давления пружинного действия.

Для продувки газопроводов устанавливаются продувочные свечи. Газопроводы при заполнении газом должны продуваться до вытеснения всего воздуха, а при освобождении от газа должны продуваться воздухом до вытеснения всего газа. Необходимость этого обусловлена способностью газа в определенной пропорции с воздухом образовывать взрывоопасную смесь. Трубопроводы для продувки газопроводов (свечи) и трубопроводы от предохранительных сбросных устройств ГРП должны выводиться наружу в места, обеспечивающие условия для рассеивания газа, но не менее чем на 1 м выше корпуса здания[16].

В таблице 5 представлены методы снижения выбросов NO_x в атмосферу не требующие технического переоснащения и реконструкции[16].

Таблица 5 – Методы снижения выбросов NO_x и CO в атмосферу не требующие технического переоснащения и реконструкции

Метод	Описание
Упрощенное двухступенчатое сжигание	Метод основывается на использовании одной или нескольких горелок (предпочтительно в верхнем ярусе горелок) для подачи только воздуха с перераспределением топливной нагрузки на остальные горелки. Необходим запас мощности горелок, которые остаются в работе
Добавление	Пар или вода используются в качестве разбавителя для

воды/пара	снижения температуры горения в газовых турбинах, двигателях или котлах и снижения выбросов NOx. Она либо предварительно смешивается с топливом до его сжигания (топливная эмульсия, увлажнение или насыщение), либо непосредственно вводится в камеру сгорания (ввод воды, пара)
Низкие избытки воздуха	Метод главным образом основывается на следующих признаках: <ul style="list-style-type: none"> • сведение к минимуму приносы воздуха в топку • тщательный контроль подачи воздуха, используемого для сжигания и содержания CO
Нестехиометрическое сжигание	Метод основывается на разбалансе топливовоздушного соотношения в горелочных установках или ярусам горелок Необходимо проведение наладочных испытаний с целью недопущения резкого возрастания химического недожога топлива и анализа изменений теплового состояния топки
Снижение температуры воздуха горения	Использование воздуха с пониженной температурой

2.2.2. Уровни эмиссии в окружающую среду

В разделе рассмотрены уровни эмиссии в окружающую среду в г. Томске от предприятий АО «Томская генерация» в 2015 г. в соответствии со справочной литературой [16].

Таблица 6 – Выбросы загрязняющих веществ в 2015 г. на ТЭС в г. Томске сжигающих, в качестве основного топлива, природный газ, тонн

Наименование ТЭС	Всего	Твердые вещества	Диоксид серы	Оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	Оксид углерода
Томская ТЭЦ-1	789	5	1	157	627
ТЭЦ-3	5010	0	0	2052	2958
Тепловые сети [г. Томск]	678	117	18	131	412

Для котельных установок сжигающих природный газ основными выбросами загрязняющих веществ являются оксиды азота (NOx).

Анализ данных по России показал, что:

- сжигание газа на котельных установках в основном осуществляется без содержания в выбросах оксида углерода. Максимальное значение выбросов

оксида углерода не превышает 50 мг/м^3 , что значительно ниже нормативных значений (300 мг/м^3);

- содержание оксидов азота в отработавших газах ГТУ и ПГУ не превышают 50 мг/м^3 на газообразном топливе. Поэтому для ГТУ и ПГУ предлагается установить технологический показатель удельных выбросов оксидов азота в атмосферу, равным 50 мг/м^3 . Значения оксидов азота определяют в осушенной пробе при 0° C , $101,3 \text{ кПа}$ и концентрации кислорода 15% (при пересчете на NO_x);

- режимные мероприятия, не требующие реконструкции котельной установки: упрощенное ступенчатое сжигание, нестехиометрическое сжигание и работа с минимальными избытками воздуха, допустимыми по условиям разрешенной концентрации CO – внедрены примерно на 90% всех газомазутных котлов;

- все новые котлы, выпущенные отечественными заводами после 2001 г., имеют конструктивные особенности, рассчитанные на снижение выбросов NO_x ;

- общее количество газомазутных котлов, на которых внедрены технологии подавления NO_x (с учетом и режимных и конструктивных мероприятий) составляет почти 1300 котлов[16].

2.2.3. Обязательные рекомендации по определению НДТ по снижению выбросов при сжигании газообразного топлива

В разделе рассмотрены рекомендации различных отраслевых справочников по наилучшим доступным технологиям[16].

Таблица 7 - Технологии снижения выбросов NO_x при сжигании газообразного топлива, подлежащие рассмотрению

Метод	Потенциальное сокращение выбросов, %	Применимость	Эксплуатац ионный опыт	Примечания
Контролируемое снижение избытка воздуха	15–20	При наличии контроля за содержанием CO в дымовых	Да	Не требует реконструкции и котла

		газах отходящих от котла		
Нестехиометрическое сжигание	30–45	При наличии нескольких горелок (минимум двух горелок на разных ярусах)	Да	Не требует реконструкции и котла
Упрощенное двухступенчатое сжигание	20–35	При наличии двух или более газовых горелок	Да	Не требует реконструкции и котла, воздух подается через отключенную горелку
Двухступенчатое сжигание	30–50	На всех котлах	Да	Требуется монтаж сопел вторичного воздуха
Малотоксичная горелка	30–60	На всех котлах	Да	Требуется замена горелок
Рециркуляция дымовых газов	60	-	Да	Требуется реконструкция
Комплексный метод (объединение рециркуляции, двухступенчатого и нестехиометрического сжигания)	-	При наличии двух или большего количества ярусов	Да	-

2.2.4. Экономические аспекты реализации НДТ

При анализе экономических аспектов выбора мероприятий по сокращению выбросов оксидов азота на ТЭС в первую очередь рассматривались технологические методы подавления оксидов азота – первичные методы (ПМ). Они были ранжированы (определены приоритеты) с учетом вида топлива, минимизации затрат и требуемого снижения фактической концентрации в таком порядке:

- установка малотоксичных горелок в существующие амбразуры, без изменения поверхностей нагрева под давлением;

- ступенчатый ввод воздуха;
- трехступенчатое сжигание, предпочтительно – с использованием природного газа для создания восстановительной среды выше зоны активного горения;
- комбинированный метод, включающий 2 или 3 из перечисленных выше технологических методов.

Проверенные на большом числе газовых котлов первичные методы (ПМ) отличаются как эффективностью, так и затратами при их реализации на действующих котлах. В таблице 8 приведены данные по эффективности и стоимости как отдельных, так и комбинации ПМ[16].

Таблица 8 - Экономическая эффективность отдельных ПМ и их комбинаций подавления NO_x (в расчете на моноблок 300 МВт)

Технология	Потенциальное сокращение выбросов NO _x , %		Удельные капитальные затраты, руб./кВт		Время необходимое для внедрения мероприятия, мес, **		Дополнительные эксплуатационные затраты, коп./кВт*ч	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Рециркуляция дымовых газов	10	20	20	70	0,5	3,0	0,6	1,2
Двухступенчатое сжигание	20	45	70	140	2,0	3,0*	-	-
Малотоксичные горелки	30	40	100	250	2,0	4,0	-	-
Малотоксичные горелки и ступенчатый ввод воздуха	44	73	170	400*	1,5	2,5*	-	-
Малотоксичные горелки и рециркуляция дымовых газов	37	50	120	330	1,5	2,5	0,6	1,2
Малотоксичные горелки, двухступенчатое сжигание и рециркуляция	50	78	200	470*	2,0	6,0	0,6	1,2

я дымовых газов								
<p>Примечания: * Для котлов с газоплотными топочными экранами.</p> <p>При применении нормативов технологических показателей загрязняющих веществ на действующих котельных установках, сжигающих природный, потенциальное сокращение оксидов азота на электростанциях отрасли в зависимости от нижней или верхней границы нормативов технологических показателей составит от 10 до 20% NO_x (от 55805 до 111610 тонн NO_x).</p> <p>** Указанный срок учитывает только время непосредственных работ на котле в период капитального ремонта в соответствии с согласованным графиком выполнения ремонтных работ.</p>								

2.2.5. Перечень технологических показателей

Рекомендуемые значения технологических показателей НДТ, приведенные в таблице 9 отражают уровни выбросов ЗВ в атмосферу от КТЭУ, практически достижимые при применении НДТ и эксплуатации КТЭУ в нормальном проектном режиме.

Таблица 9 - Технологические показатели НДТ КТЭУ при сжигании газа, мг/нм при нормальных условиях (t=0° С, давление 101,3 кПа), сухой газ, содержание кислорода для котельных установок – 6%, для ГТУ - 15%

Тепловая мощность водогрейных котлов, МВт	Паропроизводительность паровых котлов, т/час	Массовая концентрация NO _x в дымовых газах	Массовая концентрация СО в дымовых газах
Котельные установки, введенные по проектам, утвержденным по 31.12.1981			
От 50 до 100	От 70 до 140	400	300
Более 100 до 300	Более 140 до 420	400	300
300 и более	Более 420	400	300
Котельные установки, спроектированные после 01.01.1982 и введенные по 31.12.1981			
От 50 до 100	От 70 до 140	350	300

Более 100 до 300	Более 140 до 420	350	300
300 и более	Более 420	350	300
Котельные установки, введенные с 01.01.2001			
От 50 до 100	От 70 до 140	250	300
Более 100 до 300	Более 140 до 420	250	300
300 и более	Более 420	250	300

1) Для КТЭУ в составе энергообъектов I категории, введенных по проектам, утвержденным по 31.12.1981, предельные значения технологических показателей НДТ по выбросам оксидов азота при сжигании природного газа устанавливаются равными удельным выбросам, которые возможно достичь с применением малозатратных технологических мероприятий и режимными-наладочными мероприятиями. Анализ анкетирования показал, что эти значения не превышает 90% КТЭУ данной группы (по мощности).

Введение более строгих ограничений для КТЭУ данной группы нецелесообразно по следующим соображениям:

- имеются технические ограничения (отсутствие площади) для применения на этих КТЭУ новых средств ограничения выбросов,
- эти КТЭУ в обозримом будущем будут выведены из эксплуатации или реконструированы в связи с относительно низкими показателями энергоэффективности, надежности, промышленной безопасности или экономической рентабельности.

2) Для котельных установок, спроектированных после 01.01.1982 и введенных по 31.12.2000, и КТЭУ, введенных с 01.01.2001, предельные значения технологических показателей НДТ выбросов оксидов азота принимаются на уровне, достигнутом существующими технологиями в отрасли.

3) Предельные значения выбросов СО должны устанавливаться с учетом того, что применение практически всех технологических методов подавления образования оксидов азота сопровождается ростом выбросов СО. В связи с тем,

что НТД снижения выбросов оксидов азота является применение именно технологических методов, предельные значения выбросов СО должны устанавливаться с учетом применения этих методов. Рекомендовано значение 300 мг/нм для всех типов КТЭУ.

При использовании значений технологических показателей НДТ, приведенные в таблице 9 для целей нормирования выбросов, при осуществлении государственного и производственного экологического контроля необходимо учитывать следующее.

1) В периоды пуска, останова и значительного изменения нагрузки КТЭУ, некоторых проектных режимов их эксплуатации (например, при применении средств очистки радиационных и конвективных поверхностей нагрева, воздухоподогревателей, экономайзеров), а также во время режимно-наладочных испытаний значения выбросов могут быть выше.

2) Для КТЭУ, постоянно работающих в пиковых или полупиковых режимах (менее 2000 часов в год), характерна значительная доля времени работы в режимах пусков, остановов, изменения нагрузки. Поэтому, для целей нормирования выбросов, при осуществлении государственного и производственного экологического контроля таких КТЭУ рекомендуется использовать повышающий коэффициент 1,5 к технологическим показателям НДТ, представленные в таблице 9.

3) Технологические показатели НДТ ГТУ, указанные в таблице 13 соответствуют работе ГТУ с нагрузкой 50% и более от проектного значения.

5) Значения технологических показателей НДТ, приведенные в таблице 13 не распространяются на оборудование ТЭС, находящееся на стадии разработки и освоения (головной образец, демонстрационная, опытно-промышленная, пилотная установка). Для такого оборудования на период его освоения должны устанавливаться временно согласованные выбросы на уровне фактических показателей объема и массы выбросов загрязняющих веществ [16].

2.2.6. Характеристика используемого оборудования на Томской ТЭЦ-1

В ходе прохождения научно-производственной практики в 2018 году был собран материал по техническим характеристикам основного производственного оборудования Томской ТЭЦ-1.

Характеристика котельного оборудования, установленного на ПРК, приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристика котельного оборудования

№ ст.	Тип котла	Дата	Гкал/час; (т/час); Мвт.	Топливо основное (резервное)
1	Котел водогрейный КВ-ГМ-140	Введен в эксплуатацию в 2008 г.	120 Гкал/час; 139,65 Мвт	Газ (мазут)
2	Котел водогрейный ПТВМ-100	Демонтирован в 2010 г.	100 Гкал/час; 116,30 Мвт	Газ (мазут)
3	Котел водогрейный ПТВМ-100	Эксплуатируется с 1978 г.	100 Гкал/час; 116,30 Мвт	Газ (мазут)
4,5,6	Котел водогрейный ПТВМ-180	Эксплуатируются с 1978 г.	180 Гкал/час; 209,39 Мвт	Газ (мазут)
7	Котел паровой ДЕ-25-14ГМ	Эксплуатируются с 1978 г.	(25) (т/час)	Газ (мазут)

В соответствии, акта результатов замеров концентрации вредных веществ в атмосферу в выбросах в атмосферу от котлоагрегатов ТЭЦ-1 за январь 2018 г. даны практические технические характеристики котельного оборудования Томской ТЭЦ-1 в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристика выбросов вредных (загрязняющих) веществ от основных котлоагрегатов АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленная площадка № 1

Выброс с дымовыми газами от котлов, №	ЗВ	Концентрация г/м ³	Выбросы г/сек	Вид топлива	Паропроизводительность котла, Гкал/ч	Метод определения
1	NO	0,096	1,53	Газ	120	Тестирование по эксплуатации»
	NO ₂	0,005	9,40			
	CO	0,005	0,39			
3	NO	0,000	0,000	Газ	100	
	NO ₂	0,000	0,000			
	CO	0,000	0,000			
4	NO	0,072	0,17	Газ	180	
	NO ₂	0,004	1,07			
	CO	0,012	0,00			
5	NO	0,100	0,29	Газ	180	
	NO ₂	0,006	1,26			
	CO	0,019	0,28			
6	NO	0,105	0,30	Газ	180	
	NO ₂	0,007	6,74			
	CO	0,013	0,77			
7	NO	0,089	0,80	Газ	25 (т/ч)	
	NO ₂	0,004	4,91			
	CO	0,002	0,08			

2.3. Анализ соответствия оборудования Томской ТЭЦ-1 рекомендуемым технологическим критериям наилучших доступных технологий

Данный анализ, представляет собой, предсертификационный аудит, необходимый для получения «сертификата соответствия НДТ» при сжигании на крупных установках в целях производства энергии, который в свою очередь необходим для составления программы повышения ресурсоэффективности и подачи документов на получение комплексного экологического разрешения сроком на 14 лет для градообразующего предприятия, каким является объект исследования.

Такой аудит даст понимание вектора направления ресурсов организации в целях модернизации производств в г. Томске и дальнейшего соответствия обязательному меняющемуся экологическому законодательству. Подготовка мер до введения будущих законодательных нормативных документов, носящие обязательный характер, позволят избежать различных «санкций» и воспользоваться льготами, которые предоставляет правительство Российской Федерации (оплата модернизации производства вплоть до 100%).

Анализ выполнен в соответствии с критериями НДТ, изложенными в сборнике ИТС 38-2017 «Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии», который будет введен в действие лишь 01.07.2018 г. Такой сборник, носящий обязательный характер, единственный из всех разработанных информационно-технических справочников, который соответствует производствам тепловой энергии.

На основании выше изложенной информации выполним анализ основных технических установок Томской ТЭЦ-1 на соответствие критериям «наилучших доступных технологий» при сжигании на крупных установках в целях производства энергии. Критерии были приведены в разделе 2.2.3.

Напомним, что основное оборудование по производству тепловой энергии промышленной площадки №1, Томской ТЭЦ-1 АО «Томская генерация» было рассмотрено в 2.2.6.

Анализ состоит из двух этапов:

- Оценка соответствия фактических концентрации загрязняющих веществ (от каждой единицы рассматриваемого оборудования) максимальной рекомендуемой массовой концентрации NO_x и CO в дымовых газах у котлоагрегатов (исходя их года выпуска и установки).
- Оценка наличия/отсутствия эксплуатационного опыта использования различных методов снижения выбросов отходящих газов в атмосферный воздух при сжигании газообразного топлива в АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленная площадка № 1, исходя из вида топлива и года выпуска и установки.

В таблице 12 рассмотрим 6 основных технических установок и выявим соответствие их критериям «наилучшие доступные технологии» технологическим показателям НДТ при сжигании топлив, исходя из массы концентраций загрязняющих веществ выделяемых каждой единицей оборудования и годом ввода в эксплуатацию оборудования.

В таблице 13 рассмотрим 6 основных технических установок и выявим соответствие их критериям «наилучшие доступные технологии» технологическим показателям НДТ при сжигании топлив, исходя эксплуатационного опыта использования различных методов подавления NO_x и годом ввода в эксплуатацию оборудования.

Таблица 12 – Анализ основного технического оборудования АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленной площадки № 1 на соответствие концентраций выбросов ЗВ установленным в НДТ КТЭУ при сжигании газа

№/Наименование котла/основные характеристики	Загрязняющее вещество	Концентрации загрязняющих веществ по данным акта замеров в январе 2018 г.	Массовая концентрация NO _x //CO в дымовых газах	Соответствует ли техническая установка технологическим показателям НДТ при сжигании жидких топлив ИТС 38-2017
№1/Котел водогрейный КВ–ГМ–140/Введен в эксплуатацию 2008 г. 120 Гкал/час, 13965 мВт /основное топливо газ	NO _x CO	101 г/мг ³ 5 г/мг ³	250 г/мг ³ 300 г/мг ³	Соответствует
№ 3/Котел водогрейный ПТВМ–100/Эксплуатируется с 1978 г. 100 Гкал/час, 11630 мВт /основное топливо газ	NO _x CO	0 г/мг ³ 0 г/мг ³	400 г/мг ³ 300 г/мг ³	Соответствует
№ 4/Котел водогрейный ПТВМ–180/Эксплуатируется с 1978 г. 180 Гкал/час, 20939 мВт/основное топливо газ	NO _x CO	67 г/мг ³ 12 г/мг ³	400 г/мг ³ 300 г/мг ³	Соответствует
№ 5/Котел водогрейный ПТВМ–180/Эксплуатируется с 1978 г. 180 Гкал/час, 20939 мВт/основное топливо газ	NO _x CO	106 г/мг ³ 19 г/мг ³	400 г/мг ³ 300 г/мг ³	Соответствует
№ 6/Котел водогрейный ПТВМ–180/Эксплуатируется с 1978 г. 180 Гкал/час, 20939 мВт/основное топливо газ	NO _x CO	105 г/мг ³ 13 г/мг ³	400 г/мг ³ 300 г/мг ³	Соответствует
№ 7/Котел паровой ДЕ–25–14ГМ/Эксплуатируется с 1978 г. (25) (т/час)/основное топливо газ	NO _x CO	93 г/мг ³ 2 г/мг ³	400 г/мг ³ 300 г/мг ³	Соответствует

Таблица 13 - Анализ эксплуатационного опыта использования различных методов снижения выбросов, при сжигании газообразного топлива в АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленная площадка № 1

№ / наименование котла	Метод	Эксплуатационный опыт	Примечания
№1/Котел водогрейный КВ-ГМ-140/2008 г.	Контролируемое снижение избытка воздуха	Да	Не требует реконструкции котла
№ 3/Котел водогрейный ПТВМ-100/1978 г.		Да	
№ 4, 5, 6/Котел водогрейный ПТВМ-180/1978 г.		Да	
№ 7/Котел паровой ДЕ-25-14ГМ/1978 г.		Да	
№1/Котел водогрейный КВ-ГМ-140/2008 г.	Нестехиометрическое сжигание	Да	Не требует реконструкции котла
№ 3/Котел водогрейный ПТВМ-100/1978 г.		Да	
№ 4, 5, 6/Котел водогрейный ПТВМ-180/1978 г.		Да	
№ 7/Котел паровой ДЕ-25-14ГМ/1978 г.		Да	
№1/Котел водогрейный КВ-ГМ-140/2008 г.	Упрощенное двухступенчатое сжигание	Нет	Требуется реконструкции котла
№ 3/Котел водогрейный ПТВМ-100/1978 г.		Нет	
№ 4, 5, 6/Котел водогрейный ПТВМ-180/1978 г.		Нет	
№ 7/Котел паровой ДЕ-25-14ГМ/1978 г.		Нет	
№1/Котел водогрейный КВ-ГМ-140/2008 г.	Двухступенчатое сжигание	Нет	Требуется монтаж сопел вторичного воздуха
№ 3/Котел водогрейный ПТВМ-100/1978 г.		Нет	
№ 4, 5, 6/Котел водогрейный ПТВМ-180/1978 г.		Нет	
№ 7/Котел паровой ДЕ-25-14ГМ/1978 г.		Нет	
№1/Котел водогрейный КВ-ГМ-140/2008 г.	Малотоксичная горелка	Да	Не требуется замена горелок
№ 3/Котел водогрейный ПТВМ-100/1978 г.		Нет	Требуется замена горелок
№ 4, 5, 6/Котел водогрейный ПТВМ-180/1978 г.		Нет	
№ 7/Котел паровой ДЕ-25-14ГМ/1978 г.		Нет	
№1/Котел водогрейный КВ-ГМ-140/2008 г.	Рециркуляция дымовых газов	Нет	Требуется реконструкция
№ 3/Котел водогрейный ПТВМ-100/1978 г.		Нет	
№ 4, 5, 6/Котел водогрейный ПТВМ-180/1978 г.		Нет	
№ 7/Котел паровой ДЕ-25-14ГМ/1978 г.		Нет	
№1/Котел водогрейный КВ-ГМ-140/2008 г.	Объединение рециркуляции, двухступенчатого и нестехиометрического сжигания	Нет	—
№ 3/Котел водогрейный ПТВМ-100/1978 г.		Нет	
№ 4, 5, 6/Котел водогрейный ПТВМ-180/1978 г.		Нет	
№ 7/Котел паровой ДЕ-25-14ГМ/1978 г.		Нет	

3. Результаты и обсуждения

В качестве результатов работы будут предложены рекомендации по достижению соответствия Томской ТЭЦ-1 критериям наилучшие доступные технологии, а так же составлена общая схема по разработке мероприятий

3.1. Результаты анализа

Исходя из анализа соответствия основных технических установок Томской ТЭЦ-1 составлен список рекомендаций для достижения производства энергии тепловой технологическим показателям НДТ при сжигании жидких топлив на крупных установках.

Анализ выбросов вредных (загрязняющих) веществ от каждой рассматриваемой единице основного технического оборудования АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленной площадки № 1 показал, что оно полностью соответствует технологическим показателям НДТ КТЭУ при сжигании газа и выбросы не представляют опасности для окружающей среды.

Анализ эксплуатационного опыта использования различных методов снижения выбросов при сжигании газообразного топлива в АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленная площадка № 1 показал, что для достижения наибольшего эффекта для снижения выбросов NO_x на производственном объекте необходимо ввести ряд технических и/или технологических изменений, а именно:

- Замена горелок на малотоксичные (на котлах № 3, 4, 5, 6 и 7), такой метод может потенциально сократить выбросы на 30-60%;
- Рециркуляция дымовых газов 60%, для использования данного метода требуется реконструкция системы отвода отходящих газов. Такаю систему можно дополнительно использовать для обогрева технологических помещений и/или подогрева воды;
- Двухступенчатое сжигание 30-50%, для использования данного метода необходим монтаж сопел вторичного воздуха.

Применение таких методов суммарно потенциально может уменьшить до 78 % выбросов оксидов азота в атмосферный воздух.

Термические и быстрые оксиды азота формируются при сжигании газообразного топлива из азота воздуха, эффективное снижение которых возможно за счет технологических – первичных методов (ПМ) подавления. Факторами воздействующими на формирование оксидов азота при сжигании газа являются: температура ядра факела (в том числе температура горячего воздуха), концентрации реагирующих веществ, время нахождения реагирующих веществ в зоне формирования оксидов азота. Более 80% оксидов азота при сжигании газа формируется в 1/3 длины факела горелки.

Горелки "внутрифакельного" подавления термических оксидов азота относятся к ПМ и являются элементом газозвдушного тракта котла. При всем многообразии конструкций малотоксичных вихревых горелок, в них реализуется концепция "внутрифакельного" снижения выбросов NO_x и использованы по существу одни и те же приемы:

- низкие избытки воздуха в зоне реагирующих веществ;
- ступенчатость по воздуху;
- ступенчатость по топливу;
- снижение температуры факела в зоне формирования оксидов азота;
- снижение концентрации реагирующих веществ;
- снижение времени нахождения реагирующих веществ в зоне формирования оксидов азота.

В настоящее время в мире для сжигания газообразного топлива существуют горелки, которые совместно с другими технологическими мероприятиями обеспечивают выбросы оксидов азота менее 2 мг/м при 6% O_2 (горелки 5-го поколения). Горелки третьего поколения, которые возможно применить в энергетических котлах, обеспечивают совместно с другими технологическими мероприятиями, выбросы оксидов азота менее 30 мг/м при 6% O_2 .

Исходя из вышеперечисленного предлагается низкоэмиссионными горелочными устройствами для сжигания газообразного топлива считать устройства, которые в своем базовом режиме работы (без применения остальных первичных методов подавления оксидов азота) могут обеспечить концентрации выбросы оксидов азота менее 100 мг/м при холодном воздухе и менее 150 мг/м при температуре горячего воздуха выше 200°C.

Средняя цена таких промышленных газо-мазутных горелок Российского производства составляет 950 тыс. руб. + монтаж 224 тыс.руб=11

Двухступенчатое сжигание это способ сжигания низкорреакционных углей (антрацитов), при котором часть воздуха, необходимого для горения, вводится в топку не через основные горелки, а через дополнительные сопла, расположенные на 1,5—2 м выше горелок. При этом масса пылевоздушной струи уменьшается и ускоряется её прогрев топочными газами, т. е. улучшаются условия воспламенения. Дополнительный воздух подводится к факелу уже в зоне развитого горения. Двухступенчатое сжигание дает до 30-50% эффективности очистки от оксидов азота, для использования данного метода необходим монтаж сопел вторичного воздуха.

Большой энциклопедический политехнический словарь. 2004.

Применение принципа организации двухступенчатого сжигания заключается в пространственном разделении в объеме топочной камеры двух основных процессов (ступеней), влияющих на образование оксидов азота в факеле. Воспламенение и сгорание основной части топлива в среде с недостатком кислорода (обычно при $\alpha = 0,8-4,95$);

Эффективность двухступенчатого сжигания определяется возможностью организации выраженных окислительной и восстановительной зон в топочной камере. Для успешной реализации этого подача оставшегося воздуха (как правило, $\Delta\alpha_{\text{Top}} = 15+25\%$), смешение с продуктами сгорания из первой ступени и догорание топливо-воздушной смеси.

Через основные горелки в топочную камеру подается топливо с недостатком воздуха ($\alpha < 1$), а остальная (необходимая для полного сгорания

топлива) часть воздуха подается далее по факелу через специальные сопла (рис.1). При упрощенном двухступенчатом сжигании вместо специальных сопел для ввода воздуха используются отключенные по топливу горелки.

Для метода требуется, чтобы топка котла отвечала следующим требованиям:

- большое количество горелок или их многоярусная компоновка;
- запас производительности горелок по топливу;
- расстояние между ярусами горелок должно обеспечивать достаточно протяженную восстановительную зону.

К основным недостаткам этого метода следует отнести отсутствие возможности отключения части горелок на номинальных нагрузках и возможное снижение эффективности со снижением нагрузки. Последнее происходит из-за существенного повышения избытков воздуха на минимальных нагрузках для обеспечения температуры перегрева и полноты выгорания топлива.

Рециркуляция дымовых газов – это возврат части продуктов сгорания в топку парового котла. Применяется для регулирования температуры перегретого пара, для борьбы со шлакованием поверхностей нагрева, для уменьшения образования в топке оксидов азота (борьба с токсичностью дымовых газов), для снижения тепловых нагрузок топочных экранов, а в слоевых топках ещё и для предотвращения шлакования колосниковых решёток. Эффективность такой рециркуляции составляет до 60%.

Большой энциклопедический политехнический словарь. 2004.

для использования данного метода требуется реконструкция системы отвода отходящих газов. Такаю систему можно дополнительно использовать для обогрева технологических помещений и/или подогрева воды.

Метод получил распространение в конце 70-х годов. Обобщение результатов испытаний при различных схемах ввода дымовых газов рециркуляции показало, что наибольший эффект по снижению выбросов NOx дает ввод дымовых газов рециркуляции через центральные каналы горелок.

Однако широкого распространения этот метод не нашел, так как возникают сложности с обеспечением стабильного воспламенения факела, особенно при сжигании тяжелых мазутов. Наибольшее распространение получил ввод дымовых газов рециркуляции в смеси с дутьевым воздухом, а также по среднему или периферийному каналам горелок.

Значительное снижение выбросов NO, с использованием этого метода было получено при сжигании газа в котле ТГМП-344А на ТЭЦ-26 Мосэнерго (до реконструкции -1500 мг/м³, при рециркуляции дымовых газов в воздушный короб с отключением части горелок — 100 мг/м³). При сжигании мазута применение рециркуляции дымовых газов привело к уменьшению концентрации NO, с 1320 до 210 мг/м³ (т.е. на 85 %, или в 5,3 раза).

3.2. Автоматизированный контроль качества атмосферного воздуха на предприятиях теплоэнергетики

Стационарные источники, перечень которых устанавливается правительством РФ, должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета объема или массы выбросов концентраций загрязняющих веществ, а так же техническими средствами фиксации и передачи информации об объеме и (или) о массе выбросов и о концентрации загрязняющих веществ в государственный фонд данных государственного экологического мониторинга.

Требования к автоматическим средствам измерения и учета объема или массы выбросов и концентрации ЗВ, техническим средствам фиксации и передачи информации об объеме или о массе сбросов и о концентрации ЗВ в государственный фонд данных государственного экологического мониторинга определяются в соответствии с законодательством РФ об обеспечении единства измерений № 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015)[23].

Таблица 14 – Источники с автоматическим контролем выбросов загрязняющих веществ[24].

	Источники	Контролируемые вещества
Производства электрической энергии, газа и пара	Котлы, газотурбинные установки	ВВ, NO _x (по NO ₂), CO, SO ₂

Требования в области производственного экологического аналитического контроля подлежат включению в разрешение наряду с технологическими нормативами.

В разрешении учитываются три ключевых элемента:

- Мониторинг (ПЭАК) выбранных параметров должен быть практически осуществимым;
- Требования в области (ПЭАК) должны быть установлены вместе с технологическими нормативами;
- Процедуры проверки (оборудования) также должны быть оговорены в доступной форме вместе с разрешением.

Необходимо разработать ряд рекомендаций по проектированию программы производственного аналитического контроля в части атмосферного воздуха на примере теплоэнергетического предприятия АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленная площадка № 1.

Для составления рекомендаций по проектированию программы производственного экологического контроля на основе НДТ в части атмосферного воздуха на примере теплоэнергетического предприятия необходимо рассмотреть основу законодательной базы в сфере НДТ.

В работе рассмотрены основные нормативные документы, на которых должно базироваться проектирование программы производственного экологического контроля (ПЭК), на основе наилучших подходов[2],[16],[20],[25].

Производственный экологический контроль представляет собой совокупность методов мониторинга (наблюдений и измерений) и в ряде случаев контроля (следующих за изменениями мер регулирования и корректировки хода технологических процессов и работы технических устройств) соответствия технологических и технических процессов требованиям НДТ[2].

Подходы и методы ПЭК должны с высокой степенью достоверности ответить на вопрос соответствия данного предприятия установленным в комплексном экологическом разрешении условиям.

В стандарте выпущенном в 2016 г. ГОСТ Р 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Системы к руководству по применению» установлены следующие требования в части производственного экологического мониторинга:

- определены параметры, подлежащие мониторингу и измерениям;
- определены методы, применяемые при проведении мониторинга, измерений и анализа и оценки полученных результатов, а так же, тогда когда это необходимо, методы обеспечения достоверности данных;
- критерии оценки результатов (экологической результативности) и соответствующие показатели
- когда должны проводиться мониторинг и измерения, а так же оценка полученных результатов (фактически – временной график)

В данном стандарте ГОСТ Р 14001–2016 указано так же, что для целей мониторинга и измерений должно использоваться откалиброванное и проверенное оборудование, так же рассматривается.

Основными принципами выбора наилучших подходов и методов для включения в программы производственного экологического контроля включают

- существенность показателя для выполнения условий комплексного экологического разрешения и подтверждения соответствия установленным требованиям;
- возможность контроля рисков возникновения тяжелых неблагоприятных последствий при отклонении параметра от заданного (нормального) интервала значений;
- учет временных характеристик технологических процессов;
- учет особенностей измерений в различных средах;

- учет метрологических требований;
- период внедрения (прежде всего, относится непрерывным измерениям);
- целесообразность (возможность) аутсорсинга;
- экономическая эффективность.

3.3.1. Выбор параметров для включения в программы ПЭК

Наилучшей практикой при организации программы ПЭК считается риск-ориентированный подход, при котором особое внимание уделяется мониторингу параметров, выход которых за границы установленных значений (отказа) может произойти с высокой вероятностью и/или грозит тяжелыми последствиями. Вероятность отказа, как и вероятность причинения вреда может быть условно разделена на три группы: «высокая», «средняя», «низкая». На рисунке показана «матрица рисков», помогающая определить в данном случае частоту мониторинговых измерений.

Вероятность причинения вреда	Высокая	3	4	4
	Средняя	2	3	4
	Низкая	2	2	3
Частота ПЭК				
1 – Эпизодически		Низкая	Средняя	Высокая
2 – Регулярно		Тяжесть последствий		
3 – Часто				
4 – Постоянно				

Рисунок 16 – выбор частоты проведения ПЭК в зависимости от риск-факторов[26]

Примеры факторов риска, которые могут рассматриваться при определении интенсивности ПЭК, следующие:

- мощность предприятия, от величины которой может зависеть воздействие на окружающую среду;

- класс опасности и количество опасных веществ, находящихся в производственном процессе и в эмиссиях;
- сложность производственного процесса, которая может увеличить вероятность аварийных ситуаций;
- частота смены технологических процессов, что характерно, например, для многоцелевых химических предприятий.

Вероятности отказа рассчитываются исходя из учета влияния различных факторов. В таблице приведена оценка риска в случае работы на природном газе и в случае работы на мазуте.

Таблица 15 – Факторы влияющие на вероятность превышения установленных нормативов эмиссий и последствия этого превышения[27]

Факторы, подлежащие учету, и соответствующие им уровни риска (в баллах)	Загрязняющие вещества и их риск превышения установленных нормативов						
	СО	NO _x	SO _x	Бенз(а)пирен	мазутная зола	углеводороды	шум
	Для использования основного топлива – природный газ и резервного – мазут						
а) число индивидуальных источников загрязнения, вносящих вклад в суммарные эмиссии (единичные=1 б. Множественные=2-3; многочисленные (>5) =4 б. и >))	1	1	1	1	1	4	1
б) стабильность условий технологического процесса (стабильные=1 б.; стабильные =2-3 б.; нестабильные=4 б. и >)	2	2	2	2	2	2	2
в) потенциал газоочистного оборудования в отношении избыточной эмиссии (имеются возможность справиться с пиковыми уровнями	4	4	4	4	4	4	4

эмиссии=1 б.; ограниченная=2-3 б.; нулевая=4 б. и >)							
г) вероятность механических отказов, вызванных коррозией (коррозия отсутствует=1; коррозия в пределах проектной нормы=2- 3; условия для коррозии сохраняются=4 б. и >)	2	2	2	2	2	4	2
д) гибкость производственного графика/количества и типов выпускаемой в единицу времени продукции (одна выделенная производственная линия=1 б.; ограниченный ассортимент продукции 2-3 б.; возможность измерения ассортимента, многопрофильное производство 4 б.)	1	1	1	1	1	1	1
е) результаты инвентаризации опасных веществ (опасные вещества отсутствуют или зависят от конкретного вида производства=1 б.; присутствуют в значительных объемах=2-3 б.; обширный список опасных химических веществ=4 б.)	1	1	1	1	1	2	2
ж) максимально возможная нагрузка по эмиссии (концентрация x	2	2	2	2	2	2	3

расход) (значительно ниже норматива=1 б.; приблизительно на уровне норматива=2-3 б.; значительно выше норматива=4 б.)							
з) продолжительность потенциального отказа оборудования (малая (менее часа)=1 б.; средняя (от 1 часа до 1 суток)=2-3 б.; большая (более суток)=4 б.)	4	4	3	2	1	2	4
и) характер последствий для окружающей среды (возможность острого отравления) (отсутствует 1 б.; потенциально существует=2-3 б.; существует некоторая вероятность =4 б.)	3	3	3	4	4	2	4
к) местоположение технологических установок (промзона=1 б.; безопасное расстояние до жилых районов=2-3 б.; близкое расположение к жилым районам=4)	2	2	2	2	2	3	2
л) коэффициент разбавления в принимающей атмосфере (высокий (>1000)=1 б.; нормальный =2-3 б.; низкий (<10)=4 б.)	2	2	2	2	2	2	3
м) вероятность наступления неблагоприятных метеорологических	2	3	3	2	2	2	1

условий							
н) особенности использования топлива при различных режимах	4	4	1	1	1	3	2
Среднее значение (баллов)	2,3	2,4	2,1	2	2	2,3	2,4

Исследовав различные факторы риска, влияющие на вероятность превышения установленных нормативов эмиссий, для всех ЗВ относятся к средней вероятности причинения вреда, а последствия этого превышения могут иметь среднюю тяжесть последствий. Это можно объяснить высокой долей выбросов ЗВ (NOx и CO) в выбросах ПРК ТЭЦ-1, а для остальных веществ средний уровень риска характерен, так как на границе СЗЗ расположена автостоянка работников и автостоянка ближайшей жилой застройки.

3.3.2. Выбор временных характеристик ПЭК

Основными временными параметрами ПЭК являются:

1. Время обора проб и/или проведения измерений
2. Время усреднения
3. Периодичность измерений

При выборе временных параметров ПЭК необходимо учитывать технологические особенности процесса, риска эмиссий для окружающей среды, технической возможности организации ПЭК.

Время отбора пробы/или проведения измерений относится к периоду времени (например, час, день, неделя и т.п.), в течение которого осуществляются измерения и/или отбор проб. Может оказаться, что именно время проведения этих процедур будет в значительной мере определять те результаты, которые будут получены в процессе ПЭК. При выборе временных параметров необходимо учитывать такие особенности технологического процесса на промышленном объекте, как:

-время/продолжительность использования определенных типов сырья или топлива;

-период технологического процесса, в течение которого оборудование работает с определенными показателями нагрузки или производительности;

-периоды сбоев или нештатных ситуаций в ходе технологического процесса. В таких случаях может потребоваться даже иной метод мониторинга, поскольку концентрации загрязняющих веществ могут превысить рабочий диапазон метода измерений, применяемого при нормальных условиях.

Временной график проведения отбора проб/измерений, описанный в программе производственного экологического контроля, входящей в состав КЭР, определяется, главным образом, типом технологического процесса и характером выбросов.

Пример определения рекомендуемого временного графика проведения отбора проб/измерений на Томской ТЭЦ-1, можно проиллюстрировать рисунками, расположенными ниже.

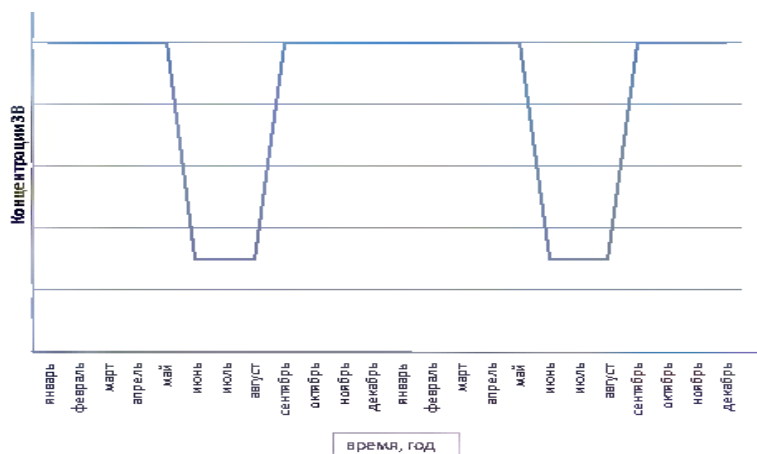


Рисунок 17 – Пример рекомендуемых параметров временных характеристик проведения измерений выбросов NO_x и CO (непрерывный контроль)[28].

Рисунок 17 представляет собой периодический технологический процесс. Время отбора проб и время усреднения ограничены периодами осуществления такого технологического процесса. Средние значения для выбросов в течение всего цикла, включая периоды простоя оборудования, представляют особый интерес при оценке общей нагрузки. Частота отбора проб может быть постоянной или изменяющейся.

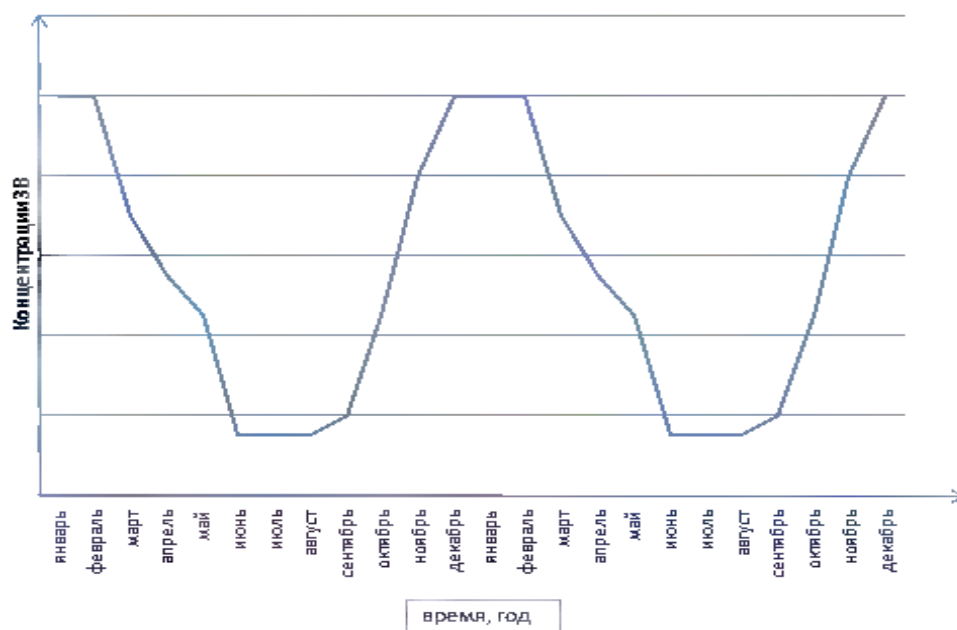


Рисунок 18 – Пример рекомендуемых параметров временных характеристик проведения измерений выбросов бенз(а)пирена, SO_x, мазутной золы (проведения экологического контроля не реже 1 раза в квартал)[28]

Рисунок 18 представляет собой периодический технологический процесс, в котором возникают краткосрочные, но значительные по высоте пики, которые практически не влияют на совокупные величины выбросов. Для Контроля пиковых значений используются очень короткие периоды усреднения, для контроля совокупного количества выбросов – более продолжительные. Нуждам контроля пиковых значений в большей степени отвечает высокая частота измерений отбора проб (например, непрерывные измерения).

При определении временного графика (времени измерений отбора проб, частоты, временного интервала измерения и т.д.) в целях установления технологических нормативов и организации соответствующего контроля необходимо принимать во внимание следующие факторы:

- период времени, за который окружающей среде или человеку может быть нанесен вред;
- измерения параметров технологического процесса;
- период времени необходимый для получения статистически репрезентативной информации;

- время реагирования для каждого из измерительных приборов;
- требования репрезентативности получаемых данных для объекта ПЭК и их сопоставимости с данными полученными на других промышленных объектах;
- экологические цели.

Для определения периодичности измерений при осуществлении инструментального контроля стационарных источников по каждому источнику выброса необходимо установить категорию выброса посредством расчета параметров приведенных ниже[27].

Для определения периодичности измерений при осуществлении инструментального контроля стационарных источников выбросов по каждому источнику выбросов и выбрасываемому загрязняющему веществу, устанавливается категория выбросов по средствам расчета параметров $\Phi_{k,j}^k$ и $Q_{k,j}$, характеризующих влияние выброса j -го вещества с k -го источника выбросов, на загрязнение атмосферного воздуха прилегающих к объекту территорий по следующим формулам:

$$\Phi_{k,j}^k = \frac{M_{k,j}}{H_k \cdot \text{ПДК}_j} \cdot \frac{100}{100 - \text{КПД}_{k,j}} \quad (1)$$

$$Q_{k,j} = q_{жк,j} \cdot \frac{100}{100 - \text{КПД}_{k,j}} \quad (2)$$

$\Phi_{k,j}^k$ – характеризует степень соответствия величины выброса j -го вещества из k -го источника выбросов нормативам качества атмосферного воздуха с учетом высоты источника и эффективности очистки газа;

$Q_{k,j}$ – характеризует расчетную с учетом неблагоприятных метеорологических условий выброса максимальную концентрацию j -го загрязняющего вещества из k -го источника выброса на границе ближайшей жилой застройки с учетом эффективности очистки газа;

$M_{k,j}$ (г/с) – величина выброса j -го загрязняющего вещества из k -го источника выброса;

$ПДК_j$ ($мг/м^3$) – максимальная разовая предельно допустимая концентрация;

$q_{жк,j}$ (в долях ПДК) – максимальная по метеорологическим условиям (скоростям и направлениям ветра) расчетная приземная концентрация данного (j-го) загрязняющего вещества, создаваемая выбросом из рассматриваемого k-го источника на границе ближайшей жилой застройки;

$КПД_{k,j}$ (%) – средний эксплуатационный коэффициент полезного действия установки очистки газа, установленного на k-м источнике выбросов при улавливании j-го загрязняющего вещества;

H_k (м) – высота источника выброса.

Выполнив расчеты для Томской ТЭЦ-1, в соответствии с данной методикой, определили периодичность проведения мониторинга качества атмосферного воздуха.

В целях определения периодичности отбора проб при осуществлении инструментального контроля стационарных источников выбросов предусматриваются 4 категории выбросов (I, II, III, IV) с подразделением I, II, III категорий на 2 подкатегории (IA, IB; IIA, IIB; IIIA, IIIB).

Источник выбросов по выбрасываемому загрязняющему веществу соответствует IA подкатегории I категории выбросов при выполнении следующих условий: $\Phi_{k,j}^k > 5$ и $Q_{k,j} \geq 0,5$.

Источник выбросов по выбрасываемому загрязняющему веществу соответствует IB подкатегории I категории выбросов при выполнении следующих условий: $0,001 \leq \Phi_{k,j}^k \leq 5$ и $Q_{k,j} > 0,5$.

Источник выбросов по выбрасываемому загрязняющему веществу соответствует IIA подкатегории II категории выбросов при одновременном выполнении следующих условий:

а) $\Phi_{k,j}^k > 5$ и $Q_{k,j} < 0,5$;

б) для рассматриваемого источника выбросов разработаны мероприятия по сокращению выбросов данного загрязняющего вещества в

рамках достижения нормативов предельно допустимых выбросов на период выполнения плана мероприятий по охране окружающей среды или достижения технологических нормативов выбросов на период реализации программы повышения экологической эффективности.

Источник выбросов по выбрасываемому загрязняющему веществу соответствует ИБ подкатегории II категории выбросов при одновременном выполнении следующих условий:

а) $0,001 < \Phi_{k,j}^k \leq 5$ и $Q_{k,j} < 0,5$;

б) для рассматриваемого источника выбросов разработаны мероприятия по сокращению выбросов данного загрязняющего вещества в рамках достижения нормативов допустимых выбросов на период выполнения плана мероприятий по охране окружающей среды или достижения технологических нормативов выбросов на период реализации программы повышения экологической эффективности.

Источник выбросов по выбрасываемому загрязняющему веществу соответствует IIIА подкатегории III категории выбросов при выполнении следующих условий:

$$\Phi_{k,j}^k > 5 \text{ и } Q_{k,j} < 0,5.$$

Источник выбросов по выбрасываемому загрязняющему веществу соответствует IIIБ подкатегории III категории выбросов при выполнении следующих условий:

$$0,001 \leq \Phi_{k,j}^k \leq 5 \text{ и } Q_{k,j} < 0,5.$$

Источник выбросов по выбрасываемому загрязняющему веществу соответствует IV категории выбросов при выполнении следующих условий:

$$\Phi_{k,j}^k < 0,001 \text{ и } Q_{k,j} < 0,5$$

Исходя из определенной категории источника выбросов, по выбрасываемому загрязняющему веществу, предусматривается следующая периодичность отбора проб при осуществлении инструментального контроля:

I категория:

IA подкатегория – не реже 1 раза в месяц;

IB подкатегория – не реже 1 раза в квартал;

II категория:

IIA подкатегория – не реже 1 раза в квартал;

IIB подкатегория – не реже 2 раз в год;

III категория:

IIIA подкатегория – не реже 2 раз в год;

IIIB подкатегория – не реже 1 раза в год;

IV категория – не реже 1 раза в 5 лет.

Воспользовавшись данными формулами вычислили категорию и подкатеорию для веществ NO_x и CO . Исследуемые вещества NO_x и CO относятся к I категории, подкатегории IB, следовательно, мониторинг по данной методике можно рекомендовать не реже 1 раза в квартал.

Периодичность проведения проверок работы установок очистки газов устанавливается согласно правилам эксплуатации установок очистки газа, утвержденных в соответствии со статьей 16.1 Федерального закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»[20].

При осуществлении производственного экологического контроля (мониторинга) на источниках сбросов загрязняющих веществ в водные объекты (выпусках, створах), объектах размещения отходов, объектах недропользования периодичность устанавливается в соответствии с условиями разрешительной и проектной документации (разрешения, лицензии, проектная документация на строительство объектов размещения отходов).

Однако при использовании изложенного подхода определения периодичности измерений при осуществлении инструментального контроля стационарных источников выбросов следует в обязательном порядке учитывать требования, устанавливаемые в существующих и подлежащих разработке и принятию при переходе к нормированию по НДТ нормативных правовых актах, имеющих отношения к порядку и принципам проведения ПЭК[27].

3.3.3. Выбор метода измерения и пробоотбора

Согласно исследуемому документу целесообразно предусматривать различные подходы к определению объема и количества выбросов [27].

В Проекте Постановления Правительства РФ "Об утверждении перечня стационарных источников и перечня вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения и учета объема или массы выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах, а также технических средств передачи информации об объеме или о массе таких выбросов, о концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах" котельные, работающие на газовом топливе должны проводить измерения в автоматизированном режиме CO и NOx.

Для целей организации непрерывного автоматизированного контроля концентрации CO и NOx целесообразно использовать автоматизированные газоанализаторы.

Наиболее широко используются два принципа регистрации ЗВ: электрохимический и оптический. Стационарные автоматические газоанализаторы непрерывного действия изготавливаются в двух конструктивных вариантах: для установки с одной стороны газохода и для установки поперек газохода. Требования к автоматизированным системам контроля описаны в [27]. К примеру, соответствуют данным требованиям беспроботборные газоанализаторы SICK.

В соответствии с законодательством РФ, предприятие может само назначать ответственное/ые лицо/а в области ООС и выбирать кто будет осуществлять производственный экологический мониторинг. В ПЭК должны быть предусмотрены альтернативные подходы для оценки выбросов, например балансовый или расчетный. В настоящее время контроль ЗВ на Томской ТЭЦ-1 осуществляется с помощью методики расчета Teslo 350 XL. Для осуществления программы экологического контроля используют портативные переносные

газоанализаторы. Периодический мониторинг состояния ОС на границе СЗЗ, осуществляют сторонние организации[27],[28],[29].

3.3.4. Метрологическое обеспечение анализа

Практическая значимость результатов измерений и мониторинга определяется двумя основными характеристиками:

- надежностью, т.е. степенью доверия к результатам;
- сопоставимостью, т.е. возможностью их сравнения с другими результатами для других предприятий, отраслей, регионов или стран.

Надежность данных может быть определена как точность, или близость данных к истинному значению. В некоторых случаях требуется чрезвычайно высокая точность данных, т.е. высокая степень их близости к истинному значению, тогда как в других ситуациях достаточно приблизительных или оценочных данных.

Сопоставимость – это показатель (степень) уверенности, с которой один массив данных можно сравнивать с другим. Для того чтобы результаты, полученные для разных предприятий и/или отраслей, можно было бы сравнивать друге другом, соответствующие данные должны быть получены таким образом, чтобы была обеспечена сопоставимость во избежание ошибочных решений.

Методики (методы) измерений, разработанные для ПЭК

При реализации ПЭК в Российской Федерации применяются стандартизованные и (или) аттестованные методики измерений, сведения о которых должны быть представлены ФИФ ОЕИ. Деятельность по реализации ПЭК согласно Федеральному закону «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ [23] относится к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений (предусмотрены частью 1 статьей 3, перечисление: 3) «осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды»), что требует применения аттестованных методик для измерения показателей состава и свойств объектов ПЭК[27].

В целях осуществления единой научно-технической политики в области осуществления экологического контроля на территории Российской Федерации ФГБУ «ФЦАО» Росприроднадзора по праву преемственности ведет Реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для государственного экологического контроля и мониторинга.

Сведения об аттестованных методиках измерений ПНД Ф, в том числе характеризующие состав сбросов загрязняющих веществ приведены в ФИФ ОЕИ[30].

3.4. Экономическая эффективность методов подавления NO_x

При анализе экономических аспектов выбора мероприятий по сокращению выбросов оксидов азота на ТЭС в первую очередь рассматривались технологические методы подавления оксидов азота - первичные методы (ПМ). Они были ранжированы (определены приоритеты) с учетом вида топлива, минимизации затрат и требуемого снижения фактической концентрации в таком порядке:

- установка малотоксичных горелок в существующие амбразуры, без изменения поверхностей нагрева под давлением;
- ступенчатый ввод воздуха;
- трехступенчатое сжигание, предпочтительно с использованием природного газа для создания восстановительной среды выше зоны активного горения;
- комбинированный метод, включающий 2–3 из перечисленных выше технологических методов.

Проверенные на большом числе газовых котлов первичные методы (ПМ) отличаются как эффективностью, так и затратами при их реализации на действующих котлах. В таблице 16 приведены данные по эффективности и стоимости как отдельных, так и комбинации ПМ.

Составив пропорции, вычислим сколько составят рекомендуемые удельные капитальные затраты и дополнительные эксплуатационные затраты на реконструкцию исследуемого объекта (замена горелок на малотоксичные, двухступенчатое сжигание и рециркуляция дымовых газов), исходя из мощности котлоагрегатов (мВт).

Таблица 16– Экономическая эффективность применения методов (замена горелок на малотоксичные, двухступенчатое сжигание и рециркуляция дымовых газов) подавления NO_x

Технология	Потенциальное сокращение выбросов NO _x , %		Удельные капитальные затраты, руб./кВт		Время необходимое для внедрения мероприятия, мес,**		Дополнительные эксплуатационные затраты, коп./кВт*ч	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Котел 300 мВт	50	78	200	470*	2,0	6,0	0,6	1,2
№ 1 Котел водогрейный КВ-ГМ-140 139,65 мВт	50	78	93,1	218,8	2,0	6,0	0,3	0,6
№ 3 Котел водогрейный ПТВМ-100 116,30 мВт	50	78	77,5	182,2	2,0	6,0	0,2	0,5
№ 4 Котел водогрейный ПТВМ-180, 209,39 мВт	50	78	139,6	328	2,0	6,0	0,4	0,8
№ 5 Котел водогрейный ПТВМ – 180, 209,39 мВт	50	78	139,6	328	2,0	6,0	0,4	0,8
№ 6 Котел водогрейный ПТВМ-180, 209,39 мВт	50	78	139,6	328	2,0	6,0	0,4	0,8
№ 7 Котел паровой ДЕ-25-14ГМ, (25) (т/час) 16,75 мВт	50	78	11,2	26,2	2,0	6,0	0,03	0,06

Рассчитаем рекомендуемые удельные капитальные и дополнительные эксплуатационные затраты направленные на модернизацию объекта.

Таблица 16 – Размер удельных капитальных и дополнительных эксплуатационных затрат, руб.

Котлоагрегат	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты
№ 1 Котел водогрейный 139,65 мВт 139560 кВт/час	13001415	8379
№ 3 Котел водогрейный 116,30 мВт 116300 кВт/час	9013250	3489
№ 4 Котел водогрейный 209,39 мВт 209390 кВт/час	29230844	4187,8
№ 5 Котел водогрейный 209,39 мВт 209390 кВт/час	29230844	8375,6
№ 6 Котел водогрейный 209,39 мВт 209390 кВт/час	29230844	8375,6
№ 7 Котел паровой (25) (т/час) 16,75 мВт 16750 кВт/час	187600	670
Итого	109894797	33477

Выведенные цифры говорят о том что, жесткие рамки экологического законодательства вынуждают тратить производителей большие деньги на реконструкцию объектов для того чтобы соответствовать меняющемуся стандартам в области охраны окружающей среды. Однако правительством предусмотрены некоторые льготы для возмещения затрат при осуществлении программ повышения экологической эффективности (2019-2025 г.г.), механизмы применения на практике которых еще не разработаны правительством РФ.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1. Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Существует понятие целевого рынка. Под ним, как правило, понимают отдельные сегменты рынка, на котором в будущем будет продаваться разработка. Сегментом является некоторая часть рынка, которая представляет собой группу потребителей, обладающих общими признаками между собой и отличными от других сегментов. Потребителям разных сегментов требуется определенной вид товара или услуги. Разделение потребителей на подобные группы (сегменты) является неотъемлемой частью предпроектного анализа. Этот процесс разделения называется сегментированием.

Выполним сегментирование рынка производства тепловой энергии следующим критериям: потоковое/проектное производство оборудования очистки отходящих газов а так же выборочное/комплексное очищение отходящих газов от загрязняющих веществ.

Таблица 17 – сегментирование рынка активного производства оборудования для очистки отходящих газов от теплоэнергетических производств

	Технология очистки	
	Производство соответствует критерию «Наилучше доступные технологии»	Производство не соответствует критерию «Наилучше доступные технологии»
Производство тепловой энергии	I	II

I – На рынке существует ряд производителей тепловой энергии которые соответствуют установленным Российским законодательством критериям «наилучшие доступные технологии»;

II – На рынке существует ряд производителей тепловой энергии которые не соответствуют установленным Российским законодательством критериям «наилучшие доступные технологии», а значит требуют различного рода

реконструкции/применение различных методов очистки отходящих газов от технологических до технических.

Из построенной карты сегментирования, можно заметить, что существующие на рынке предприятия в Российской Федерации, производящие тепловую энергию и по разному влияют на качество атмосферного воздуха и соответственно имеют различную степень экологизации различных теплоэнергетических производств.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Известно, что рынок находится в постоянном движении и развитии. Следовательно, анализ существующих продуктов, способных составить конкуренцию разработке, необходимо проводить систематически. Такой подход позволит своевременно внести коррективы в разработку для успешного противостояния конкурентоспособным продуктам. Необходимо объективно оценивать достоинства и недостатки разработок конкурентов. Для этого может быть использована следующая информация о конкурентных разработках:

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

Такой анализ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения дает возможность оценить эффективность научной разработки и определить направления для ее последующего роста. Данный анализ целесообразно проводить с помощью оценочной карты, представленной в таблице 5.1. Требуется привести не менее трех конкурентных товаров и разработок.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i * B_i, \quad (3)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента,

V_i – вес показателя (в долях единицы),

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 18 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}
1.Повышение производительности труда пользователя	0,06	2	3	4	0,12	0,18	0,24
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,09	2	3	4	0,18	0,27	0,36
3. Надежность	0,14	2	3	4	0,28	0,42	0,56
4. Безопасность	0,12	3	3	3	0,36	0,36	0,36
5. Простота эксплуатации	0,08	2	3	4	0,16	0,24	0,32
6. Качество интеллектуального интерфейса	0,11	2	3	5	0,22	0,33	0,55
7. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	3	3	4	0,21	0,21	0,28
2. Цена	0,07	2	3	2	0,14	0,21	0,14
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
4. Послепродажное обслуживание	0,06	2	3	3	0,12	0,18	0,18
Итого	1	28	33	40	2,59	3	3,69

Данные, сведенные в таблицу 18, позволяют заключить, что наиболее конкурентоспособным из приведенных продуктов является система krebs. Критерии, за счет которых разработка показывает свою большую конкурентоспособность, включают: производительность, степень извлечения, разделение по плотности, качество выделения магнитной фракции.

4.1.3. FAST-анализ

FAST-анализ выступает как синоним функционально-стоимостного анализа. Суть этого метода базируется на том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

Проведение FAST-анализа предполагает шесть стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;
4. Анализ стоимости функций выполняемых объектом исследования;
5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;

6. Оптимизация функций выполняемых объектом.

Рассмотрим выполнение каждой стадии подробно.

Стадия 1. Выбор объекта FAST-анализа.

В рамках магистерской диссертации в качестве объекта FAST-анализа выступает объект исследования. Объектом исследования является эксплуатация Томской ТЭЦ-1.

Стадия 2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.

Таблица 19 – Классификация функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
№1 Котел водогрейный КВ-ГМ-140, № 3 Котел водогрейный ПТВМ-100, № 4,5,6 Котел водогрейный ПТВМ-180	5	Подогрев воды с помощью сжигания природного газа	X		
№ 7 Котел паровой ДЕ-25-14ГМ	1	Преобразование пара в электроэнергию	X		
Газ	-	В соединении с воздухом образует газозооухную топливную среду		X	
Воздух	-	В соединении с газом образует газозооухную топливную среду		X	
Вода	-	Теплоноситель для передачи тепла потребителю		X	
Трубопровод	1	Обеспечивает передачу теплоносителя потребителю			X
Водяной насос	12	Обеспечивает			X

		передачу теплоносителя потребителю			
--	--	--	--	--	--

Стадия 3. Определение значимости выполняемых функций объектом.

Для оценки значимости функций будем использовать метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глущенко В.Ф. В основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции.

На первом этапе необходимо построить матрицу смежности функции (табл. 20).

Таблица 20 – Матрица смежности

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Функция 5
Функция 1	=	>	<	<	>
Функция 2	<	=	<	<	<
Функция 3	>	>	=	<	>
Функция 4	>	>	>	=	>
Функция 5	<	>	<	<	=
<i>Примечание: «<» - менее значимая; «=» - одинаковые функции по значимости; «>» - более значимая</i>					

Второй этап связан в преобразованием матрицы смежности в матрицу количественных соотношений функций (табл. 21).

Таблица 21 – Матрица количественных соотношений функций

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Функция 5	ИТОГО
Функция 1	1	1,5	0,5	0,5	1,5	5
Функция 2	0,5	1	0,5	0,5	0,5	3
Функция 3	1,5	1,5	1	0,5	1,5	6
Функция 4	1,5	1,5	1,5	1	1,5	7
Функция 5	0,5	1,5	0,5	0,5	1	4
<i>Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»</i>						25

В рамках третьего этапа происходит определение значимости функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям. Так, для функции 1 относительная значимость равна

$5/25 = 0,2$; для функции 2 - $3/25 = 0,12$; для функции 3 - $0,24$; для функции 4 - $0,28$ и для функции 5 - $0,16$.

Стадия 4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Задача данной стадии заключается в том, что с помощью специальных методов оценить уровень затрат на выполнение каждой функции. Сделать это возможно с помощью применения нормативного метода. Расчет стоимости функций приведен в табл. 22.

Таблица 22 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Норма расхода, кг	Трудоемкость детали, нормо-ч.	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.
№1 Котел водогрейный КВ-ГМ -140, № 3 Котел водогрейный ПТВМ – 100, № 4,5,6 Котел водогрейный ПТВМ – 180	5	Подогрев воды с помощью сжигания природного газа	-	-	60000 0	-	3000000
№ 7 Котел паровой ДЕ-25-14ГМ	1	Преобразование пара в электроэнергию	-	-	60000 0	-	600000
Газ	-	В соединении с воздухом образует газозвдухную топливную среду	157000	-	12717 00	-	1271700
Воздух	-	В соединении с газом образует газозвдухную топливную	-	-	-	-	-

		среду					
Вода	-	Теплоноситель для передачи тепла потребителю	300000	-	63,29	-	1898700
Трубопровод	1	Обеспечивает передачу теплоносителя потребителю	7300	0,092	127800	4900	132700
Водяной насос	12	Обеспечивает передачу теплоносителя потребителю	-	-	15000	-	180000

В дальнейшем путем суммирования затрат по каждой функции определяется общая стоимость каждой из них. Данная информация используется для построения функционально-стоимостной диаграммы на следующей стадии.

Стадия 5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ.

Информация об объекте исследования, собранная в рамках предыдущих стадий, на данном этапе обобщается в виде функционально-стоимостной диаграммы (ФСД) (рис. 19)

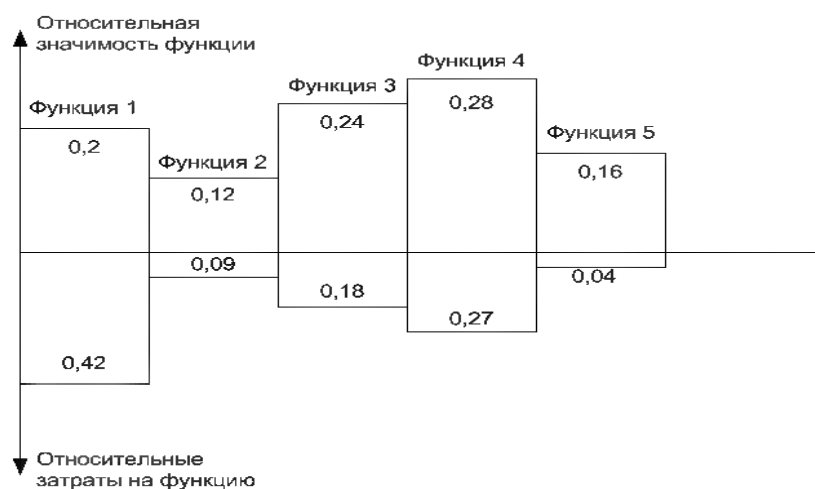


Рисунок 19 – Функционально-стоимостная диаграмма

Построенная функционально-стоимостная диаграмма позволяет выявить диспропорции между важностью (полезностью) функций и затратами на них. Анализ приведенной выше ФСД показывает явное наличие рассогласования по функции 1. Необходимо провести работы по ликвидации данных диспропорций.

Стадия 6. Оптимизация функций выполняемых объектом.

Для оптимизации стоимости первой функции предлагается применить методы оптимизации параметров надежности, повышения ремонтпригодности уже существующего и внедряемого оборудования.




Также для повышения конкурентоспособности и сокращения затрат внедряется режимная карта, учитывающая параметры расхода топлива, и автоматическое управление пуском оборудования, что позволяет сократить расход природного газа без потери эффективности производственных мощностей.

Таблица 23 – План проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Разработка технического задания на НИР	15	01.09.2017	15.09.2017	Е.В. Ларионова
2	Анализ технического задания	17	16.09.2017	02.10.2017	М.А. Макрушина
3	Обзор литературы по теме исследования	46	03.10.2017	17.11.2017	М.А. Макрушина
4	Выбор методов исследования	8	18.11.2017	25.11.2017	М.А. Макрушина
5	Анализ документов АО "Томская генерация" в области охраны окружающей среды	18	26.11.2017	13.12.2017	М.А. Макрушина
6	Анализ современной литературы в области наилучших доступных технологий в российской федерации	37	14.12.2017	20.01.2018	М.А. Макрушина

7	Анализ соответствия основного технического оборудования промышленной площадки № 1 ТЭЦ-1 АО "Томская генерация" критериям «наилучших доступных технологий»	70	21.01.2018	31.03.2018	М.А. Макрушина
8	Внесение корректировок в работу	9	01.04.2018	09.04.2018	М.А. Макрушина Е.В. Ларионова
9	Разработка раздела магистерской диссертации на иностранном языке	14	10.04.2018	23.04.2018	М.А. Макрушина Н.В. Демьяненко
10	Разработка раздела «Социальная ответственность»	7	24.04.2018	30.04.2018	М.А. Макрушина Ю.А. Амелькович
11	Разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	7	01.05.2018	07.05.2018	М.А. Макрушина А.Г. Данков
12	Оформление и представление ВКР	39	08.05.2018	15.06.2018	М.А. Макрушина
Итого:		287			

Таблица 24 – Диаграмма Ганта:  - исполнитель;  - руководитель;  - эксперт

Код работы	Название	Состав участников	Длительность, дни	Период																												
				сентябрь			октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель			май			июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Разработка технического задания на НИР	Е.В. Ларионова	15																													
2	Анализ технического задания	М.А. Макрушина	17																													
3	Обзор литературы по теме исследования	М.А. Макрушина	46																													
4	Выбор методов исследования	М.А. Макрушина	8																													
5	Анализ документов АО "Томская генерация" в области охраны окружающей среды	М.А. Макрушина	18																													

4.2. Бюджет научного исследования

При планировании бюджета НИИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НИИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- Основная заработная плата;
- Дополнительная заработная плата;
- Отчисления на социальные нужды;
- Накладные расходы;
- Реестр рисков проекта;
- Итого плановая себестоимость.

4.2.1. Основная заработная плата

Статья учитывает заработную плату всех лиц, участвующих в выполнении проекта. Величина заработной платы зависит от трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Также здесь учитываются премии, выплачиваемые ежемесячно из фонда заработной платы в соответствии с Положением об оплате труда.

Для того чтобы рассчитать основную заработную плату, необходимо знать среднедневную заработную плату работника и продолжительность работ:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (4)$$

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

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

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

Среднедневную заработную плату определим по формуле 5:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (5)$$

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

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней. Величина F_{∂} определяется из таблицы 5.9, в которой представлен баланс рабочего времени.

Таблица 25 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель	Эксперт
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней			
- выходные дни	104	104	104
- праздничные дни	14	14	14
Потери рабочего времени			
- отпуск	28	28	28
- невыходы по болезни	0	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени (F_{∂} , дней)	219	219	219

Месячный должностной оклад работника определяется в свою очередь по следующей формуле 6:

$$Z_m = Z_b \cdot k_p, \quad (6)$$

где Z_b – базовый оклад, руб;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Результаты расчета основной заработной платы сведены в таблицу 5.10. При расчете в качестве базового оклада Z_b берется сумма в 26300 рублей для руководителя и эксперта – оклад в организации, где проводилась реализация проекта (НИ ТПУ). Оклад исполнителя зададим как 0,25 от оклада руководителя. Отпуск сотрудников Института составляет 28 календарных дней, следовательно, количество месяцев работы без отпуска в течение года составляет $M=11,08$ месяца.

Таблица 26 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{раб.раб.дн}}$	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	26300	1,3	34190	1729,8	10	17298
Исполнитель	6575	1,3	8547,5	432,45	219	94706,55
Эксперт	26300	1,3	34190	1729,8	10	17298

4.2.2. Дополнительная заработная плата научно- производственного персонала

Статья содержит выплаты, предусмотренные законодательством о труде. Это может быть оплата отпусков, вознаграждения и т.д. Дополнительная заработная плата определяется как 10-15% от основной заработной платы работников:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн}, \quad (7)$$

Где $Z_{дон}$ – дополнительная заработная плата, руб;

$k_{дон}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

Таким образом, заработная плата будет равна:

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{дон} \quad (8)$$

В таблице 27 представлены данные об основной и дополнительной заработной платы исполнителей проекта.

Таблица 27 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель	Эксперт
Основная заработная плата	17298	94706,55	17298
Дополнительная заработная плата (10 % от основной заработной платы)	1729,8	9470,66	1729,8
Заработная плата исполнителя	19027,8	104177,21	19027,8
Итого по статье $C_{зп}$	142242,81		

4.2.3. Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{дон}), \quad (9)$$

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

Коэффициент отчислений $k_{внеб} = 27,1\%$ от суммы затрат на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИР.

$$C_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot 38055,6 = 10313,07 \text{ руб}$$

4.2.4. Накладные расходы

Данная статья расходов включает затраты на хозяйственное обслуживание и управление, содержание, эксплуатацию, а также ремонт оборудования и инвентаря. Как правило на такие расходы отводят от 70 до 90 % от суммы основной заработной. Определим накладные расходы:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дон}}), \quad (10)$$

Где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,8 \cdot 142242,81 = 113794,25 \text{ руб}$$

На основании проведенных расчетов и полученных результатов вычисляется плановая себестоимость НИР (таблица 28)

Таблица 28 – Калькуляция плановой себестоимости НИР

Наименование статей затрат	Сумма, руб
Заработная плата	142242,81
Отчисления на социальные нужды	10313,07
Накладные расходы	113794,25
Итого себестоимость НИР	266350,13

5. Социальная ответственность

Проведение социальной политики, как на уровне государства, так и на уровне компании способствует формированию и совершенствованию отношений в сфере труда. В связи с этим необходимо акцентировать внимание на тех аспектах социальной политики, которые, во-первых, связаны непосредственно с трудовой деятельностью и, во-вторых, описывают необходимые побуждающие воздействия, мотивирующие трудовую деятельность. Регулирование социально-трудовых отношений осуществляется на уровне партнерства государства, предприятия и работника.

Социально-экономические взаимоотношения в АО «Томская генерация» соответствуют гармоничному развитию организации. Цель проведения социальной политики заключается в деятельности, ориентированной на повышение качества трудового потенциала коллектива организации. Социальная ответственность фирмы перед работниками по праву считается главной составляющей корпоративной стратегии и включает в себя ответственность за благополучие своих сотрудников в социальной сфере, ответственность за благополучие общества в целом (уплата налогов, выплата заработной платы, обеспечение необходимых условий труда).

В главе рассмотрены проблемы обеспечения безопасного проведения работ с использованием автоматизированного рабочего места, а также в производственных помещениях на Томской ТЭЦ-1.

5.1. Профессиональная социальная безопасность

АО «Томская генерация», являясь одним из ключевых элементов энергетической отрасли г. Томска и обеспечивая конечные результаты ее деятельности, определяет в качестве главного приоритета своей деятельности охрану жизни и здоровья работников, а также обеспечение безопасных условий их труда.

АО «Томская генерация» в полной мере осознавая потенциальную опасность возможного негативного воздействия на жизнь и здоровье

работников, будет развивать свое производство и проводить работы таким образом, чтобы минимизировать риски и предотвратить угрозы возникновения производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников.

В своей деятельности АО «Томская генерация» руководствуется принципами:

- выполнения требований российского законодательства, международных договоров Российской Федерации, стандартов в области охраны труда;
- постоянного улучшения и совершенствования деятельности в области охраны труда и условий труда;
- планирования и осуществления деятельности направленной на снижение производственного травматизма и профессиональных заболеваний;
- планирования и осуществления деятельности, направленной на оснащение работников современными средствами индивидуальной защиты от опасных производственных факторов;
- открытости значимой информации о деятельности в области охраны труда.

5.1.1. Опасные факторы при эксплуатации Томской ТЭЦ-1 и меры по защите

Таблица 29 – Опасные факторы и меры по защите от них на Томской ТЭЦ-1

Опасные факторы	Меры по защите от опасных факторов
Высокая температура среды	Разработка и внедрение производственных инструкций и выдача средств индивидуальной защиты
Высокое давление	Разработка и внедрение производственных инструкций

5.1.2. Вредные факторы при эксплуатации Томской ТЭЦ-1 и меры по защите

Таблица 30 – Вредные факторы и меры по защите от них на Томской ТЭЦ-1

Опасные факторы	Меры по защите от опасных факторов
Возможное наличие токсичных газов на рабочем месте	Контроль за уровнем токсичных газов на рабочем месте и в местах возможных утечек
Шум	Разработка и внедрение производственных инструкций и выдача средств индивидуальной защиты
Освещение	Разработка и внедрение производственных инструкций и выдача средств индивидуального освещения

5.1.3. Вредные и опасные факторы при работе на персональных электронно-вычислительных машинах административно-технического персонала Томской ТЭЦ-1

Работа с персональным компьютером – это воспроизведение визуальной информации на дисплее, которая должна быстро и точно восприниматься пользователем.

Основным фактором, влияющим на производительность труда людей, работающих с ПЭВМ и ВДТ, являются комфортные и безопасные условия труда.

Условия труда пользователя, работающего с персональным компьютером, определяются:

- особенностями организации рабочего места;
- условиями производственной среды (освещением, микроклиматом, шумом, электромагнитными и электростатическими полями, визуальными эргономическими параметрами дисплея и т. д.);

- характеристиками информационного взаимодействия человека и персональных электронно-вычислительных машин.

При выполнении работ на персональном компьютере (ПК) согласно ГОСТу 12.0.003-2015 “ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация” могут иметь место следующие факторы:

- повышенная температура поверхностей ПК;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- выделение в воздух рабочей зоны ряда химических веществ;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенный или пониженный уровень отрицательных и положительных аэроионов;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- повышенная контрастность;
- прямая и отраженная блескость;
- зрительное напряжение;
- монотонность трудового процесса;
- нервно-эмоциональные перегрузки.

К числу факторов, ухудшающих состояние здоровья пользователей компьютерной техники, относятся электромагнитное и электростатическое поля, акустический шум, изменение ионного состава воздуха и параметров микроклимата в помещении. Немаловажную роль играют эргономические параметры расположения экрана монитора (дисплея), состояние освещенности

на рабочем месте, параметры мебели и характеристики помещения, где расположена компьютерная техника.

С 30 июня 2003 г. введены новые Санитарно-эпидемиологические правила СанПиН 2.2.2/2.4. 1340–03 “Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы”. Требования Санитарных правил распространяются на вычислительные электронные цифровые машины персональные и портативные; периферические устройства вычислительных комплексов (принтеры, сканеры, клавиатуру, модемы внешние); устройства отображения информации (видеодисплейные терминалы – ВДТ) всех типов, условия и организацию работы с ПЭВМ и направлены на предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ. Рабочие места с использованием ПЭВМ и помещения для их эксплуатации должны соответствовать требованиям Санитарных правил.

Химические вредные и опасные факторы следующие: повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода, озона, аммиака, фенола и формальдегида.

Психофизиологические вредные и опасные факторы: напряжение зрения и внимания; интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки; монотонность труда; большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; нерациональная организация рабочего места.

5.2. Экологическая безопасность

В таблице 31 представлены вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при производстве строительно-монтажных работ проектируемого трубопровода.

Таблица 31 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия эксплуатации ТЭЦ-1

Природные ресурсы и компоненты ОС	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
-----------------------------------	---------------------	-----------------------------

Земля и земельные ресурсы	В результате проведения различных работ, несоблюдения правил эксплуатации оборудования, аварий происходят утечки мазута, масла и других загрязняющих веществ. Также причиной этого может быть неправильная утилизация тары из-под лакокрасочных материалов, промасленной ветоши, отработанных масел.	<ul style="list-style-type: none"> –вывоз, уничтожение и захоронение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора, загрязненной земли –отходы складировать в металлические контейнеры, а затем вывозят на полигоны промышленных отходов; –проводят своевременный осмотр оборудования и устранение несоответствий паспортным требованиям.
Вода и водные ресурсы	Загрязняющие вещества, такие как мазут, масла, растворители, шлам очистки насосов от нефтепродуктов поступают в гидросферу в составе ливневых стоков на территории объекта, причиной этого могут быть ремонтные работы, несоблюдение правил эксплуатации оборудования, аварии.	<ul style="list-style-type: none"> – своевременный осмотр оборудования и устранение несоответствий паспортным требованиям; – своевременная уборка отходов в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки; – очистка, а затем отвод ливневых стоков с объекта ТЭЦ-1
Воздушный бассейн	Выбросы токсичных паров нефтепродуктов (мазута, масел) а так же природного газа; Выбросы выхлопных газов автотранспорта; Выбросы загрязняющих	<ul style="list-style-type: none"> – проверка оборудования на прочность и герметичность; – соблюдение правил эксплуатации; – своевременная замена уплотнений запорной арматуры;

	<p>веществ из трубы ПРК в составе продуктов горения (NO_x, SO_x, твердые вещества).</p>	<p>– оснащение системой контроля загазованности; – экологический мониторинг состояния атмосферного воздуха в месте выхода из трубы и на границе СЗЗ.</p>
--	---	--

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Перечень возможных ЧС:

- стихийного характера (лесные пожары, наводнения, ураганные ветры);
- социального характера (террористический акт);
- техногенного характера (производственная авария).

Наиболее типичной и опасной является ЧС техногенного характера. Одними из наиболее вероятных и негативно сказывающихся видов ЧС является отказ оборудования, перерастающее в аварию.

Для снижения риска возникновения ЧС проводятся следующие мероприятия:

- организуется техническая диагностика оборудования, а так же его техническое обслуживание и ремонт;
- осуществляется приобретение современных приборов контроля и сигнализации на замену физически и морально устаревших;
- проводятся периодические и внеочередные инструктажи с обслуживающим персоналом.

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В случае причинения вреда жизни или здоровью в результате аварии или инцидента на опасном производственном объекте эксплуатирующая организация опасного производственного объекта, ответственная за

причиненный вред, обязаны обеспечить выплату компенсации в счет возмещения причиненного вреда:

- гражданам, имеющим право в соответствии с гражданским законодательством на возмещение вреда, понесенного в случае смерти потерпевшего (кормильца), - в сумме два миллиона рублей;

- гражданам, имеющим право в соответствии с гражданским законодательством на возмещение вреда, причиненного здоровью, - в сумме, определяемой исходя из характера и степени повреждения здоровья по нормативам, устанавливаемым Правительством Российской Федерации. Размер компенсации в этом случае не может превышать два миллиона рублей.

Продолжительность смены в ночное время сокращается на один час без последующей отработки. Ночное время - время с 22 часов до 6 часов.

Не сокращается продолжительность смены в ночное время для работников, принятых специально для работы в ночное время. Продолжительность работы в ночное время уравнивается с продолжительностью работы в дневное время в тех случаях, когда это необходимо по условиям труда, а также на сменных работах при шестидневной рабочей неделе с одним выходным днем. Список указанных работ может определяться коллективным договором, локальным нормативным актом.

Продолжительность рабочего дня или смены, непосредственно предшествующих нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час.

В непрерывно действующих организациях и на отдельных видах работ, где невозможно уменьшение продолжительности смены в предпраздничный день, переработка компенсируется предоставлением работнику дополнительного времени отдыха или, с согласия работника, оплатой по нормам, установленным для сверхурочной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В работе проанализирован ряд литературных источников в области теплоэнергетики и становления законодательства НДТ в РФ и мировой практике .

2. Выработка тепловой энергии на промышленных объектах сопровождается выделением различных загрязняющих веществ, которые зависят от вида и качества топлива, и занимает значимое место в доле всех выбросов в атмосферный воздух. В России и в мире наиболее чистыми топливом считается природный газ. Для минимизации выбросов в ОС от сжигания природного газа возможны только технологические методов очистки газов.

3. При анализе соответствия основного котельного оборудования Томской ТЭЦ-1 критериям «наилучшие доступные технологии» выяснилось, что: по показателю концентраций ЗВ от каждого котлоагрегата соответствуют ИТС 38-2017; по показателю «наличие эксплуатационного опыта" использования методов подавления NO_x » используются не самые эффективные технологии, которые не соответствуют ИТС 38-2017;

4. Предложены рекомендации, которые заключаются в реконструкции системы отвода газов с целью уменьшения выбросов загрязняющих веществ (NO_x , CO и др.), согласно ИТС 38-2017.

5. Составлены рекомендации по достижению соответствия производства АО «Томская генерация» ТЭЦ-1 промышленная площадка № 1 критериям «наилучшие доступные технологии» в области производственного экологического мониторинга выбросов загрязняющих веществ, которые заключаются в:

- внедрении непрерывного экологического мониторинга выбросов ЗВ на месте выхода NO_x и CO, до 01.01.2020 г. с помощью беспробоотборных газоанализаторов SICK.

- ведении производственного экологического мониторинга, с периодичностью один раз в квартал бенз(а)пирена, SO_x , углеводородов и мазутной золы с помощью портативных переносных газоанализаторов на границе СЗЗ, согласно ИТС 22.1.-2016.

б. В соответствии с экономическими аспектами реализации программ внедрения НДТ, согласно ИТС 38-2017 были оценены капитальные, которые превышают 100 млн руб., и дополнительные эксплуатационные, которые составили около 30 т.р., расходы по реализации реконструкции системы отводящих газов.

Выведенные цифры говорят о том что, жесткие рамки экологического законодательства вынуждают тратить производителей большие деньги на реконструкцию объектов для того чтобы соответствовать меняющемуся стандартам в области охраны окружающей среды. Однако правительством предусмотрены некоторые льготы для возмещения затрат при осуществлении программ повышения экологической эффективности (2019-2025 г.г.), механизмы применения на практике которых еще не разработаны правительством РФ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) World Energy Perspective. Cost of Energy Technologies. Project Partner: Bloomberg New Energy Finance URL: https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/WEC_J1143_CostofTECHNOLOGIES_021013_WEB_Final.pdf#page=11 (дата обращения 02.02.2018 г.);
- 2) Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ 10 января 2002 года N 7-ФЗ (Принят Государственной Думой 20 декабря 2001 года) (одобрен советом Федерации 26 декабря 2001 г.) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения 01.02.2018 г.).
- 3) ИТС 22-2016 Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. Дата введения 2017-07-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200143294> (дата обращения 03.03.2002 г.).
- 4) Промышленная экология. Часть 2: учеб пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. –240 с.
- 5) Методы защиты окружающей среды : учебник для вузов / П.В. Росляков. – М. : Издательский дом МЭИ, 2007. – 336 с. : ил.
- 6) Инженерная экология: Учебник / Под ред. проф. В.Т. Медведева. – М.: Гардарики, 2002. – 687 с.: ил.
- 7) Промышленная экология: учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. –246 с.
- 8) Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р (ред. от 10.02.2017) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года». URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/ (дата обращения 21.02.2018 г.).

9) Распоряжение Правительства РФ от 19 марта 2014 г. N 398-р О комплексе мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70519522/> (дата обращения 22.02.2018 г.).

10) Федеральный закон "О стандартизации в Российской Федерации" от 29.06.2015 N 162-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/ (дата обращения 23.02.2018 г.).

11) Распоряжение Правительства РФ от 31.10.2014 N 2178-р «Об утверждении поэтапного графика создания в 2015 - 2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_170718/ (дата обращения 24.02.2018 г.).

12) Распоряжение Правительства РФ от 24.12.2014 N 2674-р (ред. от 24.05.2018) «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий» URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172794/ (дата обращения 24.02.2018 г.).

13) Российское Бюро наилучших доступных технологий. Принципы создания и результаты подготовки информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям в России. К. А. Щелчков. Презентация. URL: <http://www.burondt.ru/video/present/ndt/shchelchkov.pdf> (дата обращения 28.02.2018 г.).

14) Российское Бюро наилучших доступных технологий. URL: <http://burondt.ru/lpage/> (дата обращения 28.02.2018 г.).

15) Российское Бюро наилучших доступных технологий. URL: <http://www.burondt.ru/video/present/ndt/begak.pdf> (дата обращения 26.02.2018 г.).

16) ИТС 22-2016 «Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии». URL: <http://docs.cntd.ru/document/556173718> (дата обращения 03.03.2018 г.).

17) ПАО «Интер РАО». URL: <http://www.interra.ru/> (дата обращения 12.03.2018 г.).

18) АО «Томская генерация». URL: <http://energo.tom.ru/> (дата обращения 12.03.2018 г.).

19) "Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух" (введено письмом Ростехнадзора от 24.12.2004 N 14-01-333).

20) Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 N 96-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/ (дата обращения 16.03.2018 г.).

21) СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294844/4294844925.htm> (дата обращения 19.03.2018 г.).

22) Трухний А.Д. Парогазовый установки электростанций. – М.: Издательство МЭИ, 2013.

23) Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N 102-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/ (дата обращения 29.03.2018 г.).

24) Проект Постановления Правительства Российской Федерации "Об утверждении перечня стационарных источников и перечня вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения и учета объема или массы выбросов вредных

(загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах, а также технических средств передачи информации об объеме или о массе таких выбросов, о концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах" (подготовлен Минприроды России 02.11.2016). URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56589297/#ixzz5HTOS37Pt> (дата обращения 27.03.2018 г.).

25) ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. URL : <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&baseC=6&page=3&month=5&year=2016&search=&id=203266> (дата обращения 27.03.2018 г.).

26) "ГОСТ Р 8.563-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений" (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 15.12.2009 N 1253-ст). URL : <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=511895#002242455106287311> (дата обращения 28.04.2018 г.).

27) ИТС 22.1–2016. Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения. URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200143295> (дата обращения 22.04.2018 г.).

28) Reference Document on the General Principles of Monitoring, July 2003. URL : http://eippcd.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/mon_bref_0703.pdf (дата обращения 23.04.2018 г.).

29) Руководство по эксплуатации Testo 350-XL. URL : http://www.analitech.ru/files/Manual_testo_350_ru.pdf (дата обращения 25.04.2018 г.).

30) Росстандарт. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. URL : <http://www.fundmetrology.ru/default.aspx> (дата обращения 20.05.2018 г.).

31) БАУ ТЕРМ. ИНЖЕРЕНЬЙ ЦЕНТР. ООО "БАУТЕРМ-ЦЕНТР". URL : <https://www.bautherm.ru/catalog/otoplenie/gorelki/gazovye/> (дата обращения 10.05.2018 г.).

32) Теплоэнергетика // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.

33) World Energy Perspective Cost of Energy Technologies. WORLD ENERGY COUNCIL, Bloomberg (2013). URL : https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/WEC_J1143_CostofTECHNOLOGIES_021013_WEB_Final.pdf#page=11 (дата обращения 11.05.2018 г.).

34) Салихов А.А. Актуальные проблемы современной теплоэнергетики. — М.: КОНЦ ЕЭС, 2010. — 456 с. — ISBN 978-5-383-00409-8.

35) Энергетика и экология: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 504 с. – (Серия «Учебники НГТУ»).

36) Повышение экологической безопасности тепловых электростанций: Учеб. Пособие для вузов / А.И. Абрамов, Д.П. Елизаров, А.Н. Ремезов и др.; Под ред. А.С. Седлова. — М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 378 с., ил.

37) BP Global. Statistical Review of World Energy. URL : <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (дата обращения 18.03.2018 г.).

Список публикаций магистранта

1. Макрушина М.А. Численный расчет переноса загрязняющей примеси при залповом выбросе от стационарного источника / М.А. Макрушина // Дальневосточная весна – 2017 : материалы 15-й Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам экологии и безопасности, Комсомольск-на-Амуре, 5 июня 2017 г. – 225 с. / редкол.: И.П. Степанова (отв.ред.) [и др]. – Комсомольск-на-Амуре: Изд-во ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. – [С. 49-51].
2. Макрушина М. А. Анализ загрязнения окружающей среды на территории Советского нефтяного месторождения (Томская область) // «Наука и молодежь 2018»: материалы XV Всероссийской научно-технической конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь – 2018» 4 мая 2018 г. – 241 с. / Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВО АлтГТУ», 2018 – [С. 55].

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Раздел 1 Литературный обзор

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ61	Макрушина Мария Александровна		

Консультант ОКД:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов В.А.	д.ф.- м.н		

Консультант – лингвист ОИЯ ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Демьяненко Н.В.			

THEORETICAL PART

The impact of thermal energy on environmental pollution

Heat-power engineering is a branch of heat engineering engaged in the transformation of heat into other types of energy, mainly into mechanical and through it into electrical [32]. The basis of modern energy production are thermal power plants (TPP), for this purpose, using the chemical energy of organic fuel. They are divided into:

Steam-turbine power stations, where the energy is converted using a steam-turbine plant;

Gas turbine power stations, where the energy is converted using a gas turbine plant;

Steam-gas power plants, where the energy is converted using a combined-cycle plant.

On a world scale, thermal power engineering prevails the traditional methods, 46% of the world's electricity is produced on the basis of coal, 18% on the basis of gas, about 3% - by burning biomass, and oil used for the other 0.2%. Altogether, thermal stations provide about 2/3 of the total output of all power plants in the world [32] [33].

In Russia in 2009, 47% of electricity was generated through the combustion of gas, 18% - from coal. Hydropower and nuclear power plants produced 17 and 16%, respectively. [33]

According to the forecast of the European Association for the Production of Electricity and Heat (VGB Power Tech.EV), until 2030 energy production will grow by 1.3% annually for the EU and 2.5% for the rest of the countries [34], the need for electricity in EU countries will increase from 3, 0 TW in 2002 to 4.4 TW by 2020[34].

The influence of all energy on the environment depends directly on the fuel used in production. Consider the ecological characteristics of energy fuels.

The main types of organic fuel used at TPPs are natural gas, oil (fuel oil) and solid fuels (coal, shales, peat, as well as wood waste, etc., mainly coal). When burning these fuels:

Natural gas - oxides of nitrogen (NO, NO₂), oxides of carbon (CO) and benz(a) pyrene (C₂₀H₁₂) are emitted into the atmosphere;

Coal - sulfur oxides SO₂ SO₃, ash, toxic elements, as well as radiation constituents of the mineral part are added;

Fuel oil - vanadium oxides (V₂O₅) are added.

When burning sulfur-containing fuels, most of the fuel sulfur (97 ... 98%) is oxidized to SO₂, and the rest (2 ... 3%) - to SO₃. Therefore, all emissions of sulfur oxides from TPPs in the evaluation are determined in the form of SO₂. When burning natural gas, like fuel oil, the formation of carbon monoxide is easily prevented by the rational organization of the combustion process. Also, the concentration of benz(a) pyrene is negligible when using natural gas. Thus, the toxicity of flue gases during the combustion of natural gas is determined practically only by the content of nitrogen oxides in it, in contrast to coal and fuel oil, i.e. Natural gas is the most environmentally friendly organic fuel. If we take into account that in the technological cycle of coal-fired TPPs, emissions of dust, spontaneous combustion products of coal and ash occur in the atmosphere during their storage, transportation, and when operating on fuel oil - emissions of hydrocarbons, the environmental benefits of the gas become apparent[35].

This makes it possible to take natural gas as a reference for ecological purity, with which one can compare the ecological characteristics of other organic fuels. RAO "UES of Russia" and JSC "ENIN" offered each fuel depending on its technical characteristics (sulfur content, ash content, calorific value), conditional (without considering the radiation indicators and toxicity contained in the fuel of microelements and in relation to the most environmentally friendly fuel - natural gas) an indicator of environmental friendliness ε :

$$\varepsilon = \frac{\sum_i^i \frac{C_i}{(MAC_i)_{pg}} Q_T^r}{\frac{C_i}{(MAC_i)_T} Q_{pg}}, \text{ where} \quad (1)$$

C_i – concentration of the i-th harmful substance in the outgoing gases of the fuel-using unit (boiler), in front of the gas cleaning device, mg / m³;

maximum allowable concentration (MAC) – Maximum permissible concentration of the i-th harmful substance in the surface air layer, mg / m³;

Q_T^r – heat of combustion of fuel, kJ / kg.

Indices "pg" and "t" - respectively, natural gas in the calculations adopted:

$Q_n = 35657 \text{ kJ / m}^3$ (8510 kcal / m³), $C_{NO_2} = 150 \text{ mg / nm}^3$.

The ecological characteristics of the main energy fuels used at TPPs calculated in accordance with the proposed classification are given in the table below

From Table 1 it is evident that for the natural gas index $e = 1$ for fuel oil it is equal to 0.223, and for coal (on average) - 0.022, i.e. coal in terms of environmental friendliness even in comparison with fuel oil differs by an order of magnitude (by 10 times) and is the least environmentally friendly fuel in comparison with fuel oil and especially with gas[35].

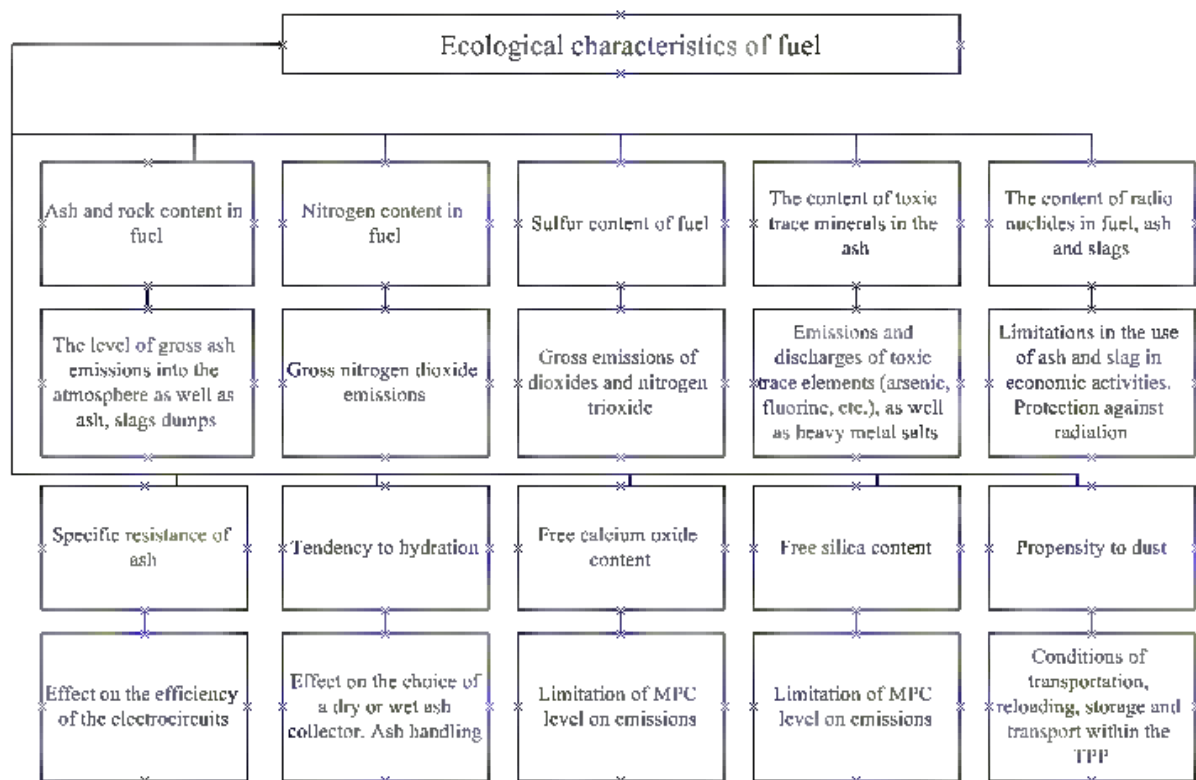
Table 1 – values of coefficients for various fuels

Indicator	fuel						
	natural gas ethanol	fuel oil	Kuznetsk coal	Kansk-Achinsk coal	Donetsk coal	Pechersky coal	Moscow Region coal
Heat of combustion Q_r , kJ / kg (kJ / m ³ under normal conditions)	35630	39730	22480	13020	17580	18230	10420
Content in the working mass of fuel, % -Series S ¹ - mineral part A ^P	– –	2 0,1	0,4 13,2	0,4 7,3	2,5 21,8	2,6 25,4	2,7 25,2
The volume of flue gases in front of the purification devices (V_r m ³ /kg), generated by burning 1 kg of	14,48	15,52	9,03	5,86	7,75	7,33	4,47

fuel at $a_{yx}=1,4$							
Concentration C mg / m ³ in flue gases before purification devices (at $a_{yx} =$ 1.4): -NO _x in terms of NO ₂) -SO ₂ -Zoles -benz (a) pyrene	150	300 2650 $0,096 \cdot 10^3$ $0,2 \cdot 10^{-3}$	500 810 $13,9 \cdot 10^3$ $0,08 \cdot 10^{-3}$	320 700 $11,87 \cdot 10^3$ $0,08 \cdot 10^{-3}$	500 2560 $26,7 \cdot 10^3$ $0,08 \cdot 10^{-3}$	320 6385 $32,9 \cdot 10^3$ $0,08 \cdot 10^{-3}$	280 10190 $50,2 \cdot 10^3$ $0,06 \cdot 10^{-3}$
Conditional relative indicator of fuel ecology (without taking into account the radiation characteristics of the mineral part and the toxicity of microelements) ϵ	1,00	0,223	0,0314	0,0424	0,0135	0,0110	0,00515

The ecological characteristics of the fuel, determined by the content of nitrogen and sulfur in the fuel, the properties of the ash, the content of the toxic elements in the ash, the chemical composition of the ash, the total ash content, the presence of radio nuclides in the fuel.

Table 2 - the effect of ecological characteristics of fuel on the conditions of its use at TPPs



The amount of thermal energy production in the Russian Federation and beyond its limits is indicated by statistical data on the consumption of primary energy resources in the Russian Federation and other countries in 2013.

Table 3 - consumption of primary energy resources in 2013, one million tons of oil equivalent

Countries / types of energy resources	Petroleum products	Natural gas	Coal	Renewable energy	Total
United States	831,0	671,0	455,7	58,6	2 016,3
France	80,3	38,6	12,2	5,9	137
Germany	112,1	75,3	81,3	29,7	298,4
Italy	61,8	57,8	14,6	13,0	147,2
Netherlands	41,4	33,4	8,3	3,0	86,1
Norway	10,6	4,0	0,7	0,5	15,8
Portugal	10,8	3,7	2,7	3,6	20,8
Spain	59,3	26,1	10,3	16,8	112,5
United Kingdom	69,8	65,8	36,5	10,9	183
Russian Federation	153,1	372,1	93,5	0,1	618,8
PRC	507,4	145,5	1925,5	42,9	2 621,3
India	175,2	46,3	324,3	11,7	557,5
Japan	208,9	105,2	128,6	9,4	452,1
Total world	4 158,1	3 020,4	3 826,7	279,3	12 730,4

From the above table, by performing the recalculation in%, it can be concluded that the share of fuels in the Russian Federation is rather high.

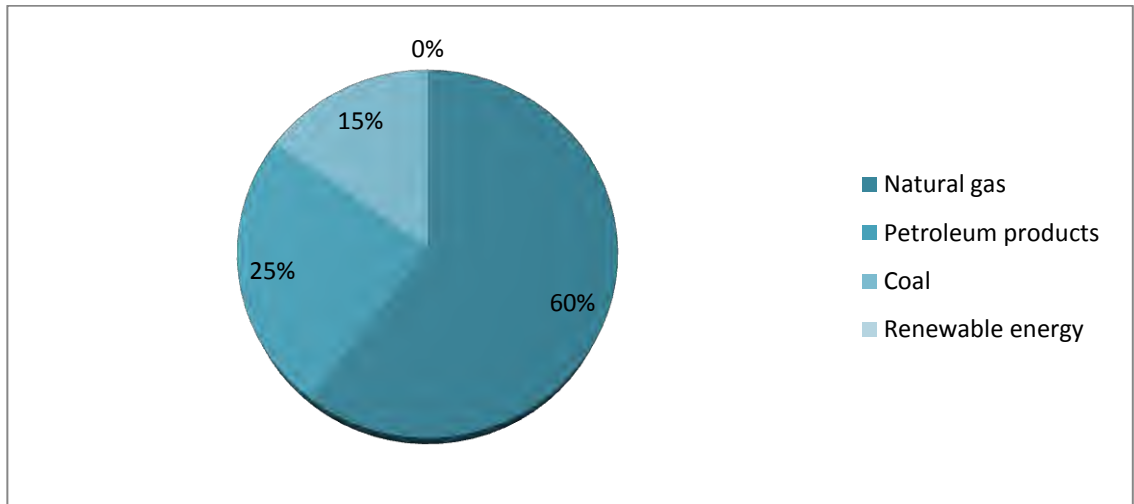


Figure 1 - Share of use of various fuels in consumption of primary resources in Russia, 2013,%

Thus, it can be said that the consumption of primary energy resources in the Russian Federation is - $25.9 \cdot 10^9$ GJ.

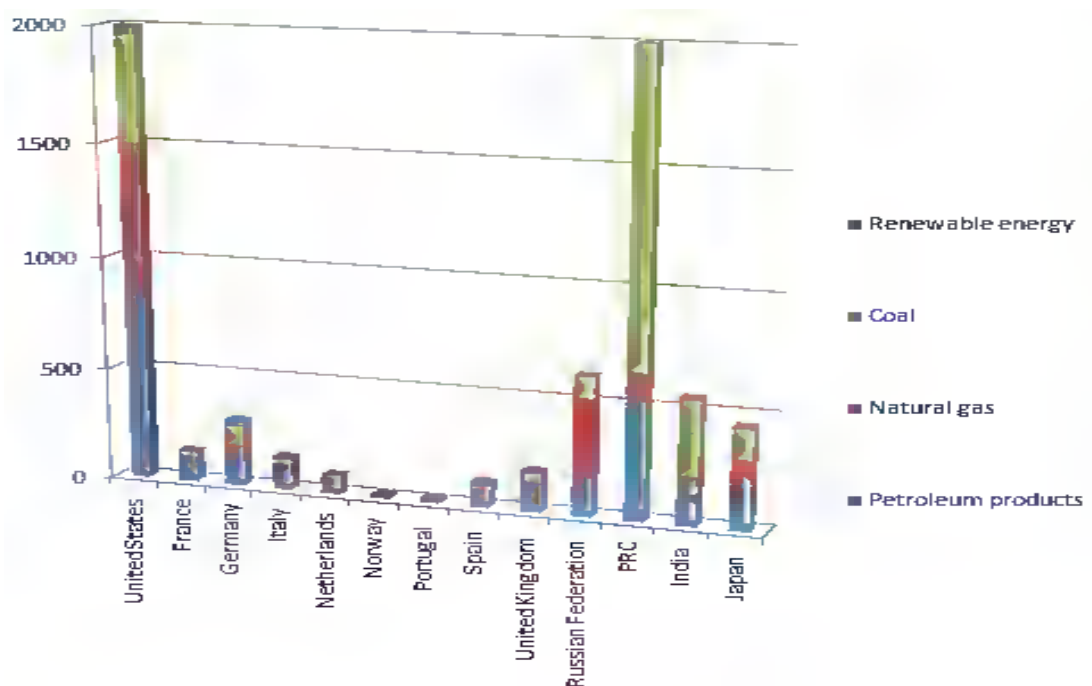


Figure 2 - consumption of primary energy resources in 2013 in most developed industrial countries, one million tons of oil equivalent

The visualization of data on the use of various fuels shows that the Russian Federation is characterized by a large share of gasification in comparison with the major industrialized countries such as the USA, China, India, Japan, and Germany. Such statistics can directly speak in proportion to the purity of atmospheric air on the

territory of the state, the degree of environmentalization of production, as well as the reserves of various fuels in the territory of states[37].

In Tomsk, industrial facilities belonging to Tomsk Generation JSC INTER RAO are involved in the production of heat energy.

Open statistical data of Tomsk Generation JSC speak about changes in the main indicators of production activity over time. Thus. It is possible to observe the change in a number of indicators in 2015-2016. Published results include only JSC Tomsk Generation[18].

Table 4 – Generation of energy in Tomsk Generation Company in 2015/2016

Indicator	2015 year	2016 year
Installed capacity at the end of the period, MW	485,7	485,7
Electricity generation, million kW*h	2059,5	1828,9
Coefficient of use of installed capacity,%	48,4%	42,9%
Heat energy release from collectors, thousand Gcal	4359,0	4505,7
Fuel balance,% Gas / coal / fuel oil	73,4/26,6/0,0	72,9/27,1/0,0

In 2016, the total output of electricity generated by the companies amounted to 1.83 billion kWh, which is 11.2% lower than in 2015. This is due to a decrease in additional loading of generating equipment by the system operator due to the high water content of the rivers and, consequently, the increase in HPP generation.

The heat energy output of Tomsk Generation in 2012 amounted to 4505.7 thousand Gcal, which is 3.4% higher than the level of the previous year. The increase in heat energy supply is associated with a decrease in the outside air temperature in the heating period by 3.7 ° C (2015- "-4.2" 0C, 2016 -7.9 "0C).

The share of natural gas in the fuel balance of Tomsk Generation decreased from 73.4% in 2015 to 72.9% in 2016. The share of coal increased from 26.6% in 2015 to 27.1% in 2016. The decrease in the share of natural gas use is due to the optimization of the fuel balance of power equipment.

In Tomsk, there is a negative impact on the livelihoods of citizens, mainly through the emission of harmful pollutants into the air, which is the cause of the manifestation of various respiratory diseases in the population. It is difficult to assess the contribution of heat power engineering to the pollution of atmospheric air in Tomsk, but, undoubtedly, one can say that it is in one of the first places.

In the current situation, the use of various methods for cleaning off (exhausted) gases used to minimize the harmful negative impact of the environment (on human health, plants and animals) becomes more relevant than ever. The degree of pollution of the environment by harmful substances is an indicator of the pollution of the city's atmospheric air.

Приложение Б

Таблица 1 – План-график производственного экологического контроля АО «Томская генерация» на 2018 год

Контролируемая среда	Объект контроля	Место отбора проб	Контролируемые параметры	Вид отчета	№ мероприятия	Вид контроля	Нормативный документ	Периодичность контроля	1 квартал			2 квартал			3 квартал			4 квартал			Ответственный исполнитель			
									январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь				
Атмосферный воздух	Санитарно-защитная зона	ТЭЦ-1 (база) (в 3 т.– площадка г. Томск, Угрюмова, 2) 1т. – около общежития (Угрюмова, 2б) 2т. – жилой дом (Угрюмова, 4/1) 3 т. – юго-восток, жилая застройка	Диоксид азота	П	16	Инструм.	СанПиН 2.2.1/2.1.1.12 00-03	2 раза в месяц	W	W	W								W	W	ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области»			
			Диоксид серы	П	17	Инструм.		2 раза в месяц	W	W	W									W		W		
			Оксид углерода	П	18	Инструм.		2 раза в месяц	W	W	W											W	W	
			Пыль (взв. в-ва)	П	19	Инструм.		2 раза в месяц	W	W	W											W	W	
			Сажа	П	20	Инструм.		2 раза в месяц	W	W	W											W	W	
			Углеводороды С12-С19	П	21	Инструм.		2 раза в год					V							V				
			Шум	П	22	Инструм.																	V	
	Атмосферный воздух	Стационарные источники загрязнения атмосферы	ТЭЦ-1 (основная площадка)	Диоксид азота	О	40	Инструм, Расчет.	РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю за-грязнения атмо-сферы»	Расчетный – 1 раз в месяц - Инструмент. – 1 раз в ме-сяц	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	Лаборатория ХЦ СП ТЭЦ-1	
				Оксид азота	О	41	Инструм, Расчет.			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		
				Оксид углерода	О	42	Инструм, Расчет.			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		V
Диоксид серы				О	43	Инструм, Расчет.	V			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		
Подземные воды	Мониторинг подземных вод в местах размещения отходов	Наблюдательные скважины ТЭЦ-1 (шламонакопитель)	Концентрации загрязняющих веществ	П	54	Химико-аналитический	СанПиН 2.1.4.1074-01	2 раза в год					V			V					Подрядная организация			
							ПТЭ п.2.1.7	2 раза в год					V			V							Начальник Химцеха	

Сточные воды	Производственные и ливневые сточные воды	ТЭЦ-1 (база)	Микробиологические показатели производственных вод	П	59	Химико-аналитический	Водный кодекс РФ СанПин 2.1.4.1175-02 РД 52.24.496-2005	2 раза в год (июнь, сентябрь)												ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области»			
			Концентрации загрязняющих веществ	П	60			1 раз в месяц (март-октябрь)				V	V	V	V	V	V	V	V				Начальник Химцеха
								1 раз в квартал				V			V			V					Аккредитованная лаборатория (по договору)
								1 раз в год												V			Начальник ЦХЛ ТЭЦ-3
								1 раз в квартал				V			V			V					Аккредитованная лаборатория (по договору)
Поверхностные воды	Санитарно-защитная зона	ТЭЦ-1 (база) р. Киргизка (выше и ниже выпуска)	Микробиологические показатели производственных вод	П	64	Химико-аналитический	СанПин 2.1.4.2496-09 СанПин 2.1.4.1074-01	2 раза в год (июнь, сентябрь)						V				V	ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области»				
			Концентрации загрязняющих веществ	П	65		Водный кодекс РФ	1 раз в квартал				V			V			V			Аккредитованная лаборатория (по договору)		
							СанПин 2.1.4.1175-02	1 раз в год										V			Начальник ЦХЛ ТЭЦ-3		
Почвы	Проведение химанализа почв в местах временного хранения (накопления) отходов	ТЭЦ-1 (шламонакопитель)	Нефтепродукты	П	67	Химико-аналитический	СанПин 2.1.7.1287-03	1 раз в год								V			Подрядная организация				