

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

---

Руководитель программы  
аспирантуры  
профессор М.А. Пашкевич

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ  
ЗАНЯТИЙ И  
САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ  
ГАЗОВ**

**Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

<b>Область науки:</b>	1. Естественные науки
<b>Группа научных специальностей:</b>	1.6. Науки о Земле и окружающей среде
<b>Научная специальность:</b>	1.6.21. Геоэкология
<b>Направленность (профиль):</b>	Геоэкология в недропользовании
<b>Отрасли науки:</b>	Технические
<b>Форма освоения программы аспирантуры:</b>	Очная
<b>Срок освоения программы аспирантуры:</b>	3 года
<b>Составители:</b>	д.т.н., проф. Пашкевич М.А.

Санкт-Петербург  
2022

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации разработаны на основе рабочей программы дисциплины «Современные методы и способы очистки отходящих газов».

Целью дисциплины является:

- формирование у аспирантов современных научных представлений в области методов и способов очистки отходящих газов, ознакомление с новейшими методами исследований, позволяющими выпускникам применить эти знания на практике;

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение теории процессов, связанных с очисткой отходящих газов;
- ознакомление с современным аппаратным оформлением систем очистки отходящих газов;
- ознакомление с особенностями конструирования современных систем очистки отходящих газов;
- технико-экономическое обоснование и принятие проектных решений в целом по проектированию систем отходящих газов.



# СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ»

## *Тема 1. Современные способы очистки отходящих газов.*

**Семинар 1-2. Снижение аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха на примере ОАО «Ковдорский ГОК».**

### *Цели и задачи занятия:*

Провести моделирование процессов распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от производственных объектов предприятия ОАО «Ковдорский ГОК» при различных климатических условиях.

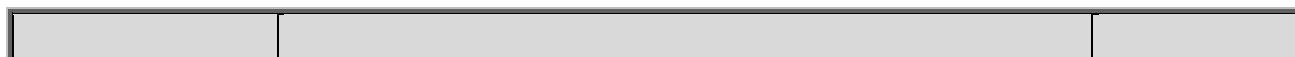
Провести анализ современных способов борьбы с пылью на различных источниках пылевыделения горных предприятий и разработать схему работы систем пылеподавления с целью снижения воздействия предприятия ОАО «Ковдорский ГОК» на компоненты природной среды.

### *Учебные вопросы по самостоятельной работе:*

1. Основные загрязняющие вещества, выделяемые в атмосферный воздух при добыче твёрдых полезных ископаемых.
2. Негативные последствия загрязнения атмосферы пылью.
3. Анализ основных источников загрязнения атмосферного воздуха предприятия ОАО «Ковдорский ГОК».
4. Основные методы пылеподавления и очистки отходящих газов от пыли.
5. Анализ существующих систем пылеподавления и очистки отходящих газов на предприятии ОАО «Ковдорский ГОК».

### *Темы докладов, сообщений*

1. Общие принципы построения технологических схем очистки аэрозольных выбросов на горных предприятиях.



2. Опыт использования механических обеспыливающих устройств на горных предприятиях.

3. Опыт использования мокрых или гидравлических аппаратов на горных предприятиях.

4. Опыт использования пористых фильтров на горных предприятиях.

5. Опыт использования промышленных пылей на горных предприятиях.

***Методические указания:***

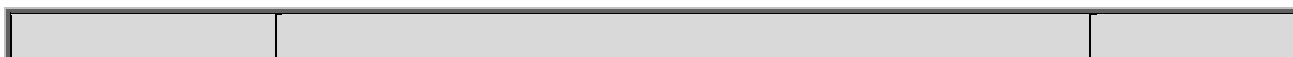
При рассмотрении темы необходимо особое внимание уделить классификации источников образования и выделения пыли на горных предприятиях и охарактеризовать предприятие ОАО «Ковдорский ГОК» как источник загрязнения атмосферы при различных климатических условиях.

Отдельно следует рассмотреть способы пылеподавления на точечных и протяженных источниках пылевыделения и на пляжных зонах техногенных массивов, применяемые на горных предприятиях Российской Федерации, а также опыт стран Евросоюза и Соединенных Штатов Америки в области пылеподавления. Следует также рассмотреть режимы и особенности эксплуатации хвостохранилища ОАО «Ковдорский» ГОК и применяемые на нем способы борьбы с пылью.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1, 3, 4];

дополнительная: [9].



### **Семинар 3-4. Совершенствование системы очистки газовых выбросов от оксидов азота, серы и углерода на примере Череповецкого металлургического комбината.**

#### ***Цели и задачи занятия:***

Провести анализ ландшафтно-геохимической обстановки, сложившейся под воздействием интенсивной техногенной нагрузки, на селитебной территории города Череповец и выделить основные источники организованных и неорганизованных газовых выбросов.

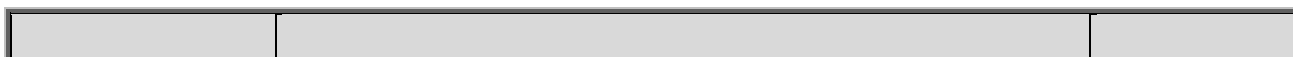
Провести анализ современных способов очистки газовых выбросов от оксидов азота, серы и углерода, разработать программу по улавливанию неорганизованных выбросов и предложить систему очистки газовых выбросов Череповецкого металлургического комбината.

#### ***Учебные вопросы по самостоятельной работе:***

1. Основные загрязняющие вещества, выделяемые в атмосферный воздух при переработке твёрдых полезных ископаемых.
2. Негативные последствия загрязнения атмосферы оксидами азота, серы и углерода.
3. Анализ основных источников загрязнения атмосферного воздуха Череповецкого металлургического комбината.
4. Основные методы очистки отходящих газов от оксидов азота, серы и углерода.
5. Анализ существующих систем очистки отходящих газов на Череповецком металлургическом комбинате.

#### ***Темы докладов, сообщений***

1. Общие принципы построения технологических схем очистки газовых выбросов на горных предприятиях.
2. Очистка отходящих газов от оксидов углерода на горных предприятиях.



3. Очистка отходящих газов от оксидов серы на горных предприятиях.

4. Очистка отходящих газов от оксидов азота на горных предприятиях.

5. Опыт рекуперации газовых выбросов на горных предприятиях.

***Методические указания:***

При рассмотрении темы необходимо провести анализ и классификацию организованных и неорганизованных источники газовых выбросов на горных предприятиях, а также охарактеризовать Череповецкий металлургический комбинат как источник загрязнения атмосферы.

Отдельно следует рассмотреть способы улавливания неорганизованных выбросов, опыт применения установок и систем по улавливанию неорганизованных выбросов на горных предприятиях и оценить возможность их использования на Череповецком металлургическом комбинате. Также следует изучить современные способы очистки газовых выбросов от оксидов углерода, серы и азота, применяемые на горных предприятиях Российской Федерации, Евросоюза и Соединенных Штатов Америки и возможность их использования на Череповецком металлургическом комбинате.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [1, 3, 4];

дополнительная: [9].



## **Семинар 5. Современные способы очистки газовых выбросов от углеводородов на примере Антипинского НПЗ.**

### ***Цели и задачи занятия:***

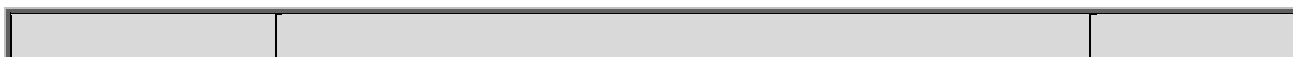
Изучить физико-химические параметры газовых выбросов нефтеперерабатывающих заводов. Провести анализ современных способов очистки газовых выбросов от углеводородов, разработать программу по очистке газовых выбросов Антипинского НПЗ, отличающуюся высоким уровнем эффективности и стабильности работы.

### ***Учебные вопросы по самостоятельной работе:***

1. Основные загрязняющие вещества, выделяемые в атмосферный воздух на нефтеперерабатывающих заводах.
2. Негативные последствия загрязнения атмосферы углеводородами.
3. Анализ основных источников загрязнения атмосферного воздуха Антипинского НПЗ.
4. Основные методы очистки отходящих газов углеводородов.
5. Анализ существующих систем очистки отходящих газов на Антипинском НПЗ.

### ***Темы докладов, сообщений***

1. Общие принципы построения технологических схем очистки газовых выбросов на нефтеперерабатывающих заводах.
2. Пути сокращения выбросов углеводородов в атмосферу от нефтеперерабатывающих заводов.
3. Очистка отходящих газов от углеводородов на нефтеперерабатывающих заводах.
4. Очистка отходящих газов от сероводорода на нефтеперерабатывающих заводах.
5. Устройства утилизации тепла при термическом обезвреживании газовых выбросов на нефтеперерабатывающих заводах.



### ***Методические указания:***

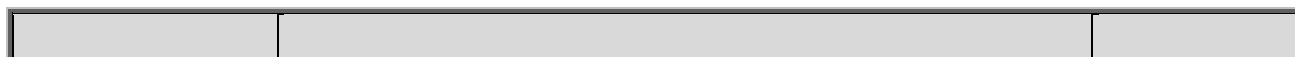
С наступлением в промышленности «века углеводородов» проблема очистки газовых выбросов, содержащих углеводороды, стала весьма важной во всем мире. Процессы очистки включают химические (термическое окисление, абсорбцию) и физические (адсорбцию, электростатическое осаждение). С экономической точки зрения очистка методом дожигания на месте не должна рассматриваться как стадия, снижающая экономичность всего процесса, поскольку вовлечение углеводородных компонентов в процесс горения позволяет получить дополнительное тепло и делает технологию более эффективной. Современные устройства должны обеспечивать эффективную переработку всех типов выбросов (газовых и жидких), содержащих углеводороды и органические соединения, при условии минимального потребления энергии и возможно большей экономической эффективности.

При рассмотрении темы необходимо охарактеризовать Антипинский НПЗ как источник загрязнения атмосферы, изучить современные способы очистки газовых выбросов от углеводородов, применяемые на нефтеперерабатывающих заводах Российской Федерации, Евросоюза и Соединенных Штатов Америки и возможность их использования на Антипинском НПЗ.

### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [1, 3, 4];

дополнительная: [10].

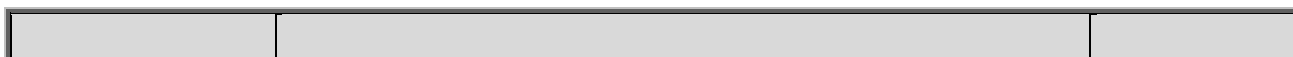




## ЛИТЕРАТУРА КО ВСЕМ ТЕМАМ

### Основная:

1. Ветошкин А. Г. Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ветошкин А. Г. – Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016, 244 с. : [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=444178](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444178)
2. Ветошкин А. Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ветошкин А. Г. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016, 296 с. : [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=444179&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444179&sr=1)
3. Ким А. Н., Графова Е. О. Современные методы очистки воды локальных объектов [Электронный ресурс] : монография / А. Н. Ким, Е. О. Графова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. - Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2016. – 270 с. : [http://primo.nlr.ru/07NLR\\_VU1:default\\_scope:07NLR\\_LMS011546080](http://primo.nlr.ru/07NLR_VU1:default_scope:07NLR_LMS011546080)
4. Кирсанов В.В. Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды : монография / В.В. Кирсанов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Каз. нац. исслед. техн. ун-т им. А.Н. Туполева - КАИ". Т. 2: , Процессы и аппараты защиты атмосферы. - 2014. - 566, [1] с. : [http://primo.nlr.ru/primo-explore/fulldisplay?docid=07NLR\\_LMS010543439&context=L&vid=07NLR\\_VU1&search\\_scope=default\\_scope&tab=default\\_tab&lang=ru\\_RU](http://primo.nlr.ru/primo-explore/fulldisplay?docid=07NLR_LMS010543439&context=L&vid=07NLR_VU1&search_scope=default_scope&tab=default_tab&lang=ru_RU)
5. Колесников В. А., Меньшутина Н. В., Десятов А. В. Оборудование, технологии и проектирование систем очистки сточных вод [Электронный ресурс]: [монография] / В.А. Колесников, Н.В. Меньшутина, А.В. Десятов. - Москва : ДеЛи плюс Бизнес-центр "Перово Поле", 2016. - 288 с. : [http://primo.nlr.ru/07NLR\\_VU1:default\\_scope:07NLR\\_LMS011342906](http://primo.nlr.ru/07NLR_VU1:default_scope:07NLR_LMS011342906)
6. Швыдкий В. С., Ладыгичев М. Г. Очистка газов : справочник / В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев. - Москва : Теплотехник Теплоэнергетик, 2005. - 640 с. : ил. [http://primo.nlr.ru/primo-explore/fulldisplay?docid=07NLR\\_LMS000789387&context=L&vid=07NLR\\_VU1&search\\_scope=default\\_scope&tab=default\\_tab&lang=ru\\_RU](http://primo.nlr.ru/primo-explore/fulldisplay?docid=07NLR_LMS000789387&context=L&vid=07NLR_VU1&search_scope=default_scope&tab=default_tab&lang=ru_RU)
7. Ястребов К. Л., Константин Леонидович, Дружинина Т. Я., Татьяна Яковлевна, Надршин В. В., Владимир Вагизович, Карлина А.И. Подготовка и очистка природных и сточных вод [Электронный ресурс]: монография / К.Л. Ястребов, Т.Я. Дружинина, В.В. Надршин, А.И. Карлина; М-во образования и науки РФ, Иркутский гос. технический ун-т. - Иркутск : Изд-во Иркутского гос. технического ун-та, 2014. - 564 с. : [http://primo.nlr.ru/07NLR\\_VU1:default\\_scope:07NLR\\_LMS010669447](http://primo.nlr.ru/07NLR_VU1:default_scope:07NLR_LMS010669447)



**Дополнительная:**

8. Абоносимов О. А., Лазарев С. И., Полянский К. К. Баромембранные методы разделения при очистке сточных вод гальванотехники и химводоподготовки : монография / О. А. Абоносимов, С. И. Лазарев, К. К. Полянский. - Тамбов : Центр-пресс, 2016. - 115 с. : [http://primo.nlr.ru/07NLR\\_VU1:default\\_scope:07NLR\\_LMS011091343](http://primo.nlr.ru/07NLR_VU1:default_scope:07NLR_LMS011091343)

9. Кирсанов В. В. Биотехнологии в системах очистки сточных вод : учебно-методическое пособие : [для бакалавров, магистров, аспирантов всех форм обучения] / В. В. Кирсанов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ". - Казань : Изд-во КНИТУ-КАИ, 2016. - 147 с. : [http://primo.nlr.ru/07NLR\\_VU1:default\\_scope:07NLR\\_LMS011402196](http://primo.nlr.ru/07NLR_VU1:default_scope:07NLR_LMS011402196)

10. Самохвалов Н. М., Виноградов В. В., Зыкова Ю. А. Очистка промышленных газов от пыли : монография / Н. М. Самохвалов, В. В. Виноградов, Ю. А. Зыкова; М-во образования и науки РФ, Иркутский нац. исслед. техн. ун-т. - Иркутск : Изд-во Иркутского национального исследовательского технического университета, 2015. - 169 с. : [http://primo.nlr.ru/primo-explore/fulldisplay?docid=07NLR\\_LMS011004260&context=L&vid=07NLR\\_VU1&search\\_scope=default\\_scope&tab=default\\_tab&lang=ru\\_RU](http://primo.nlr.ru/primo-explore/fulldisplay?docid=07NLR_LMS011004260&context=L&vid=07NLR_VU1&search_scope=default_scope&tab=default_tab&lang=ru_RU)

11. Сомин В. А., Комарова Л. Ф. Новые сорбционные материалы для очистки природных и сточных вод : монография / В. А. Сомин, Л. Ф. Комарова; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Алтайский гос. технический ун-т им. И. И. Ползунова". - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. - 212 с. : [http://primo.nlr.ru/07NLR\\_VU1:default\\_scope:07NLR\\_LMS010653325](http://primo.nlr.ru/07NLR_VU1:default_scope:07NLR_LMS010653325)

