

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



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

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
Профессор М.А. Пашкевич

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

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ  
ГАЗОВ И СТОЧНЫХ ВОД**

<b>Уровень высшего образования:</b>	подготовка кадров высшей квалификации
<b>Научная специальность:</b>	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
<b>Направленность (профиль):</b>	Геоэкология (в горно-перерабатывающей промышленности)
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Нормативный срок обучения:</b>	4 года
<b>Составитель:</b>	д.т.н., проф. М.А. Пашкевич

## ВВЕДЕНИЕ

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

Целью дисциплины является:

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

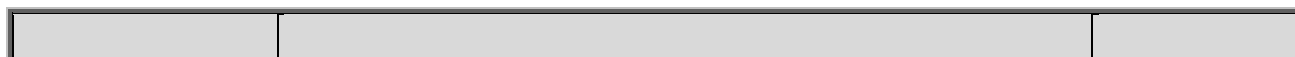
Основными задачами изучения дисциплины являются:

– изучение теории процессов, связанных с очисткой отходящих газов и сточных вод;

– ознакомление с современным аппаратным оформлением систем очистки отходящих газов и сточных вод;

– ознакомление с особенностями конструирования современных систем очистки отходящих газов и сточных вод;

– технико-экономическое обоснование и принятие проектных решений в целом по проектированию систем отходящих газов и очистки сточных вод.



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

## ***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.

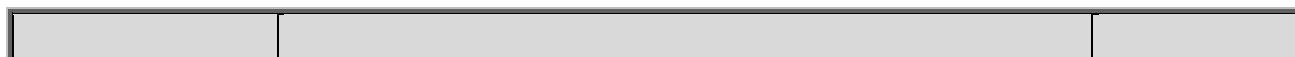
Провести анализ современных способов борьбы с пылью на различных источниках пылевыделения горных предприятий и разработать схему работы систем пылеподавления с целью снижения воздействия предприятия ОАО «Ковдорский ГОК» на компоненты природной среды.

### ***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:***

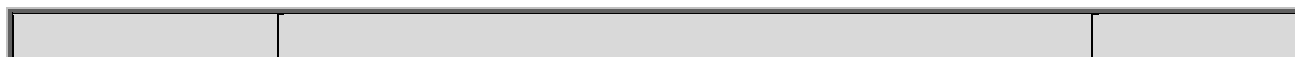
При рассмотрении темы необходимо особое внимание уделить классификации источников образования и выделения пыли на горных предприятиях и охарактеризовать предприятие ОАО «Ковдорский ГОК» как источник загрязнения атмосферы при различных климатических условиях.

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.

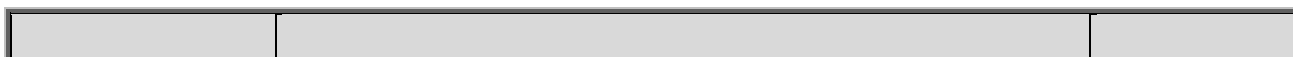
Провести анализ современных способов очистки газовых выбросов от оксидов азота, серы и углерода, разработать программу по улавливанию неорганизованных выбросов и предложить систему очистки газовых выбросов Череповецкого металлургического комбината.

#### ***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:***

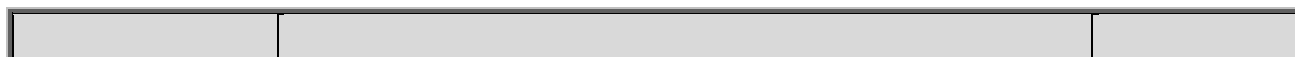
При рассмотрении темы необходимо провести анализ и классификацию организованных и неорганизованных источники газовых выбросов на горных предприятиях, а также охарактеризовать Череповецкий металлургический комбинат как источник загрязнения атмосферы.

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:***

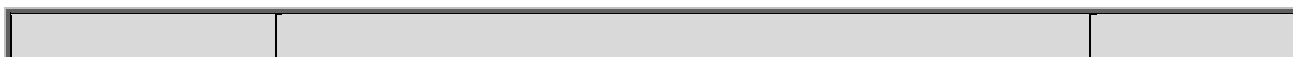
Изучить физико-химические параметры газовых выбросов нефтеперерабатывающих заводов. Провести анализ современных способов очистки газовых выбросов от углеводородов, разработать программу по очистке газовых выбросов Антипинского НПЗ, отличающуюся высоким уровнем эффективности и стабильности работы.

### ***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:***

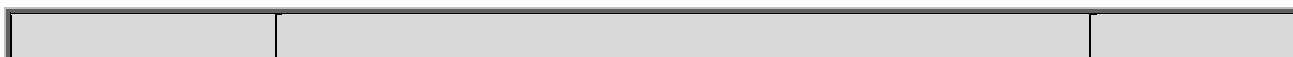
С наступлением в промышленности «века углеводородов» проблема очистки газовых выбросов, содержащих углеводороды, стала весьма важной во всем мире. Процессы очистки включают химические (термическое окисление, абсорбцию) и физические (адсорбцию, электростатическое осаждение) С экономической точки зрения 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].





## ***Тема 2. Современные способы очистки сточных вод.***

### **Семинар 1-2. Снижение техногенного воздействия обогатительных фабрик на поверхностные воды на примере ОАО «Ковдорский ГОК».**

#### ***Цели и задачи занятия:***

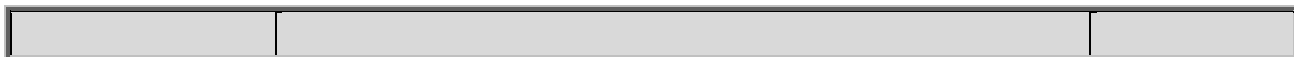
Выполнить оценку техногенной нагрузки на поверхностные воды в районе расположения производственных объектов ОАО «Ковдорский ГОК» и разработать технологическое решение по минимизации негативного воздействия на водные ресурсы от сброса сточных вод хвостового хозяйства.

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

1. Основные загрязняющие вещества, сбрасываемые в поверхностные и подземные воды при переработке полезных ископаемых.
2. Негативные последствия загрязнения гидросферы.
3. Анализ ОАО «Ковдорский ГОК» как источника загрязнения гидросферы.
4. Основные методы очистки сточных вод, применяемые на горных предприятиях.
5. Анализ существующих систем очистки сточных вод на предприятии ОАО «Ковдорский ГОК».

#### ***Темы докладов, сообщений***

1. Применение природных сорбентов в очистке сточных вод горных предприятий.
2. Применение отходов производства в очистке сточных вод горных предприятий.
3. Технологии утилизации отработанных сорбентов на горных предприятиях.
4. Применение ионообменных технологий в очистке сточных вод горных предприятий.
5. Химические методы очистки сточных вод горных предприятий.



***Методические указания:***

Ежегодный сброс многотоннажных сточных вод предприятий горной промышленности негативно воздействует на поверхностные и подземные воды, донные отложения, водную флору и фауну. Особая опасность связана с химическим загрязнением гидросферы, которая является мобильной средой, где загрязняющие вещества способны мигрировать на большие расстояния.

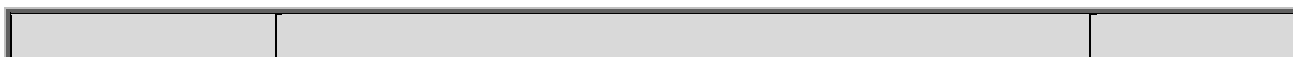
Примером образования техногенной нагрузки на компоненты природной среды может служить деятельность одного из крупнейших горно-обогатительных комбинатов Мурманской области – ОАО «Ковдорский ГОК». Несмотря на изученность вопроса, опыт применения эффективных средозащитных мероприятий для северных регионов России остается недостаточным для полного предотвращения негативного техногенного воздействия на водные ресурсы.

При рассмотрении темы следует уделить особое внимание разработкам последних лет в области использования природных и техногенных сорбентов для очистки сточных вод, а также опыту стран Европы и Соединенных Штатов Америки.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [2, 5, 6];

дополнительная: [10, 11].



### **Семинар 3-4. Модернизация системы очистки многотоннажных рудничных вод от тяжелых металлов на примере предприятия АО «Апатит».**

#### ***Цели и задачи занятия:***

Анализ эколого-экономической эффективности современных способов очистки сточных и рудничных вод горных предприятий от тяжелых металлов.

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

1. Источники загрязнения тяжелыми металлами водных экосистем.
2. Воздействие тяжелых металлов на человека, растительный и животный мир.
3. Анализ предприятия АО «Апатит» как источника загрязнения гидросферы.
4. Анализ существующих систем очистки на производственных объектах предприятия АО «Апатит»

#### ***Темы докладов, сообщений, эссе***

1. Методы снижения количества сбрасываемых сточных вод на горных предприятиях.
2. Современные методы очистки сточных вод горных предприятий от тяжелых металлов.
3. Методы очистки сточных вод горных предприятий от взвешенных и эмульгированных примесей.
4. Методы очистки сточных вод горных предприятий от ионных примесей физико-химическими методами.
5. Методы и технологии глубокой очистки и доочистки сточных вод горных предприятий.

--	--	--

***Методические указания:***

На долю предприятий горнопромышленного комплекса в РФ приходится до 25 % общего объёма сброса загрязнённых сточных вод. Сточные воды, образующиеся в результате их деятельности, характеризуются содержанием широкого спектра загрязняющих веществ, среди которых особое место занимают тяжелые металлы, обладающие высокой токсичностью для живых организмов в относительно низких концентрациях.

В сложившихся условиях все большую актуальность приобретает разработка и внедрение новых экологически эффективных и экономически выгодных технологий очистки сточных и рудничных вод горных предприятий с использованием местной минерально-сырьевой базы.

***Рекомендуемая литература:***

основная: [3, 5-7];

дополнительная: [10, 11].



## **Семинар 5. Снижение загрязнения поверхностных вод биогенными элементами в зоне воздействия горнодобывающих предприятий Мурманской области.**

### ***Цели и задачи занятия:***

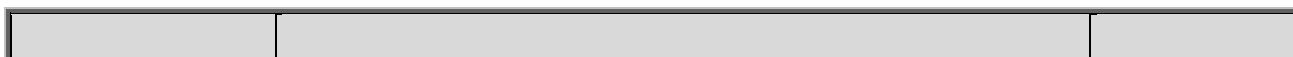
Анализ современных способов биологической и биохимической очистки сточных вод горных предприятий и разработка системы очистки сточных вод от минеральных соединений азота и фосфора для условий крайнего севера.

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

1. Пути поступления биогенных элементов в водные экосистемы.
2. Пути поступления органических веществ в водные экосистемы.
3. Воздействие биогенных элементов на человека, растительный и животный мир.
4. Воздействие органических соединений на человека, растительный и животный мир.
5. Анализ горнодобывающих предприятий как источников загрязнения гидросферы биогенными элементами и органическими соединениями.

### ***Темы докладов, сообщений, эссе***

1. Биохимическая очистка сточных вод в аэротенках и опыт их применения на горных предприятиях.
2. Очистка сточных вод в биофильтрах и опыт их применения на горных предприятиях.
3. Опыт применения биоплато для очистки сточных вод горных предприятий.
4. Комбинированные методы очистки сточных вод горных предприятий.
5. Методы очистки сточных вод горных предприятий от органических загрязнителей.



### ***Методические указания:***

Биохимическая очистка сточных вод основана на способности аэробных микроорганизмов использовать для своего развития и жизнедеятельности те органические соединения, которые не были удалены из очищаемой воды на предшествующих стадиях обработки.

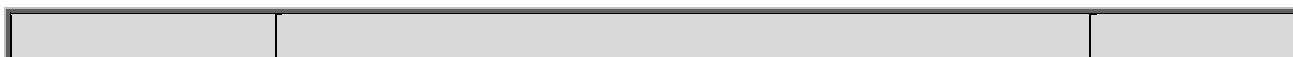
Использование традиционных технологий биоочистки сточных вод из-за весьма высоких капиталовложений в строительство и энергоёмкости технологий ограничено. Использование способов естественной биологической очистки характеризуют широкие возможности удаления фосфора и азота, невысокие концентрации активного ила, устойчивость на выходе качественных показателей воды, низкие капиталовложения при строительстве и в течение эксплуатации.

Как правило, естественная биологическая очистка подразумевает комплекс инженерных мероприятий, которые стараются обеспечить экологические нормы и параметры в области современной охраны окружающей среды. При этом среди наиболее прогрессивных и популярных методов биологической очистки стоит выделить инженерные сооружения типа биоплато, в мировой практике получившие название Constructed wetland.

### ***Рекомендуемая литература:***

основная: [3, 7];

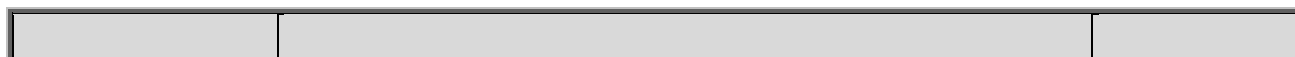
дополнительная: [11].



## 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)

