

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра экологии, безопасности жизнедеятельности и химии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

« _____ » _____ 201 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

Б1.В.ДВ.07.02

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

05.03.06 Экология и природопользование

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Экология

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	5
4.3 Лабораторные работы.....	7
4.4 Практические занятия.....	7
4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа.....	7
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	9
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	10
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ	14
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы	50
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	50
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	51
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	52
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	57
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	57
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	59

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Изучение особенностей влияния промышленного производства на окружающую среду; изучение инженерных методов защиты окружающей среды от загрязнения; изучение концепции малоотходных и безотходных технологий.

Задачи дисциплины

Формирование у обучающихся базовых общепрофессиональных представлений о приоритетных путях развития новых технологий, призванных обеспечить устойчивое развитие; о системе экологического нормирования в РФ; о технических средствах защиты окружающей среды; формирование умения оценивать последствия техногенных воздействий на окружающую среду.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	знать: – методы поиска научной информации; уметь: – рационально организовать процесс выполнения поставленных задач в ходе изучения дисциплины; владеть: – навыками самостоятельного приобретения знаний;
ПК-6	способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии	знать: – основы экологического нормирования; – особенности влияния промышленного производства на окружающую среду; – способы снижения негативного воздействия промышленных производств на окружающую среду; – основные принципы и направления создания малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленности; уметь: – оценивать последствия техногенных воздействий на окружающую среду; – обосновывать выбор технических средств защиты окружающей среды с учётом специфики производства на предприятиях различных отраслей промышленности; – разрабатывать рекомендации по охране окружающей среды; владеть: – навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02 Инженерная экология относится к элективной части.

Дисциплина Инженерная экология базируется на знаниях, полученных при изучении учебной дисциплины Современные экологические проблемы.

Основываясь на изучении данных дисциплин, дисциплина Инженерная экология представляет основу для изучения дисциплин: Охрана окружающей среды, Оценка воздействия на окружающую среду, Экологический мониторинг, Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды, Теоретические основы и технологии очистки сточных вод, Теоретические основы и технологии очистки газовых выбросов, Экологизация технологий и безотходное производство.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	4	144	68	34	-	34	40	кр	экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			4
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	68	24	68
Лекции (Лк)	34	12	34
Практические занятия (ПЗ)	34	12	34
Контрольная работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	40	-	40
Подготовка к практическим занятиям	11	-	11
Подготовка к экзамену в течение семестра	9	-	9
Выполнение контрольной работы	20	-	20

III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	36
Общая трудоемкость дисциплины час.	144	-	144
зач. ед.	4	-	4

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Нормирование качества окружающей среды	8	4	2	2
2.	Воздействие различных отраслей промышленности на окружающую среду	30	12	6	12
3.	Инженерные решения экологических проблем	34	8	12	14
4.	Основные направления создания малоотходных и безотходных технологий	36	10	14	12
ИТОГО		108	34	34	40

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Нормирование качества окружающей среды	Предмет инженерной экологии. Антропогенные воздействия на биосферу. Классификация загрязнений окружающей среды. Система экологического нормирования в РФ. Санитарно-гигиеническое и экологическое нормирование. Методологические основы гигиенического нормирования атмосферных загрязнений. Санитарно-гигиенические нормативы качества воздушной среды. Гигиеническое нормирование содержания химических веществ в водной среде. Санитарно-гигиенические нормативы качества водных ресурсов. Гигиеническое нормирование содержания химических веществ в почве. Санитарно-гигиенический норматив качества почвы. Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду.	лекция-беседа (2 часа)

		ющую среду: нормативы ПДВ, ВСВ, НДС, ВСС; лимитирование образования отходов. Общие принципы назначения.	
2.	Воздействие различных отраслей промышленности на окружающую среду	Воздействие различных отраслей промышленности на компоненты окружающей среды: теплоэнергетика, цветная металлургия, чёрная металлургия, целлюлозно-бумажная промышленность, нефтедобывающая промышленность, горнодобывающая промышленность.	-
3.	Инженерные решения экологических проблем	Основные химические примеси, загрязняющие атмосферу. Классификации промышленных выбросов. Защита атмосферы от промышленных выбросов. Инженерные мероприятия, направленные на снижение мощности выбросов: модификация технологических процессов; применение малоотходных технологий, функционирующих на принципах рекуперации и рециркуляции отходов и веществ, вырабатываемых и используемых в процессе; переход на другие виды топлива и сырья; подготовка топлива и исходного сырья. Методы очистки газопылевых выбросов. Аппараты пылеулавливания. Абсорбционная, адсорбционная и каталитическая очистка промышленных выбросов от токсичных газообразных примесей. Виды загрязнений природных вод и вызываемые ими изменения качества воды. Методы защиты гидросферы от загрязнения: создание замкнутых водооборотных систем; методы очистки сточных вод (механические, физико-химические, химические, биологические и термические). Обеспечение рационального использования воды на предприятиях.	лекция-беседа (5 часов)
4.	Основные направления создания малоотходных и безотходных технологий	Сущность понятия «безотходная технология». Принципы разработки малоотходных и безотходных технологий: принцип системности, комплексность использования ресурсов, цикличность материальных потоков, рациональность организации производства, максимальное уменьшение энерго-, материало- и трудоемкости производства, ограничение воздействия производства на природную и социальную среду. Основные технические направления разработки и внедрения малоотходных технологий: совершенствование технологического процесса; усовершенствование оборудования; улучшение качества сырья, материалов; разработка и внедрение различных бессточных технологических схем и водооборотных циклов на базе эффективных методов очистки; широкое использование отходов в качестве вторичных материальных и энергетических ресурсов. Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в различных отраслях промышленности. Замкнутые водооборотные и	лекция-беседа (5 часов)

		газооборотные циклы. Концепция ресурсосбережения. Технологии комплексного использования сырья. Использование и переработка отходов производства.	
--	--	--	--

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Нормативы качества окружающей среды.	2	Работа в малых группах (2 часа)
2	2.	Экологические последствия загрязнения окружающей среды предприятиями различных отраслей промышленности.	6	Презентация и обсуждение докладов (3 часа)
3	3.	Методы и аппараты очистки промышленных выбросов.	6	Презентация и обсуждение докладов (3 часа)
4	3.	Загрязнение гидросферы. Качество поверхностных вод на территории РФ.	4	-
5	3.	Методы и сооружения очистки сточных вод.	2	-
6	4.	Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в различных отраслях промышленности.	6	-
7	4.	Системы оборотного водоснабжения на производстве	4	-
8	4.	Основные направления использования и утилизации отходов производства	4	Презентация и обсуждение докладов (4 часа)
ИТОГО			34	12

4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Цель: закрепление полученных знаний по основным разделам изучаемой дисциплины.

Структура:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;

– список использованных источников.

Основная тематика:

1. Экологические проблемы традиционных пирометаллургических процессов производства металлов.
2. Техногенная трансформация литосферы при проведении горных работ.
3. Формирование техногенного рельефа при открытых разработках месторождений полезных ископаемых.
4. Природоохранные технологии добычи полезных ископаемых.
5. Структура водопользования современных предприятий.
6. Системы оборотного водоснабжения на производстве (на примере предприятий конкретных отраслей промышленности).
7. Влияние на окружающую среду предприятий теплоэнергетики.
8. Влияние на окружающую среду предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.
9. Влияние на окружающую среду предприятий цветной металлургии.
10. Влияние на окружающую среду предприятий черной металлургии.
11. Влияние на окружающую среду предприятий горнодобывающей отрасли.
12. Воздействия на окружающую среду в районах нефтедобычи и при транспортировке нефти.
13. Влияние на окружающую среду предприятий стройиндустрии.
14. Основные направления использования и утилизации промышленных отходов.
15. Виды техногенных нагрузок на поверхностную и подземную гидросферу.
16. Инженерно-технические методы снижения загрязнений атмосферы.
17. Основные направления создания малоотходных и безотходных технологий.
18. Российская и зарубежная системы экологического нормирования.

Рекомендуемый объем: 15-20 страниц машинописного текста.

Выдача задания, прием контрольной работы проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки контрольной работы
зачтено	Контрольная работа выполнена в полном объеме, содержание работы соответствует выбранной теме. Материал изложен грамотно, в логичной последовательности. При выполнении работы использовано достаточное количество литературных источников. Работа оформлена с соблюдением установленных требований.
не зачтено	Контрольная работа выполнена не в полном объеме. Содержание контрольной работы в основном не соответствует ее теме либо недостаточно для полного раскрытия темы работы. Список использованных источников недостаточен. Работа оформлена с нарушением установленных требований.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		Σ <i>комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОК</i>	<i>ПК</i>				
			<i>7</i>	<i>6</i>				
1		2	3	4	5	6	7	8
1. Нормирование качества окружающей среды		8	+	+	2	4	Лк, ПЗ, СР	Контрольная работа, экзамен
2. Воздействие различных отраслей промышленности на окружающую среду		30	+	+	2	15	Лк, ПЗ, СР	Контрольная работа, экзамен
3. Инженерные решения экологических проблем		34	+	+	2	17	Лк, ПЗ, СР	Контрольная работа, экзамен
4. Основные направления создания малоотходных и безотходных технологий		36	+	+	2	18	Лк, ПЗ, СР	Контрольная работа, экзамен
<i>всего часов</i>		108	54	54	2	54		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Скобелев, Д.О. Наилучшие доступные технологии: учебное пособие / Д.О. Скобелев, Б.В. Боравский, О.Ю. Чечеватова; Академия стандартизации, метрологии и сертификации. - Москва: АСМС, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-93088-160-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431029>

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность, (экз./ чел.)</i>
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Кукин, П. П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова; МАТИ - Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского. - Москва: Юрайт, 2016. - 453 с.	Лк, ПЗ, кр	16	1
2.	Основы инженерной экологии: учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенов, Л.Н. Фесенко; под ред. В.В. Денисова. - Ростов-н/Д : Феникс, 2013. - 624 с. : ил., схем., табл. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-21011-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271599	Лк, ПЗ, кр	1(ЭР)	1
Дополнительная литература				
3.	Лесникова, В.А. Нормирование и управление качеством окружающей среды: учебное пособие для бакалавров / В.А. Лесникова. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 173 с.: ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3632-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276099	Лк, ПЗ, кр	1(ЭР)	1
4.	Редина, М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды: учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов; Рос. ун-т дружбы народов. - Москва: Юрайт, 2015. - 431 с.	Лк, ПЗ, кр	5	0,3
5.	Ларионов, Н. М. Промышленная экология: учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков; Национальный исследовательский университет. - Москва: Юрайт, 2016. - 495 с.	Лк, ПЗ, кр	5	0,3
6.	Экология: учебное пособие / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский, И.Г. Шайхиев; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 372 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1596-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428110	Лк, ПЗ, кр	1(ЭР)	1
7.	Фирсов, А.И. Экология техносферы: учебное пособие / А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования	Лк, ПЗ, кр	1(ЭР)	1

	«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2013. - 95 с.: табл., граф., ил., схемы - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427427			
8.	Акинин, Н. И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие / Н. И. Акинин. - 2-е изд., испр. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 312 с.	Лк, ПЗ, кр	75	1
9.	Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. и доп. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 456 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0124-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444182	Лк, ПЗ, кр	1(ЭР)	1
10.	Ветошкин, А.Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов: учебное пособие: В 2-х частях / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. и доп. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0127-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444180	Лк, ПЗ, кр	1(ЭР)	1
11.	Ветошкин, А.Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. и доп. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 296 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0125-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444179	Лк, ПЗ, кр	1(ЭР)	1
12.	Техника и технология защиты воздушной среды: Учеб. пособие для вузов/ В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин и др.- 2-е изд., доп.- М.: Высш. шк., 2008.- 399 с. (и предыдущее издание)	Лк, ПЗ, кр	16 (включая аналоги)	1
13.	Бернер, Г.Я. Технология очистки газа за рубежом / Г.Я. Бернер. - Москва: Новости теплоснабжения, 2006. - 262 с. - ISBN 5-94296-014-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56224	Лк, ПЗ, кр	1(ЭР)	1

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ

<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

9. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ

<http://www.mnr.gov.ru/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподавание дисциплины «Инженерная экология» проводится с использованием следующих форм организации учебного процесса и видов учебных занятий: лекции, практические занятия, выполнение контрольной работы, самостоятельная работа обучающихся, текущий контроль знаний, консультации, экзамен как форма промежуточной аттестации.

Лекция является важнейшей формой организации учебного процесса и предназначена для преподавания теоретических основ дисциплины, для систематизации учебного материала, для разъяснения элементов учебного материала, трудных для понимания.

Методические рекомендации по работе над конспектом во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на основные понятия, формулировки законов, пояснения, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Конспекты лекций должны иметь заголовки, подзаголовки, выделенные термины, определения и основные положения. В конспект следует заносить рекомендуемые преподавателем схемы и таблицы. Рекомендуется в ходе лекции задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений изучаемого предмета.

При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – выявляют основные аспекты изучаемой темы, помогая определить направления дальнейшей самостоятельной работы обучающегося с литературными источниками. Целесообразно в дальнейшем дополнять свой конспект лекции, делая в нем на полях соответствующие записи из рекомендованной литературы.

Практические занятия, наряду с лекцией, являются основной формой учебного процесса. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, формирование у них определенных умений и навыков.

Спецификой данной формы учебного занятия является совместная работа преподавателя и обучающихся, чередование индивидуальной и коллективной деятельности. Обучение производится через механизм совместного обсуждения теоретических положений, относящихся к данной предметной области, и примеров практической применимости данных знаний. Использование интерактивных методов обучения способствует более эффективному усвоению знаний по дисциплине.

Практические занятия позволяют обучающимся систематизировать и конкретизировать знания по изучаемой теме; развивают умение анализировать различные аспекты применения на практике теоретических положений изучаемой дисциплины; формируют навыки работы с дополнительными источниками информации; учат четко формулировать мысль, аргументировать свою точку зрения, вести дискуссию.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется целенаправленная и тщательная подготовка обучающегося к практическому занятию. Подготовку к практическому занятию необходимо начинать с проработки конспекта лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Желательно при подготовке к практическому занятию одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы. Особое внимание при работе с литературными источниками необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть. Заканчивать подготовку следует составлением конспекта по изучаемому материалу. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

После изучения материала по теме практического занятия необходимо подготовить развернутые ответы на контрольные вопросы для самопроверки. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю и проконсультироваться до начала занятия.

Готовиться к практическим занятиям можно индивидуально, парами или в составе малой группы. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний.

Подготовка к практическим занятиям способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал и на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Контрольная работа - при выполнении контрольной работы обучающийся должен продемонстрировать навыки поиска научной информации и работы с литературными источниками, умение анализировать и систематизировать информацию по теме контрольной работы, умение грамотно и в логичной последовательности излагать материал при написании контрольной работы.

Самостоятельная работа обучающихся играет решающую роль в ходе всего учебного процесса и способствует получению углубленных знаний по изучаемой дисциплине.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, в работе с различными источниками информации, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Виды самостоятельной работы, выполняемые в рамках изучения дисциплины:

- повторение лекционного материала;
- изучение учебной и научной литературы;
- изучение нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- выполнение контрольной работы;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение заданий, выданных на практических занятиях;
- составление письменных отчетов по практической работе;
- подготовка к практическим занятиям устных докладов (сообщений);
- подготовка к контрольным опросам, тестированию и т.д.;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний (тесты и вопросы для самопроверки);
- подготовка к промежуточной аттестации.

Методические рекомендации по работе с литературой

Обучающимся рекомендуется с самого начала освоения дисциплины работать с литературой в форме подготовки к очередному практическому занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые обучающийся получает в аудитории.

При работе с литературой важно уметь:

- сопоставлять, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- оценивать и обобщать полученную информацию;
- фиксировать основное содержание литературного источника;
- пользоваться справочными материалами;
- готовить развернутые сообщения.

Литературу, используемую при изучении дисциплины, можно разделить на учебники и учебные пособия, научные монографии, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную, дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

При работе с литературой следует учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения и конспектирования материала.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из рекомендуемого списка дает возможность обучающемуся сформировать свод основных понятий и представлений из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное чтение, наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. Выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Способствует наиболее углубленному изучению и лучшему пониманию материала.

Текущий контроль знаний предназначен для выявления и оценки полученных знаний, умений и навыков и проводится после изучения тем и разделов дисциплины с использованием в качестве оценочных средств тестовых заданий либо путем собеседования с обучающимся.

Консультации – консультирование обучающихся по темам учебного материала в целях оказания методической помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, при подготовке к практическим занятиям и к промежуточной аттестации.

Экзамен (как форма промежуточной аттестации). Экзамен по дисциплине призван выявить объем и глубину овладения обучающимся теоретическими знаниями по дисциплине, способность увязать теоретические аспекты предмета с практической применимостью в профессиональной деятельности, умение систематизировать и излагать изученный материал.

К экзамену допускаются обучающиеся при условии выполнения и защиты ими всех практических работ.

При подготовке к экзамену необходимо использовать конспекты лекций, материал практических занятий, рекомендуемую литературу, использовать ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Требования к оформлению отчета по практической работе

Отчет по практической работе должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- задание;
- результаты выполнения работы;
- выводы.

Оформление заголовков таблиц, подписей к рисункам должно соответствовать предъявляемым требованиям.

Защита отчетов по практическим работам происходит после проверки преподавателем правильности выполнения работы и при условии соблюдения требований к оформлению отчета. Защита отчетов проходит в форме собеседования обучающегося с преподавателем. Для самостоятельной проверки готовности обучающегося к защите отчета по практической работе рекомендуется использовать контрольные вопросы для самопроверки.

Практическое занятие № 1. Нормативы качества окружающей среды

Цель работы: закрепить теоретические знания по методологическим основам экологического нормирования в РФ, ознакомиться с данными по санитарно-гигиеническим нормативам качества окружающей среды.

Занятие проводится в интерактивной форме: работа в малых группах. Работа в малых груп-

пах предполагает совместное выполнение задания, коллективный поиск правильного решения, что стимулирует творческую активность обучающихся, способствует лучшему восприятию информации в процессе обсуждения, является своеобразным тренингом для проверки знаний обучающихся. Взаимодействие в группе позволяет повысить качество знаний обучающихся, способствует выработке профессионально значимых навыков межличностного общения.

Задание:

1. Ознакомиться с данными по санитарно-гигиеническим нормативам качества окружающей среды: таблицы «Предельно допустимые концентрации химических веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов», «Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», «Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности».

2. Ответить на вопросы:

- Исходя из величин ПДК в атмосферном воздухе населенных пунктов, какие из веществ, приведенных в таблице, являются наиболее опасными для здоровья человека?
- Содержание каких веществ в воде нормируется по общесанитарному показателю вредности?
- По какому показателю вредности нормируется содержание в воде тяжелых металлов, приведенных в таблице?
- Для каких веществ при установлении величины ПДК_В в качестве лимитирующего показателя используется органолептический (изменение запаха воды)?
- По какому показателю вредности нормируется содержание в почве меди, марганца, цинка, ртути, мышьяка, свинца, хрома?

3. Закрепить теоретические знания по теме «Нормативы качества окружающей среды» в рамках работы в малых группах в виде дидактической игры «Контроль» на основе контрольных вопросов для самопроверки с использованием методики «вопрос – ответ».

Порядок выполнения:

1. Работа в малых группах в соответствии с заданием.

2. Проведение текущего контроля знаний в форме собеседования с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Форма отчетности:

собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.

2. Подготовить ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Материал для работы на практическом занятии:

Предельно допустимые концентрации химических веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов

Вещество	ПДК_{МР}, мг/м³	ПДК_{СС}, мг/м³
Аммиак	0,20	0,04
Ванадия пятиокись	-	0,002
Оксид углерода	5	3
Диоксид азота	0,2	0,04
Оксид азота	0,4	0,06
Бенз(а)пирен	-	10 ⁻⁶

Диоксид серы	0,5	0,05
Серная кислота	0,3	0,1
Свинец и его неорганические соединения	0,001	0,0003
Сероводород	0,008	-
Формальдегид	0,05	0,01
Взвешенные вещества	0,5	0,15

Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

Вещество	ПДК_в, мг/л	Лимитирующий показатель
Бензин	0,1	органолептический (запах)
Бензол	0,01	санитарно-токсикологический
Бор	0,5	санитарно-токсикологический
Гидроксibenзол (фенол)	0,001	органолептический (запах)
Диметилсульфоксид	0,1	общесанитарный
Железо	0,3	органолептический (окраска)
Кадмий	0,001	санитарно-токсикологический
Лигнин сульфатный	5	органолептический (окраска)
Литий	0,03	санитарно-токсикологический
Магний	50	органолептический (привкус)
Марганец	0,1	органолептический (окраска)
Медь	1	органолептический (привкус)
Метанол	3	санитарно-токсикологический
Метантиол (метилмеркаптан)	0,0002	органолептический (запах)
Мышьяк	0,01	санитарно-токсикологический
Нефть	0,3	органолептический (пленка)
Никель	0,02	санитарно-токсикологический
Нитраты	45	санитарно-токсикологический
Нитриты	3,3	санитарно-токсикологический
Ртуть	0,0005	санитарно-токсикологический
Свинец	0,01	санитарно-токсикологический
Сульфаты	500	органолептический (привкус)
Сульфиды и сероводород	0,003	органолептический (запах)
Сурьма	0,005	санитарно-токсикологический
Таллий	0,0001	санитарно-токсикологический
Трихлорбифенил	0,001	санитарно-токсикологический
Трихлорметан	0,1	санитарно-токсикологический
Формальдегид	0,05	санитарно-токсикологический
Хлор	отсутствие	общесанитарный
2-Хлорбензойная кислота	0,1	органолептический (привкус)
Хлорбензол	0,02	санитарно-токсикологический
Хлориды	350	органолептический (привкус)
Цианиды	0,035	санитарно-токсикологический
Цинк	1	общесанитарный

Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности

Наименование вещества	ПДК, мг/кг, почвы с учетом фона	Показатель вредности		
		транс-локационный	водный	общесанитарный
<i>Подвижные формы</i>				
Медь	3,0	3,5	72,0	3,0
Никель	4,0	6,7	14,0	4,0
Цинк	23,0	23,0	200,0	37,0
Кобальт	5,0	25,0	> 1000	5,0
Фтор водорастворимый	10	10	10	25
Марганец чернозем, извлекаемый ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8	140,0	320,0	1860,0	140,0
Марганец дерново-подзолистая почва с рН 4, извлекаемый ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8	60	220	1000	60

Наименование вещества	ПДК, мг/кг, почвы с учетом фона	Показатель вредности		
		транс-локационный	водный	общесанитарный
Марганец дерново-подзолистая почва с рН >6, извлекаемый 0,1н Н ₂ SO ₄	500	1100	8000	500
Хром	6,0	6,0	6,0	6,0
<i>Валовые формы</i>				
Сурьма	4,5	4,5	4,5	50,0
Марганец	1500	3500	15000	1500
Ванадий	150,0	170,0	350,0	150,0
Марганец + ванадий	1000 + 100	1500 + 150	2000 + 200	1000 + 100
Свинец	32,0	35,0	260,0	32,0
Мышьяк	2,0	2,0	15,0	10,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	5,0
Свинец + ртуть	20 + 1	20 + 1	30 + 2	30 + 2
Медь	55	—	—	—
Никель	85	—	—	—
Цинк	100	—	—	—

Основная литература

1. Кукин, П. П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М.

Колесникова; МАТИ - Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского. - Москва: Юрайт, 2016. - 453 с.

Дополнительная литература

1. Лесникова, В.А. Нормирование и управление качеством окружающей среды: учебное пособие для бакалавров / В.А. Лесникова. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 173 с.: ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3632-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276099>
2. Редина, М. М. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды: учебник для бакалавров / М. М. Редина, А. П. Хаустов; Рос. ун-т дружбы народов. - Москва: Юрайт, 2015. - 431 с.
3. Акинин, Н. И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие / Н. И. Акинин. - 2-е изд., испр. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 312 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите основные методологические положения, лежащие в основе гигиенического нормирования атмосферных загрязнений.
2. Для каких веществ устанавливают предельно допустимые максимальные разовые концентрации?
3. С какой целью разрабатываются нормативы ПДК_{с.с.}?
4. Что такое ОБУВ? В каких случаях он устанавливается?
5. Как учитывается эффект суммации при гигиеническом нормировании химических веществ в атмосферном воздухе населённых мест?
6. Перечислите показатели вредности при нормировании химических веществ в водной среде. Что характеризует каждый показатель?
7. Для водных объектов каких категорий водопользования устанавливают нормативы ПДК_в и ПДК_{в.р.}?
8. Дайте определение ПДК_{с.с.}, ПДК_в, ПДК_п.
9. Что характеризует транслокационный показатель вредности?

Практическое занятие № 2. Экологические последствия загрязнения окружающей среды предприятиями различных отраслей промышленности

Цель работы: закрепить теоретические знания по видам воздействия на окружающую среду предприятий различных отраслей промышленности и по экологическим последствиям загрязнения окружающей среды.

Занятие проводится в интерактивной форме: обучающиеся представляют презентации на заданные темы и обсуждают доклады.

Задание:

1. Заполнить таблицу «Экологические последствия загрязнения окружающей среды предприятиями различных отраслей промышленности».
2. Подготовить доклады на тему:
 - Воздействие выбросов предприятий теплоэнергетики на здоровье населения.
 - Заболеваемость населения в крупных центрах черной металлургии.
 - Заболеваемость населения в крупных центрах цветной металлургии.

Порядок выполнения:

1. Заполнить таблицу «Экологические последствия загрязнения окружающей среды предприятиями различных отраслей промышленности».
2. Сделать выводы, выделив отрасли промышленности, характеризующиеся наибольшим объемом: выбросов в атмосферу; сбросов сточных вод; образования отходов.
3. Заслушать и обсудить доклады.
4. Защита практической работы в форме собеседования с преподавателем на основе кон-

трольных вопросов для самопроверки.

Форма отчетности:

отчет по практической работе; собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.
2. Подготовить доклады по теме практического занятия.
3. Подготовить ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Отчет по практической работе должен включать таблицу:

Экологические последствия загрязнения окружающей среды предприятиями различных отраслей промышленности

Отрасль промышленности	Крупнейшие предприятия в РФ	Выбросы в атмосферу	Состав и объемы сточных вод	Воздействие на почвы	Отходы
Теплоэнергетика					
Цветная металлургия					
Черная металлургия					
ЦБП					
Горнодобывающая промышленность					

Основная литература

1. Кукин, П. П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова; МАТИ - Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского. - Москва: Юрайт, 2016. - 453 с.
2. Основы инженерной экологии: учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенов, Л.Н. Фесенко; под ред. В.В. Денисова. - Ростов-н/Д : Феникс, 2013. - 624 с. : ил., схем., табл. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-21011-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271599>

Дополнительная литература

1. Ларионов, Н. М. Промышленная экология: учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков; Национальный исследовательский университет. - Москва: Юрайт, 2016. - 495 с.
2. Экология: учебное пособие / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский, И.Г. Шайхиев; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 372 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1596-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428110>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Состав выбросов предприятий теплоэнергетики, работающих на угле.
2. Химический состав летучей золы. Воздействие выбросов золы на здоровье человека.
3. Какие компоненты выбросов являются источником выпадения кислотных осадков?
4. Каков уровень использования золошлаковых отходов в РФ?
5. Назовите объём накопленных золошлаковых отходов на территории РФ.
6. Какими элементами загрязняются подземные воды в районе золоотвалов ТЭЦ?

7. Состав сточных вод систем гидрозолоудаления.
8. ТЭЦ как источник теплового загрязнения водоемов. Экологические последствия теплового загрязнения водоемов.
9. Состав выбросов предприятий черной металлургии.
10. Основные источники выбросов в атмосферу в черной металлургии.
11. Назовите основные направления использования воды в черной металлургии.
12. Какая доля сбрасываемых сточных вод в черной металлургии относится к категории загрязненных? Какие вещества входят в их состав?
13. Состав выбросов предприятий цветной металлургии.
14. Каков вклад цветной металлургии в загрязнение атмосферного воздуха в РФ?
15. Состав сточных вод предприятий цветной металлургии.
16. Объемы образования отходов на предприятиях черной и цветной металлургии.
17. Перечислите вещества, входящие в состав выбросов предприятий ЦБП.
18. Каков вклад целлюлозно-бумажной промышленности в сброс загрязненных сточных вод промышленностью РФ?
19. Виды воздействия на окружающую среду нефтедобывающей отрасли.
20. Основные направления негативного воздействия на окружающую среду горнодобывающей промышленности.

Практическое занятие № 3. Методы и аппараты очистки промышленных выбросов

Цель работы: ознакомиться с используемым пылеулавливающим оборудованием, его достоинствами и недостатками; ознакомиться с методами очистки промышленных выбросов от диоксида серы и оксидов азота.

Занятие проводится в интерактивной форме: обучающиеся представляют презентации на заданные темы и обсуждают доклады.

Задание:

1. Изучить конструкцию и принцип действия пылеулавливающего оборудования; охарактеризовать достоинства и недостатки.
2. Подготовить доклады на тему:
 - Методы очистки выбросов от диоксида серы.
 - Методы очистки выбросов от оксидов азота.

Порядок выполнения:

1. Используя представленный материал, изучить конструкцию и принцип действия пылеулавливающего оборудования.
2. Заслушать и обсудить доклады.
3. Подготовить отчет по практической работе «Способы очистки промышленных выбросов», который должен включать:
 - Очистка выбросов от пыли в циклонах: конструкция циклона (рис.), принцип действия, достоинства и недостатки.
 - Конструкции скрубберов (рис.). Достоинства и недостатки «мокрых» пылеуловителей.
 - Очистка выбросов в электрофильтрах: конструкция пластинчатого и трубчатого электрофильтра (рис.), принцип действия, достоинства и недостатки.
 - Тканевые рукавные фильтры: конструкция (рис.), достоинства и недостатки.
 - Методы очистки выбросов от диоксида серы (суть метода, оборудование, эффективность очистки).
 - Методы очистки выбросов от оксидов азота (суть метода, оборудование, эффективность очистки).
4. Защита практической работы в форме собеседования с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Форма отчетности:

отчет по практической работе; собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.
2. Подготовить доклады по теме практического занятия.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Материал для изучения на практическом занятии

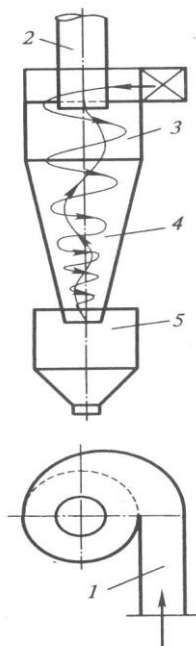


Рис. 1. Конструкция циклона:

- 1 – патрубок; 2 - выхлопная труба; 3 - цилиндрическая часть; 4 - коническая часть;
5 – бункер для сбора пыли

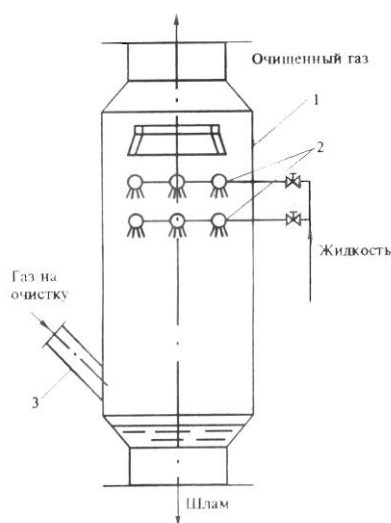


Рис. 2. Полый форсуночный скруббер:

- 1 - корпус; 2 - форсуночные пояса; 3 - патрубок

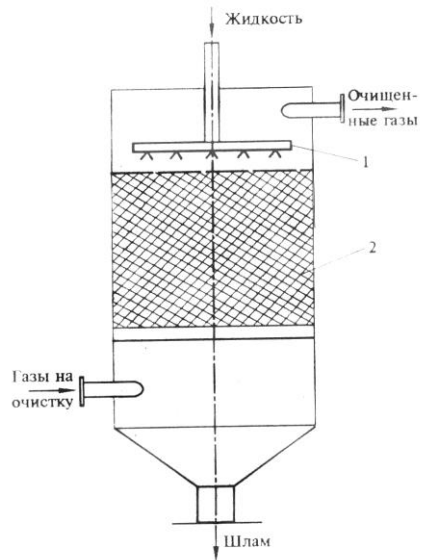


Рис. 3. Насадочный скруббер:
1 - орошающее устройство; 2 - насадка

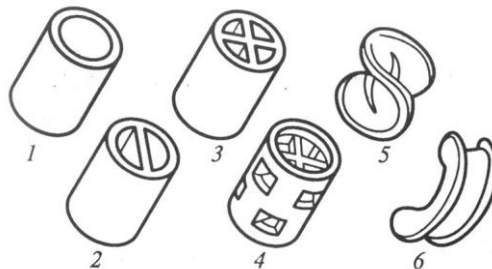


Рис. 4. Типы насадок:
1 - кольца Рашига; 2 - кольца с перегородкой; 3 - кольца с крестообразной перегородкой;
4 - кольца Палля; 5 - седла Берля; 6 - седла Инталокс

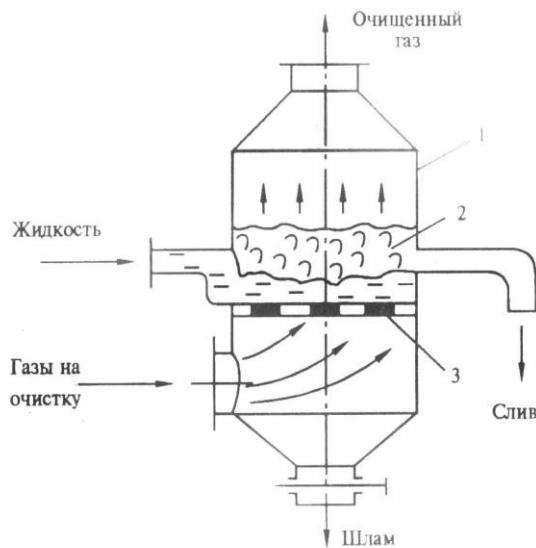


Рис. 5. Барботажно-пенный скруббер с переливной тарелкой:
1 - корпус; 2 - слой пены; 3 - переливная тарелка

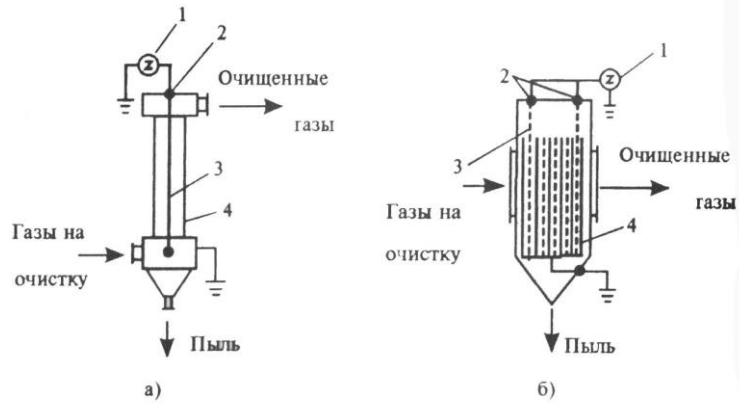


Рис. 6. Типы электрофильтров:
 а – вертикальный трубчатый; б - горизонтальный пластинчатый; 1 - агрегаты электропитания; 2 - изоляторы; 3 - коронирующие электроды; 4 - осадительные электроды

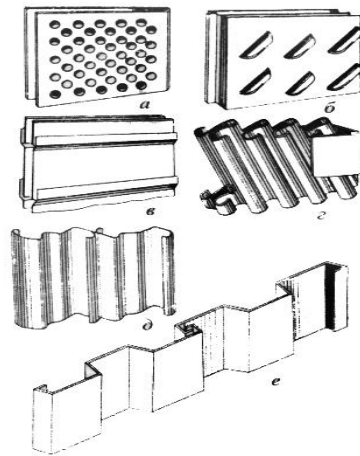


Рис. 7. Различные типы осадительных электродов сложного профиля:
 а – перфорированные; б – карманные; в – тюльпанообразные; г – желобчатые;
 д,е – открытого профиля

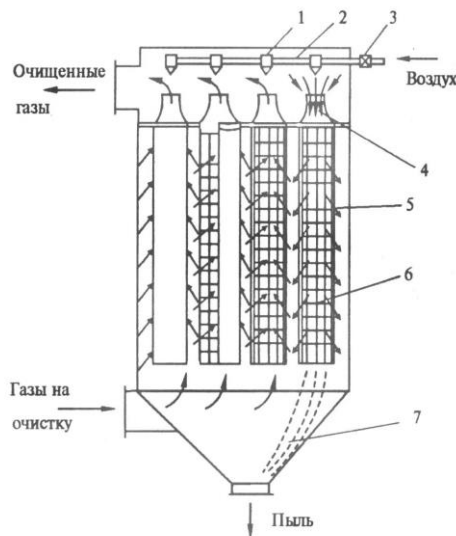


Рис. 8. Каркасный рукавный фильтр с импульсной продувкой:
 1 - сопло; 2 - подвод сжатого воздуха; 3 - соленоидный клапан; 4 - струя сжатого воздуха;
 5 - рукав; 6 - каркас; 7 - бункер

Дополнительная литература

1. Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. и доп. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 456 с.:

ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0124-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444182>

2. Ветошкин, А.Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов: учебное пособие: В 2-х частях / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. и доп. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0127-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444180>

3. Техника и технология защиты воздушной среды: Учеб. пособие для вузов/ В.В. Юшин, В.М. Попов, П.П. Кукин и др..- 2-е изд., доп..- М.: Высш. шк., 2008.- 399 с. (и предыдущее издание)

4. Бернер, Г.Я. Технология очистки газа за рубежом / Г.Я. Бернер. - Москва: Новости тепло-снабжения, 2006. - 262 с. - ISBN 5-94296-014-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56224>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Принцип действия циклонов.
2. Достоинства циклонов.
3. Основной недостаток «сухих» методов очистки выбросов от пыли.
4. Перечислите виды скрубберов.
5. Недостатки мокрых пылеуловителей (скрубберов).
6. В каких аппаратах используется действие центробежных сил?
7. Какой из видов скрубберов наиболее эффективен при улавливании тонкодисперсной пыли?
8. Какую форму имеют элементы насадки в насадочных скрубберах?
9. При какой скорости газового потока барботажно-пенный скруббер работает в барботажном режиме?
10. Принцип действия электрофильтров. Стадии очистки в электрофильтрах.
11. Достоинства электрофильтров.
12. Классификация электрофильтров.
13. Какую форму имеют осадительные электроды в электрофильтрах?
14. Конструкция коронирующих электродов в электрофильтрах.
15. Типы фильтровальных тканей в тканевых рукавных фильтрах.
16. Способы регенерации фильтровальных тканей.

Практическое занятие № 4. Загрязнение гидросферы. Качество поверхностных вод на территории РФ

Цель работы: закрепить теоретические знания по видам и источникам загрязнения гидросферы, изучить данные по уровням загрязнения поверхностных вод на территории РФ.

Задание:

1. Заполнить таблицу «Основные загрязнители гидросферы».
2. Изучить материал по качеству поверхностных вод на территории РФ по данным гидрохимической сети наблюдений Росгидромета и заполнить таблицу «Качество поверхностных вод на территории РФ».

Порядок выполнения:

Выполнить вышеперечисленные задания.

Форма отчетности:

отчет по практической работе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Отчет по практической работе должен включать таблицы:

Основные загрязнители гидросферы

Загрязняющие вещества	Источники загрязнения	Последствия загрязнения
Биогенные элементы (соединения азота и фосфора)		
Взвешенные вещества		
Нефть и нефтепродукты		
Тяжелые металлы и их соединения		
Органические вещества		
Пестициды		

Качество поверхностных вод на территории РФ

Река/водохранилище	Класс качества воды	Загрязняющее вещество/показатель	Концентрация, доли ПДК		Источники антропогенного воздействия, определяющие уровень загрязненности воды	Тенденции изменения качества воды
			среднегодовая	максимальная		

Материал для изучения на практическом занятии

Качество поверхностных вод на территории РФ

Классы качества воды:

- 1 класс – «условно чистая»;
- 2 класс – «слабо загрязненная»;
- 3 класс – «загрязненная»;
- 4 класс – «грязная»;
- 5 класс – «экстремально грязная».

Реки Северо-Запада

Общий уровень загрязненности воды р. Нева определяется содержанием в воде трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), соединений, меди, цинка, железа. Качество воды в створах г. Санкт-Петербург изменялось в диапазоне от 2 до 3 класса, вода характеризовалась как «слабо загрязненная» и «загрязненная». В большинстве створов г. Санкт-Петербург наблюдалась характерная загрязненность воды трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), соединениями меди, цинка, реже железа, среднегодовые концентрации остались на уровне предыдущих лет и изменялись в пределах величин ниже ПДК – 3 ПДК. В единичных случаях наблюдались превышения 10 ПДК соединениями железа и марганца (до 12 ПДК) в створе впадения р. Охта.

По степени загрязненности притоки р. Нева варьировали в диапазоне от «загрязненных» до «грязных». Наиболее распространенными загрязняющими веществами для большинства притоков являются: с повторяемостью случаев превышения ПДК в 50-100% отобранных проб воды легко - (по БПК₅) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, соединения железа, меди, цинка, марганца, 25-50% - нитритный азот; 8,3-16,7% - нефтепродукты, соединения свинца, кадмия. В

качестве критических загрязняющих веществ выделялись соединения железа (р. Мга), нитритный азот (Обводной канал). Самым загрязненным притоком р. Нева на протяжении десятилетий остается р. Охта в створе г. Санкт-Петербург, качество воды которой стабилизировалось на уровне 4 класса. Зарегистрированы случаи высокого загрязнения воды соединениями железа (до 25 ПДК), марганца (до 38 ПДК).

Малые реки Кольского полуострова

На протяжении десятилетий характерными загрязняющими веществами воды малых рек Кольского полуострова являются соединения никеля, меди, марганца, железа, молибдена, сульфатные ионы, аммонийный и нитритный азот, легко- (по БПК₅) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, дитиофосфат крезоловый. Источниками загрязняющих веществ являются сточные воды ОАО «Кольская ГМК», комбинат «Печенганикель», «Североникель», ОАО «Ковдорский ГОК», ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания», ОАО «Апатит» и др.

Из 151 случая высокого загрязнения 61 наблюдался по содержанию соединений никеля, 9 – ртути, 11 – меди, 5 – молибдену, 34 – дитиофосфатом, 11 – по соединениям азота, 3 – сульфатам и анионным синтетическим поверхностным веществам (АСПАВ), 4 – органическим веществам (по БПК₅). Единичные случаи были отмечены по рН, соединениям железа, марганца, трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК) и растворенному в воде кислороду. Из 56 случаев экстремально высокого загрязнения 14 наблюдалось по соединениям меди и молибдена, 3 – никеля, 8 – ртути, 2 – марганца и 1 – железа. На эти водные объекты оказывают негативное влияние сточные воды предприятий горнодобывающей, горнообрабатывающей и металлургической промышленности: ОАО «Кольская ГМК» - рр. Ньюдауй, Хауки-лампи-йоки, Колос-йоки; ОАО «Ковдорский ГОК» – рр. Можель и Ковдора; ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания».

В зоне влияния сточных вод предприятий г. Мурманска и сельскохозяйственных комплексов находятся р. Роста, руч. Варничный и ручьи бассейна р. Колы.

Наиболее загрязненными водными объектами области по данным наблюдений являются р. Роста и руч. Варничный (г. Мурманск); рр. Колос-йоки и Хауки-лампи-йоки (г. Никель); и р. Ньюдауй (г. Мончегорск). По качеству вода характеризуется: руч. Варничного и р. Роста – «экстремально грязная»; р. Хауки-лампи-йоки – «очень грязная»; р. Колос-йоки, р. Печенга, р. Луотн-йоки, р. Нама-йоки, р. Ньюдауй и р. Белая – «грязная».

Экологическое состояние воды малых рек Мурманской области продолжает находиться в критическом состоянии.

Бассейн р.Дон

Наиболее загрязненной осталась вода верхнего течения р. Дон выше г. Донской и характеризовалась как «грязная». Характерными загрязняющими веществами являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), фенолы, соединения железа, меди и марганца, аммонийный, нитритный азот, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 2-4 ПДК и 8 ПДК, максимальные не превышали 3-8 ПДК и 21 ПДК; критического уровня загрязненности достигали аммонийный и нитритный азот.

Качество воды р. Дон в среднем течении не изменилось и определялось 3-м классом.

Для Нижнего Дона характерна загрязненность воды: в районе г. Волгодонск – легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) и соединениями меди на уровне 2 ПДК, в контрольных створах г. Ростов-на-Дону легкоокисляемыми (по БПК₅) и трудноокисляемыми (по ХПК) органическими веществами, сульфатами, соединениями меди и железа на уровне 2 и 3-4 ПДК, максимальные концентрации не превышали 3 и 4-9 ПДК. Наиболее загрязнена вода р. Дон в нижнем течении у г. Азов, характеризуемая как «грязная».

Существенное негативное влияние на качество воды р. Дон оказывает р. Северский Донец, берущая начало в Белгородской области, протекающая по территории Украины и впадающая в р. Дон на территории Ростовской области.

Качество воды р. Северский Донец на территории Ростовской области в течение последних 4-8 лет определялось 4-м классом («грязная» вода). Критическим показателем устойчивости загрязненности воды в течение этих лет оставались сульфаты, нарушение ПДК которыми регистрировалось в каждой пробе воды. Для воды реки на этом участке характерна загрязненность трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), нитритным азотом, в отдельных створах к ним добавлялись фенолы, соединения меди, магния.

Притоки Северского Донца в подавляющем большинстве характеризуются низким качеством воды. Критическими показателями загрязненности воды являлись: рек Оскол и Осколец, протекающих на территории Белгородской области - нитритный, в отдельных створах – аммонийный азот; рек на территории Ростовской области – сульфатные ионы, концентрации которых в воде достигали уровня ВЗ в результате сброса сточных вод предприятиями ЖКХ, Оскольского электрометаллургического комбината, Лебединского ГОКа и др., вымывания сульфатов атмо-

сферными осадками и грунтовыми водами из отвалов шахтных пород (р. Большая Каменка, Глубокая, Кундрючья).

Бассейн р. Кубани

Вода реки характеризуется в основном 3-м классом. Характерными загрязняющими веществами являются в большинстве створов на участке г. Невинномысск - г. Краснодар соединения меди, железа и сульфаты, на устьевом участке (х. Тиховский – г. Темрюк) - трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 2-7 ПДК, 1-5 ПДК, 1-3 ПДК и 2 ПДК соответственно, при повторяемости случаев превышения ПДК – 50-100%. Качество воды р. Кубань в районе г. Краснодар улучшилось с 2000 г. и характеризовалось стабильно 3 классом.

Бассейн р. Северная Двина

Вода реки, как и предыдущие годы, в большинстве створов характеризовалась как «очень загрязненная»; у г. Великий Устюг, ниже г. Красавино, д. Телегово, с. Усть-Пинега – «грязная» вода. Характерными загрязняющими веществами остались трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди, цинка, на отдельных створах к ним добавлялись соединения никеля, алюминия и марганца, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 2-5 ПДК.

Отмечалось увеличение в воде рек среднегодовых концентраций соединений цинка ниже г. Великий Устюг, у д. Телегово, д. Звоз (до 2 ПДК); соединений марганца (до 11 ПДК), алюминия (до 5 ПДК), нефтепродуктов у с. Усть-Пинега (4 ПДК).

Существенно не изменилось качество воды в дельте Северной Двины, вода в большинстве створов оценивалась как «загрязненная»; в прот. Маймакса и прот. Кузнечиха – как «очень загрязненная» и «грязная».

Основными источниками загрязнения реки Сухона, одного из крупнейших притоков р. Северная Двина, являются сточные воды предприятий деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, суда речного флота.

Увеличилось число створов реки (от 50% до 75%), вода в которых характеризовалась 4-м классом. Характерными загрязняющими веществами по-прежнему являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), к ним добавлялись в большинстве створов соединения меди, никеля, в отдельных створах – фенолы, соединения железа, цинка, алюминия, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 2-6 ПДК, максимальные – 2-13 ПДК, повторяемость случаев превышения ПДК составляла 57-100%.

Р. Пельшма, г. Сокол - характеризуется десятилетиями стабильно на уровне «экстремально-грязной», на формирование химического состава которой негативное влияние оказывают недостаточно очищенные сточные воды ОАО «Сокольский ЦБК» и объединенных очистных сооружений г. Сокол. Концентрации критических показателей загрязненности воды достигали уровня ВЗ и ЭВЗ. Отмечается глубокий дефицит растворенного в воде кислорода.

Река Вычегда - один из крупных притоков р. Северная Двина. Вода реки в последние годы оценивалась как «загрязненная» и «очень загрязненная».

Бассейн р. Обь

Вода р. Обь в многолетнем плане на участках с. Фоминское – г. Камень-на-Оби; г. Новосибирск – с. Дубровино; в нижнем течении от г. Нижневартовск до с. Полноват характеризуется как «загрязненная» и «очень загрязненная». Ниже по течению от п. Горки до г. Салехард - как «грязная». Критического уровня загрязненности воды в среднем течении р. Обь на участке г. Колпашево – с. Белогорье достигали соединения железа; у г. Салехард – растворенный в воде кислород.

В течение года в створах на р. Полуй у г. Салехард зафиксированы 2 случая ВЗ соединениями железа и 5 случаев дефицита растворенного в воде кислорода (2,27-2,92 мг/л). Вода по-прежнему характеризовалась как «грязная».

Малые реки, протекающие в районе г. Новосибирск, как и в предыдущие годы, обладали высоким уровнем загрязненности. Вода рек Камышенка, Н. Ельцовка, Тула, Ельцовка 1, Плющиха, Каменка, Ельцовка 2 – характеризовалась как «грязная» и «очень грязная».

Река Иртыш. Из Казахстана на территорию России, как и в предыдущие годы, вода поступала «загрязненная». Ниже по течению на территории Омской и Тюменской областей качество воды не менялось; в створах 2 км ниже г. Тобольск и у с. Уват ухудшалось и оценивалось 4-м классом («грязная» вода). Критическим показателем загрязненности воды у с. Уват являлись нефтепродукты. Ниже г. Тобольск зарегистрированы 2 случая ВЗ соединениями марганца, 1 случай ВЗ соединениями цинка; в черте с. Уват – 2 случая ВЗ и ЭВЗ нефтепродуктами.

Вода р. Исеть в створах ниже г. Екатеринбург стабильно оценивается как «экстремально-грязная». Критического уровня загрязненности воды достигали аммонийный и нитритный азот,

фосфаты, соединения марганца, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), трудноокисляемые органические вещества (по ХПК).

Река Миасс в створах ниже г. Челябинск в многолетнем плане характеризовалась как «экстремально грязная» и «очень грязная». 15 из 16 веществ, учитываемых в комплексной оценке, являлись загрязняющими. Аммонийный азот, нитритный азот, соединения марганца являлись критическими показателями загрязненности воды в обоих створах; легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), соединения цинка – в створе 6,6 км ниже г. Челябинск.

Бассейн р. Енисей

На некоторых участках р. Енисей в районе г. Саяногорск, г. Лесосибирск, п. Подтесово, пгт Стрелки, с. Селиваниха отмечалось улучшение качества воды от «грязной» до «очень загрязненной». В нижнем течении р. Енисей в створе 1 км н.г. Игарка вода, как и в предыдущие годы, характеризовалась как «грязная», критическими загрязняющими веществами являлись соединения меди, нефтепродукты.

Вода притоков р. Енисей характеризуется широким диапазоном: «экстремально грязная» (оз. Шира, в районе р. Сон), «очень грязная» (р. Тея), «грязная», «очень загрязненная» и «загрязненная». Критическими загрязняющими веществами в воде отдельных притоков р. Енисей являлись соединения меди, марганца, в воде некоторых рек соединения цинка (р. Тея, р. Ирба, р. Чуня, оз. Шира), соединения кадмия (р. Рыбная); хлориды, сульфаты, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) (оз. Шира).

Как и в предыдущие годы, вода во всех створах Братского водохранилища (р. Ангара) оценивалась как «слабо загрязненная», либо «условно чистая», в отдельных створах – как «загрязненная» (гг. Усолье, Свирск).

Вода Усть-Илимского водохранилища характеризовалась как «слабо загрязненная»; в створе п. Энергетик 8 км ниже плотины Братской ГЭС – как «условно чистая». В створе с. Усть-Вихорева 24,5 км выше п. Седаново произошло улучшение качества воды до «слабо загрязненной».

Вода р. Вихорева характеризовалась как «очень загрязненная» у п. Чекановский и в районе г. Вихоревка. В створе 7 км ниже с. Кобляково качество воды было существенно хуже и характеризовалось 4-м классом. Сульфатный лигнин, сульфиды и сероводород являлись критическими показателями загрязненности воды в данном створе.

Бассейн р. Колыма

Вода р. Колыма в многолетнем плане оценивается 4-м классом качества («грязная» вода). Случаев экстремально-высокого загрязнения в бассейне р. Колыма отмечено не было. Высокий уровень загрязнения поверхностных вод зафиксирован в 8 случаях по содержанию взвешенных веществ, соединений свинца, марганца и цинка.

Бассейн р. Волга

В течение многолетнего периода наиболее распространенными загрязняющими веществами в бассейне Волги были трудно- и легкоокисляемые органические вещества (по ХПК и БПК₅), соединения меди, железа, в меньшей степени – нефтепродукты и фенолы, превышения ПДК которыми по р. Волга и по бассейну в целом составляли соответственно: 95 и 88%, 47 и 50%, 89 и 80%, 52 и 57%, 45 и 35%, 32 и 33%. В течение ряда лет поверхностные воды бассейна в большинстве створов оценивались как «загрязненные» и «грязные».

В многолетнем плане вода водохранилищ - Ивановского, Угличского, Рыбинского и Горьковского – соответствовала 3-му классу («загрязненная» и «очень загрязненная»), в отдельных створах – 4 классу («грязная»). Характерными загрязняющими веществами Верхне-Волжских водохранилищ были трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения меди и железа.

В бассейнах Угличского и Ивановского водохранилищ наиболее загрязнены реки Лама, Дубна, Сестра и Кунья; Рыбинского водохранилища – р. Кошта, Горьковского – р. Черемуха, вода которых оценивается как «грязная». Отдельные загрязняющие вещества достигали критического уровня загрязненности воды: р. Кошта - аммонийный и нитритный азот, рек Кунья и Сестра - легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) и аммонийный азот.

Общий уровень загрязненности воды Чебоксарского водохранилища не претерпел существенных изменений, определялся содержанием в воде легко- и трудноокисляемых органических веществ, соединений железа в 1-2 ПДК, меди 3-10 ПДК. Возрос уровень загрязненности воды водохранилища в районе г. Нижний Новгород соединениями меди. Вода водохранилища в многолетнем плане варьировала в диапазоне от «загрязненной» в большинстве створов контроля до «грязной» в створах в черте г. Нижний Новгород, выше и ниже г. Кстово. Загрязненность воды притоков Чебоксарского водохранилища колебалась от «загрязненной» до «грязной» и «очень грязной». Вода большинства створов (67%) характеризовалась как «очень загрязненная».

Качество воды Куйбышевского водохранилища варьировало в пределах 3-го класса, из них 57% «загрязненная» вода, у гг. Зеленодольск и Казань – «грязная». Характерными загрязняющими веществами практически по всей акватории водоема были легко- и трудноокисляемые органические вещества, в районе крупных населенных пунктов на территории Республики Татарстан к ним добавлялись соединения меди, в концентрациях в среднем от 2 до 5 ПДК. В районе г. Зеленодольск, г. Казань и г. Ульяновск продолжала оставаться устойчивой загрязненность воды аммонийным и нитритным азотом до 3-6 ПДК.

Сохранилась тенденция улучшения качественного состава воды Саратовского водохранилища до уровня «загрязненная». Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ по акватории водоема в основном были ниже нормативов, за исключением трудно- и легкоокисляемых органических веществ (по ХПК 1-2 ПДК, БПК₅ ниже 1 – 1 ПДК) и выше г. Самара соединений меди (2 ПДК).

Загрязненность воды реки Волга у г. Волгоград соединениями меди (до 3-4 ПДК), цинка (до 2 ПДК), легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по БПК₅ и ХПК до 1-2 ПДК) оценивалась как характерная и в среднем составляла 2-3 ПДК, 1 ПДК, 1 ПДК и 1,5 ПДК.

Качество воды р. Волга ниже г. Астрахань в последние четыре года наблюдений стабилизировалось на уровне 4-го класса («грязная»). Перечень характерных загрязняющих веществ на этом участке реки по сравнению с выше расположенным пунктом наблюдений г. Волгоград был более широким: соединения меди, железа, цинка, никеля, легко- и трудноокисляемые органические вещества (по БПК₅ и ХПК, соответственно), среднегодовые концентрации которых в последние годы изменялись незначительно.

Бассейн р. Ока

Степень загрязненности воды р. Ока изменялась по течению реки от «загрязненной» и «очень загрязненной» в верхнем течении (г. Орел - г. Алексин) до «грязной» в большинстве створов ниже по течению реки. Вода реки загрязнена легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по БПК₅ и ХПК до 1-4 ПДК) и соединениями меди (до 4-14 ПДК). Загрязненность воды нитритным азотом возросла до критической на участках реки выше и ниже г. Рязань и в черте г. Нижний Новгород, среднегодовые концентрации составляли 3-5 ПДК, максимальные либо приближались к уровню ВЗ, либо его превышали в створах 21 км ниже г. Рязань (13 ПДК). Характерная загрязненность воды аммонийным азотом до 4 ПДК отмечалась ниже г. Калуга и на участке реки, протекающей по территории Московской области. В апреле ниже г. Рязань был зарегистрирован случай высокого загрязнения воды реки аммонийным азотом 25 ПДК.

Содержание метанола в воде превысило допустимый критерий на участках реки в районе г. Дзержинск и ниже г. Нижний Новгород.

В многолетнем плане вода большинства притоков р. Ока варьировала в пределах 3-го и 4-го классов качества. Критическими загрязняющими веществами воды притоков, протекающих по территории Московской, Тульской и Владимирской областей, чаще всего были нитритный азот, реже – аммонийный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), в отдельных реках – трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди.

Случаи высокого загрязнения воды притоков верхнего течения р. Оки были зарегистрированы в р. Упа (нитритным азотом), р. Мышега (аммонийным и нитритным азотом, легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅)), Шатском водохранилище (нитритным азотом); экстремально высокого – в Шатском водохранилище (трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК)).

Река Москва

Качество воды р. Москва под влиянием Люберецкой и Курьяновской станций аэрации, а также загрязненных притоков снижалось от «очень загрязненной» в верхнем течении до «грязной» ниже по течению. Критическими загрязняющими веществами воды реки остались аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), соединения меди, максимальные концентрации соответственно составляли: 26 ПДК, 49 ПДК, 6 ПДК и 17 ПДК.

Вода большинства притоков р. Москва по качеству изменялась от «грязной» и «очень грязной» до «экстремально грязной» в р. Пахра. В течение многих лет регистрировались случаи высокого загрязнения воды аммонийным и нитритным азотом, легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅).

Бассейн р. Кама

Источниками антропогенного загрязнения поверхностных вод бассейна р. Камы являются хозяйственно-бытовые сточные воды городов и других населенных пунктов, сточные воды предприятий многих отраслей промышленности, поверхностный сток с водосборной площади и др. Наибольшие объемы недостаточно очищенных сточных вод поступают в р. Кама, ее водохрани-

лица и притоки в районе городов Пермь, Краснокамск, Первоуральск, Ижевск, Стерлитамак, Туймазы, Златоуст, Красноуфимск и многих других крупных населенных пунктов.

В течение последнего десятилетия качество поверхностных вод бассейна р. Кама определялось загрязнением воды р. Кама, ее водохранилищ и рек ее бассейна соединениями марганца, железа, меди и трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), повторяемость превышения ПДК которыми в целом для бассейна составляла 93,5%, 60,5%, 70,0% и 79,5%. Хронический характер загрязненности воды большинства водных объектов бассейна р. Кама соединениями марганца и железа формируется, как правило, на фоне повышенных содержаний этих металлов природного происхождения.

В бассейне р. Белая к распространенным загрязняющим веществам относятся нефтепродукты, в 13% проб при этом концентрации нефтепродуктов превышали 10 ПДК.

Резких изменений в режиме и уровне загрязненности воды р. Кама и ее водохранилищ не наблюдалось, вода варьировала в пределах 3 класса качества и оценивалась как «загрязненная». Наметилась тенденция роста загрязненности нефтепродуктами воды Нижнекамского водохранилища, химический состав которого формируется под влиянием р. Белая, включая неорганизованные стоки с объектов нефтегазодобычи; осталась повышенной загрязненность воды соединениями марганца и сульфатами.

Высокой загрязненностью воды соединениями железа по-прежнему выделяется в бассейне р. Камы р. Косьва ниже г. Губаха, что определялось влиянием шахтных вод Кизеловского угольного бассейна.

Снизилась за последние десять лет загрязненность воды р. Чусовая, одного из наиболее загрязненных притоков р. Кама, соединениями меди и шестивалентного хрома на участке 1,7 км ниже г. Первоуральск. Однако качество воды реки на этом участке, формирующееся под влиянием Первоуральско-Ревдинского промузла, как и многие годы, остается в пределах 5 класса «экстремально грязных» вод, что обусловлено наличием в воде реки одновременно большого количества загрязняющих веществ, в том числе фосфатов, фторидов, соединений металлов, азота, органических веществ и пр.

Бассейн р. Лена

В многолетнем плане ниже г. Якутск вода р. Лена оценивается как «очень загрязненная». Многолетние наблюдения за качеством поверхностных вод бассейна р. Лена свидетельствуют, что наиболее распространенными загрязняющими веществами являются легкоокисляемые (по БПК₅) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, фенолы, соединения марганца, превышение ПДК которыми соответственно составляло в р. Лена и бассейне р. Лена: 31 и 86%, 46 и 77%, 62 и 90%, 30 и 100%.

Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ наблюдали в воде следующих рек: соединений марганца (12 и 17 ПДК) – р. Чара и р. Бугарихта; железа и меди (8 ПДК) – р. Тангары и р. Витим; фенолов (8 ПДК) – р. Кэнкэме.

Бассейн р. Амур

Для р. Амур на всем протяжении многие годы оставались характерными соединения железа, меди, марганца, превышение ПДК которыми наблюдали в 97,4%, 95,8%, 97,2% проб воды. В протоке Амурская и р. Амур в районе г. Хабаровск и ниже по течению в каждой пробе наблюдается невысокая загрязненность воды соединениями цинка. В бассейне р. Уссури соединения алюминия превышали ПДК более чем в 80% проб воды. Присутствие в воде ряда водных объектов бассейна р. Амур соединений марганца и железа в повышенных концентрациях в большинстве случаев определяется наличием в этом регионе повышенного природного фона. Практически по всему течению вода р. Амур оценивалась преимущественно как «загрязненная» или «очень загрязненная».

В многолетнем плане значительных изменений качества воды р. Амур не наблюдалось.

На малых водотоках Березовая, Черная (Хабаровский край), Дачная наблюдалась «экстремально высокая» загрязненность воды 5 класса качества.

Основная литература

1. Кукин, П. П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова; МАТИ - Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского. - Москва: Юрайт, 2016. - 453 с.

Дополнительная литература

1. Экология: учебное пособие / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский,

- И.Г. Шайхиев; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 372 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1596-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428110>
2. Фирсов, А.И. Экология техносферы: учебное пособие / А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2013. - 95 с.: табл., граф., ил., схемы - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427427>
3. Акинин, Н. И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие / Н. И. Акинин. - 2-е изд., испр. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 312 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Перечислить источники загрязнения поверхностных вод.
2. Что такое эвтрофикация вод? Какие причины ее вызывают?
3. Охарактеризовать последствия загрязнения вод взвешенными веществами.
4. Охарактеризовать последствия загрязнения вод нефтепродуктами.
5. Охарактеризовать последствия загрязнения вод органическими веществами.
6. С какой целью определяют величину показателя БПК₅ в поверхностных водах?
7. Что характеризует показатель ХПК?

Практическое занятие № 5. Методы и сооружения очистки сточных вод

Цель работы: ознакомиться с сооружениями механической и биологической очистки сточных вод, с методами физико-химической очистки сточных вод.

Задание:

1. Изучить теоретический материал по теме занятия. Составить конспект.
2. Дать ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

Порядок выполнения:

1. Изучение представленного теоретического материала.
2. Составление конспекта, который должен включать:
 - сооружения механической очистки сточных вод: решетки (предназначение, конструкция); песколовки (предназначение, виды песколовок, способы удаления осадка); отстаивники (классификация, конструкции, пропускная способность, эффективность отстаивания);
 - биологическая очистка сточных вод: сущность метода, конструкция аэротенков, принцип их работы;
 - физико-химическая очистка сточных вод: методы очистки, область применения.
3. Обсуждение материала занятия совместно с преподавателем.

Форма отчетности:

конспект; собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Задания для самостоятельной работы:

ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия, используя рекомендуемую литературу.

Материал для изучения на практическом занятии

Механическая очистка сточных вод

Механическая очистка воды подразумевает удаление механических примесей, среди которых числятся песок, глина, ржавчина, илистый осадок, бой стекла и прочее. Механическая очистка обеспечивает удаление взвешенных веществ из бытовых сточных вод на 60-65%.

Для удаления взвешенных частиц из сточных вод используют процессы процеживания, отстаивания, фильтрования, центрифугирования. Выбор метода зависит от размера частиц примесей, физико-химических свойств и концентрации взвешенных частиц, расхода сточных вод и необходимой степени очистки.

В схему механической очистки сточных вод входят следующие основные сооружения:

- решетки для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения,
- песколовки для выделения тяжелых минеральных примесей (главным образом песка),
- отстойники для выделения нерастворимых примесей.

Решетки. Содержащиеся в сточных водах крупноразмерные (более 1 см) отбросы, являющиеся отходами хозяйственно-бытовой и производственной деятельности, представляют собой остатки пищи, упаковочные материалы, бумагу, тряпье, санитарно-гигиенические, полимерные и волокнистые материалы. В процессе транспортирования по водоотводящим сетям крупноразмерные отбросы адсорбируют содержащиеся в сточных водах органические соединения, жиры. Образующийся на поверхности отбросов адгезионный слой способствует налипанию на них значительного количества песка, шлаков и других минеральных частиц. Песок, проносимый на крупноразмерных органических загрязнениях через песколовки, выпадает в осадок в первичных отстойниках, что затрудняет выгрузку осевшего осадка, его перекачку по илопроводам и выгрузку сброженного осадка из метантенков.

Таким образом, эффективное удаление крупноразмерных загрязнений из сточных вод при их прохождении через решетки позволит обеспечить нормальную эксплуатацию песколовки, первичных отстойников, метантенков и трубопроводов подачи осадков на метантенки, а также повысить качество очистки стоков.

Оценочная норма вносимых от 1 жителя крупноразмерных загрязнений составляет порядка 20 г/чел сут (8 л/год на человека).

Решетки являются первым элементом всех технологических схем очистки сточных вод. Они устанавливаются в уширенных каналах перед песколовками. Решетки могут быть неподвижными и подвижными. Наиболее распространены неподвижные решетки, которые изготавливают из металлических стержней с зазором между ними 5...25 мм и устанавливают на пути движения сточного потока вертикально или под углом 60...70° к горизонту (для удобства очистки решеток от загрязнений).

В большинстве конструкций решетки выполняют из расположенных параллельно друг другу стальных стержней различного сечения (круглой, прямоугольной, клиновидной или иной формы), закрепленных в раме для обеспечения их жесткости.

При эксплуатации решетки должны периодически или непрерывно очищаться. Загрязнения, задерживаемые на стержнях при процеживании сточной воды, снимают механическими граблями или вручную. Уловленные на решетках крупные примеси должны подвергаться дроблению в дробилках и возвращаться в поток воды перед решетками.

Песколовки предназначены для выделения механических примесей с размером частиц 0,15 мм и более (песка, шлак, бой стекла и др.). Песколовки должны быть рассчитаны на такую скорость движения воды, при которой выпадают только наиболее тяжелые минеральные загрязнения, мелкие же органические частицы не должны осесть. Установлено, что при горизонтальном движении воды в песколовке скорость должна быть не более 0,3 и не менее 0,15 м/с. При скорости движения более 0,3 м/с песок не будет успевать осаждаться в песколовке, при скорости менее 0,15 м/с в песколовке будут осаждаться органические примеси, что крайне нежелательно.

Горизонтальная песколовка – это универсальное устройство, которое успешно используется в очистных сооружениях, как большого масштаба, так и малого. Горизонтальные песколовки применяют при движении жидкости в горизонтальном направлении. Сточная вода поступает в прямоугольную емкость, и перемещается вдоль нее, при этом песок оседает под действием силы тяжести по всей длине емкости. Очищенная от песка вода переливается через поперечную перегородку в карман чистой воды, и отводится на последующие стадии очистки по трубопроводу. Осевший на дно песок собирается скребками в бункер для сбора и удаления песка, и периодически отводится на обезвоживание. Объем камер для песка следует принимать не больше двухсуточного объема выпадающего осад-

ка; угол наклона стенок камеры к горизонту — не менее 50°. Скопившийся песок из небольших песколовков удаляют вручную, а из крупных — при помощи эрлифтов и гидроэлеваторов.

Песколовки имеют следующее оборудование: механизм для перемещения осадка в бункер, гидроэлеваторы и насосы для удаления осадка из песколовки и транспорта его к месту обезвоживания или другой обработки. Механизмы применяются двух типов: цепные или тележечные. Цепные механизмы состоят из двух бесконечных цепей, расположенных по краям песколовки, с закрепленными на них скребками. У днища скребки перемещаются в сторону бункера (против направления течения воды), перемещая при этом осадок. Цепи и скребки над песколовкой перемещаются в ее конец (по течению воды). Механизмы тележечного типа состоят из тележки, перемещаемой над песколовкой по двум рельсам или монорельсу вперед и назад, на которой подвешивается скребок. При возвратном движении скребок поднимается. Механизмы для перемещения осадка сложны и ненадежны, так как эксплуатируются над водой во влажной среде. Некоторые их конструкции имеют подвижные элементы под водой.

Опыт эксплуатации горизонтальных песколовков показывает, что при хорошей работе эффективность осаждения может достигать 75—81% всех минеральных загрязнений, находящихся в сточной воде.

Отстойники — основной и наиболее распространенный тип очистных сооружений. В них оседают нерастворенные взвешенные частицы как органического, так и минерального происхождения. Отстойники бывают с горизонтальным движением воды — горизонтальные и с вертикальным движением воды — вертикальные. Кроме этого бывают радиальные отстойники, в которых вода движется в радиальном направлении.

Горизонтальный отстойник — прямоугольный, вытянутый в направлении движения воды резервуар, в котором осветляемая вода движется в направлении, близком к горизонтальному, вдоль отстойника. Глубина отстойников равна (H) = 1,5-4,0 м, длина - 8-12 H , а ширина коридора - 3-6 м. Равномерное распределение сточной воды достигается при помощи поперечного лотка. Горизонтальные отстойники рекомендуется применять при расходах сточных вод свыше 15000 м³/сут. Эффективность отстаивания достигает 60 %. Продолжительность отстаивания - 1-3 ч.

Вертикальный отстойник — круглый в плане и в очень редких случаях квадратный железобетонный (реже стальной) резервуар значительной глубины с центральной трубой и с конусным днищем для накопления и уплотнения осадка. Вертикальные отстойники применяют на очистных сооружениях производительностью примерно до 10000 м³/сут. Обработываемая вода движется вертикально — снизу вверх. Сбор осветленной воды предусматривается периферийными и радиальными желобами с затопленными отверстиями или с треугольными водосливами.

Радиальный отстойник — круглый в плане железобетонный резервуар, высота которого невелика по сравнению с его диаметром, в который осветляемая вода подводится снизу в центр и изливается через воронку, обращенную широким концом кверху. Вода в отстойнике движется от центра к периферии в радиальном направлении, близком к горизонтальному. Радиальные отстойники чаще всего используют при расходах сточных вод более 20000 м³/сут. Для удаления осадка служит медленно вращающаяся металлическая ферма с укрепленными на ней скребками, сгребающими осадок к центру отстойника, откуда он непрерывно или периодически выпускается или откачивается. Одним концом ферма опирается на опору в центре отстойника, а другим — на тележку,двигающуюся по стенке отстойника.

Классификация отстойников:

- по технологической роли: делятся на первичные отстойники (для осветления сточной воды), вторичные отстойники (для отстаивания воды, прошедшей биологическую очистку) и третичные отстойники (для доочистки), илоуплотнители, осадкоуплотнители;
- по направлению движения потока воды: бывают вертикальные, горизонтальные, радиальные (разновидности: с центральным, периферийным и с радиальным подвижным впуском воды) и наклонные тонкослойные.

Биологическая очистка сточных вод

Аэротенки применяются для очистки хозяйственно — бытовых вод, сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности и при совместной доочистке бытовых и производственных сточных вод.

Основной метод очистки хозяйственно-бытовых сточных вод заключается в окислении органических загрязнений микроорганизмами в специальных аэрационных сооружениях. В аэрационных сооружениях микробная масса пребывает во взвешенном состоянии в виде отдельных хлопьев, представляющих собой зооглейные скопления микроорганизмов, простейших и более высокоорганизованных представителей фауны (коловратки, черви, личинки насекомых), а также водных грибов и дрожжей. Этот биоценоз организмов, развивающихся в аэробных условиях, на органических загрязнителях, содержащихся в сточной воде, получил название активного ила. На окисление в аэротенки вода должна подаваться после предварительной механической обработки в решетках, песколовках и первичных отстойниках.

Прошедшая аэротенк сточная вода вместе с активным илом поступает во вторичный отстойник, где активный ил отделяется от очищенной сточной воды. Отделенный активный ил снова перекачивается в канал перед аэротенком для дальнейшего использования. Этот ил называется циркуляционным. В процессе очистки количество ила в связи с ростом микроорганизмов и наличием органических загрязнений непрерывно возрастает, поэтому часть ила приходится все время удалять.

В самом начале процесса при смешении сточной воды с активным илом загрязнения сорбируются на активном иле и частично окисляются, в результате чего резко снижается биохимическая потребность сточной воды в кислороде. По существу, загрязнения извлекаются довольно быстро, примерно в течение 2 ч. Частичная сорбция нерастворимых и коллоидных веществ может происходить и при недостатке кислорода. На второй стадии процесса активный ил регенерируется, т. е. восстанавливается его сорбционная способность, а также окисляются задержанные ранее на иле загрязнения. Скорость потребления кислорода на этой стадии процесса значительно меньше, чем в первой. На третьей стадии процесса идет нитрификация аммонийных солей, скорость потребления кислорода здесь снова возрастает.

В зависимости от способа подачи и распределения воздуха аэротенки бывают с пневматической, поверхностной (механической) аэрацией и с аэрацией смешанного типа. Необходимый для нормальной работы аэротенков воздух подается компрессорами или воздуходувками под соответствующим давлением по воздуховодам. Различают мелкопузырчатую, среднепузырчатую и крупнопузырчатую аэрацию. При мелкопузырчатой аэрации крупность пузырьков воздуха составляет 1—4 мм, при среднепузырчатой—5—10 мм, при крупнопузырчатой — более 10 мм. Перфорированные трубы помещают с одной стороны аэротенка для обеспечения циркуляции потока в поперечном сечении. Отверстия в них диаметром 2—2,5 мм расположены на расстоянии 10—15 см друг от друга.

Механическая аэрация осуществляется специальными механическими аэраторами, которые интенсивно перемешивают жидкость и засасывают воздух из атмосферы. В отечественной и зарубежной практике наибольшее распространение получила пневматическая аэрация, но для небольших установок применяют и механическую аэрацию.

Аэротенки-вытеснители - длинные коридорные сооружения, в которых вода и активный ил подаются в начало сооружения, а иловая смесь отводится в конце его. Такие аэротенки состоят из нескольких коридоров и могут быть со встроенным регенератором и без него. Длина таких аэротенков достигает 50-150 м и объем от 1,5 до 30 тыс.м³.

Аэротенки, работающие с регенераторами, обеспечивают стабильность процесса биохимической очистки сточных вод. Процесс извлечения загрязнений из воды отделен от окисления их в активном иле, поэтому собственно аэротенки проектируются на меньшее время пребывания в них сточной воды, так как их задача — извлекать загрязнения. В регенераторах окисляются загрязнения, задержанные на активном иле. В них активный ил находится более длительное время. Такой способ очистки, когда в собственно аэротенках протекает первая стадия процесса, а в регенераторе — вторая и третья стадии, позволяет увеличить концентрацию загрязнений, приходящуюся на ил. В аэротенке поддерживается обычная нагрузка на ил, в регенераторе она повышается. Таким образом, средняя нагрузка на ил возрастает, и эти сооружения работают более эффективно. Применение аэротенков с регенераторами позволяет уменьшить общий строительный объем этих сооружений на 10—20% по сравнению с объемом одноступенчатых аэротенков.

Наиболее важными факторами, влияющими на развитие и жизнеспособность активного ила, а также качество биологической очистки, являются температура, наличие питательных веществ, содержание растворенного кислорода в иловой смеси, значение рН, присутствие токсичных веществ.

После всех стадий очистки перед сбросом в естественные водоемы для обеззараживания сточных вод (удаление микроорганизмов) применяются хлорирование, УФ-обеззараживание.

Физико-химическая очистка сточных вод

Чаще всего из физико-химических методов применяются коагуляция, адсорбция, экстракция, а также электролиз.

Электролиз заключается в разрушении органических веществ в сточных водах и извлечении металлов при протекании электрического тока.

Для извлечения фенолов из сточных вод можно применять экстрагирование бутилацетатом и диизопропиловым эфиром.

Для очистки от мелких частиц нефтепродуктов применяют коагулянты, образующие хлопья, к которым прилипают эти частицы. Затем хлопья удаляют в отстойниках или флотаторах с помощью воздушных пузырьков, подхватывающих эти хлопья и выносящих их на поверхность. В качестве коагулянтов используют сульфаты алюминия и железа. Основная область применения коагуляционной очистки – удаление из сточных вод коллоидных примесей.

Для глубокой очистки сточных вод от растворимых органических соединений (фенолов, пестицидов) используют метод адсорбции, эффективность которого колеблется от 80 до 95 % в зависимо-

сти от химической природы адсорбента, величины адсорбирующей поверхности, а также от структуры и свойств улавливаемых примесей. Очищаемую воду пропускают через фильтр, загруженный сорбентом, или просто добавляют в неё измельчённый сорбент. В качестве адсорбентов применяют торф, опилки, коксовую мелочь, золы, шлаки и другие малоценные вещества, которые обычно удаляются или сжигаются после одноразового использования. Если же загрязняющее вещество или адсорбент представляют определённую ценность, то адсорбент регенерируют. Самым эффективным, но и самым дорогим сорбентом, является активированный уголь.

Для извлечения из сточных вод металлов (цинка, меди, хрома, никеля, свинца, ртути, ванадия, марганца), а также соединений мышьяка, фосфора, цианидов используется ионообменная очистка с применением синтетических ионообменных смол.

Дополнительная литература

1. Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. и доп. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 456 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0124-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444182>
2. Ветошкин, А.Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. и доп. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 296 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0125-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444179>
3. Акинин, Н. И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие / Н. И. Акинин. - 2-е изд., испр. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 312 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Способы утилизации осадков сточных вод.
2. Назовите процессы, лежащие в основе механической очистки сточных вод.
3. Последовательность расположения сооружений механической очистки сточных вод в технологических схемах.
4. Конструкция решеток; их предназначение.
5. Чему равна скорость движения воды в горизонтальной песколовке?
6. Чему равна эффективность осаждения в горизонтальной песколовке?
7. Что представляют собой механизмы для перемещения осадка в бункер песколовки?
8. Классификация отстойников по технологической роли.
9. Чему равна пропускная способность различных типов отстойников?
10. Конструкция радиального отстойника.
11. Размеры горизонтального отстойника.
12. Что представляет собой активный ил?
13. Охарактеризуйте стадии процесса биологической очистки сточных вод.
14. Какой ил называется циркуляционным?
15. Какие процессы протекают в регенераторе?
16. Системы аэрации в аэротенке.
17. Назовите факторы, влияющие на качество биологической очистки сточных вод.
18. Назовите методы физико-химической очистки сточных вод.

Практическое занятие № 6. Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в различных отраслях промышленности

Цель работы: ознакомиться с основными направлениями создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в различных отраслях промышленности.

Задание:

1. Изучить теоретический материал по теме занятия. Составить конспект.
2. Дать ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

Порядок выполнения:

Выполнение вышеперечисленных заданий.

Форма отчетности:

конспект; собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Задания для самостоятельной работы:

Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

При подготовке к практическому занятию использовать в качестве источника:

Скобелев, Д.О. *Наилучшие доступные технологии: учебное пособие* / Д.О. Скобелев, Б.В. Боравский, О.Ю. Чечеватова; Академия стандартизации, метрологии и сертификации. - Москва: АСМС, 2015. - 176 с. - ISBN 978-5-93088-160-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431029>

Материал для изучения на практическом занятии

Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в теплоэнергетике

В энергетике необходимо шире использовать новые способы сжигания топлива, например, такие, как сжигание в кипящем слое, которое способствует снижению содержания загрязняющих веществ в отходящих газах; внедрение разработок по очистке газовых выбросов от оксидов серы и азота; добиваться эксплуатации пылеочистного оборудования с максимально возможным КПД, при этом образующуюся золу эффективно использовать в качестве сырья при производстве строительных материалов и в других производствах.

Впервые технология Циркулирующего Кипящего Слоя (ЦКС) была применена компанией FOSTER WHEELER в небольшой муниципальной установке мощностью 110 МВт в проекте Tri-State Nucla, США, в 1987 году. Позже перешли на установки средней мощности – 2 x 300 МВт для энергокомпании г. Джексонвилл в 2001 году. В период с 1998 по 2004 гг. компания поставила шесть ЦКС - котлов общей мощностью 1500 МВт для крупнейшего проекта в истории реконструкции теплоэлектростанций (Польша). Используя опыт работы более 400 установок с кипящим слоем во многих странах мира, компания постоянно расширяет возможности оборудования и совершенствует технологии. Более 300 котлов с кипящим слоем основаны на технологии ЦКС. Достижения компании отмечены реализацией проекта Лагиша в Польше, который является новаторским вдвойне – это первый в мире ЦКС-котел сверхкритического давления, а также крупнейшая в мире установка с ЦКС – ее мощность составляет 460 МВт.

Технология ЦКС, разработанная компанией, в перспективе может быть адаптирована к улавливанию углекислого газа для снижения угрозы глобального потепления. Компания в настоящее время разрабатывает технологию кислородного сжигания для внедрения на работающих ЦКС-котлах, а также для новых современных установок. Технология кислородного сжигания открывает новые перспективы, поскольку позволяет полностью улавливать углекислый газ.

Низкий уровень выбросов является основным преимуществом технологии ЦКС, обеспечивающим соответствие самым строгим экологическим нормам. Ступенчатое сжигание топлива в ЦКС-котлах, а также относительно низкая температура обеспечивают длительное время нахождения топлива в топке, что приводит к высокой эффективности сжигания топлива с образованием малого количества оксида азота. Связывание серы обеспечивается добавлением в топку известняка, а также применением избирательного некаталитического восстановления в случаях необходимости достижения очень низкого уровня выбросов оксидов азота и серы. Эти способы связывания серы зарекомендовали себя как наиболее экономичные, и в большинстве случаев применение дополнительного газоочистного оборудования не требуется. Преимущества технологии ЦКС особенно заметны в проектах реконструкции электростанций. Выбросы диоксида серы и твердых частиц можно снизить более чем на 90%, а выбросы оксидов азота – более чем на 50%. Выбросы углекислого газа часто снижаются на 25% или более благодаря существенному повышению к.п.д. котла при замене устаревшего оборудования.

В качестве следующего значительного шага по развитию технологии ЦКС компания предложила технологию последнего поколения – прямоточный парогенератор со сверхкритическим давлением,

в котором используется технология BENSON фирмы Siemens с вертикальными трубами топки для установок мощностью свыше 300 МВт. Применение технологии BENSON позволяет соединить преимущества технологии ЦКС с высокой эффективностью технологии сверхкритического давления пара. Сверхкритическая ЦКС-технология повышает к.п.д. блока на 5-10 % по сравнению с естественной циркуляцией, что приводит к уменьшению газовых выбросов и количества золы на 5-10 %, а также к снижению потребности электростанции в топливе и воде. На сегодняшний день компания является ведущей компанией в сфере промышленных ЦКС-котлов, поставив более 210 установок мощностью до 150 МВт.

Установки с ЦКС производства компании способны сжигать практически все виды топлива – включая отходы, обычно подлежащие захоронению. Возможность сжигания разных видов топлива особенно важна для промышленных предприятий, где большое значение имеет использование отходов производства. Гибкость по топливу – это ключевой фактор эффективного использования различных отходов.

Топливо из биомассы включает в себя натуральное сырье и отходы промышленных и других технологий:

1. Отходы лесохозяйственных предприятий:
 - древесные отходы;
 - отходы лесозаготовки;
 - кора.
2. Отходы деревообработки:
 - обрезки;
 - опилки;
 - древесный лом.
3. Отходы целлюлозно-бумажного производства.
4. Быстрорастущие энергетические культуры.
5. Сельскохозяйственные отходы.
6. Промышленные отходы и топливо, получаемое из городского мусора.

Чтобы снизить вредное воздействие угля на окружающую среду, многие страны заняты поиском более эффективных и чистых способов преобразования угля в необходимую энергию. Один из таких способов – газификация угля. В результате газификации угля образуется синтез-газ – смесь оксида углерода и водорода, который может применяться в газовых турбинах для выработки электроэнергии. Выработка электроэнергии на основе процесса газификации угля обходится дороже, чем строительство обычной электростанции, однако экологические выгоды очевидны: синтез-газ можно очистить от серы, тяжелых металлов и твердых частиц, что гораздо труднее осуществить в дымовых трубах, когда уголь сжигают на обычных электростанциях. Количество отходов при этом незначительно: серу можно использовать в промышленных процессах, а минеральный остаток, который плавится и выпадает на дно газификатора в качестве шлака, можно применять при строительстве дорог. Более того, правительственные круги сейчас обсуждают политику и торговые рамки, обеспечивающие контроль выброса CO₂ на электростанциях, и здесь газификация угля может стать хорошим техническим решением. Она использует энергию более эффективно, чем обычная электростанция со сжиганием угля, и выбрасывает меньше CO₂ на то же количество произведенной электроэнергии. Газификация угля открывает также возможность более дешевого и простого способа улавливания CO₂, который можно отводить по трубопроводам в подземное хранилище или закачивать в истощающиеся нефтяные пласты с целью повышения нефтеотдачи. Удаление CO₂ из синтез-газа до его сжигания, когда концентрация CO₂ высока и газы находятся под большим давлением, оказывается проще и требует меньших затрат, чем улавливание его в дымовых трубах, где давление ниже и он находится в смеси с другими отработанными газами.

Целый ряд компаний разработали и предлагают на рынке технологию газификации угля – в их числе «Шелл», «General Electric», «Siemens» и «Mitsubishi», однако технологические процессы при этом отличаются. Например, «General Electric» использует водную суспензию для подачи угля в газификатор. В технологии «Шелл» используется сжатый азот для подачи в газификатор плотного потока распыленного угля, где он смешивается с паром и кислородом при температуре 1400 - 1600 градусов Цельсия.

Высокие затраты все еще являются препятствием на пути широкого распространения процесса газификации угля для выработки электроэнергии. Согласно данным IEA, затраты скорее всего будут снижаться по мере расширения применения процесса газификации угля.

Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в горной промышленности

В горной промышленности необходимо:

- внедрять разработанные технологии по полной утилизации отходов, как при открытом, так и при подземном способе добычи полезных ископаемых;
- шире применять геотехнологические методы разработки месторождений полезных ископаемых, стремясь при этом к извлечению на земную поверхность только целевых компонентов;
- использовать безотходные методы обогащения и переработки природного сырья на месте его добычи;
- шире применять гидрометаллургические методы переработки руд.

Концентраты Быстринского месторождения отличаются тем, что в них находится до 22 % меди и 15–20 % железа. При разработке технологической схемы необходимо извлечь, кроме благородных металлов, еще и медь. Предложено две схемы переработки: гидрометаллургическая и пирометаллургическая.

Гидрометаллургическая схема включает предварительное серноокислотное выщелачивание с дальнейшим извлечением золота из твердого остатка и меди из раствора.

Пирометаллургическая – включает плавку концентрата на медный коллектор с дальнейшим извлечением меди и золота.

Извлечение золота в осадок при серноокислотном выщелачивании составляет более 99 %, а при пирометаллургическом методе – 98–99 %.

В настоящее время практически весь свинец из свинецсодержащего минерального сырья получают пирометаллургическими способами. Основной из них – восстановительная шахтная плавка предварительно агломерированного свинцового концентрата и последующее рафинирование черного металла. Частично свинец также получают из богатых (с содержанием свинца более 65 %) концентратов реакционной плавкой в различных ее вариантах. Тем не менее перечисленные способы обладают рядом недостатков, свойственных пирометаллургическим процессам в целом, в том числе:

1. Необходимость использования исходных материалов с относительно высоким (по действующим нормативным документам не менее 30 %) содержанием основного металла.
2. Многостадийность производства свинца и, следовательно, относительно низкая степень прямого извлечения металла в товарный продукт (на самых передовых предприятиях отрасли она составляет 91–93 %).
3. В ходе переработки ряд сопутствующих металлов концентрируется в промпродуктах, извлечение ценных компонентов из которых требует применения дополнительных технологических схем. Последнее представляет собой самостоятельную сложную техническую задачу.
4. Серьезная экологическая опасность производства вследствие образования большого количества газов, в которые уходит значительная часть содержащейся в исходном сырье серы.

В связи с изложенным особый интерес представляют разработки, направленные на создание гидрометаллургических технологических схем получения свинца и его соединений, как более безопасных в экологическом отношении. Подавляющее большинство работ связано с использованием наиболее широко применяемых в практике гидрометаллургии серной и соляной кислот, поэтому разрабатываемые технологические схемы можно разделить на хлоридные и сульфатные.

Хлоридные гидрометаллургические схемы основаны на зависимости растворимости хлорида свинца от температуры, либо на способности окисленных соединений свинца растворяться в концентрированных растворах хлоридов щелочных и щелочно-земельных металлов с образованием комплексных соединений.

Для перевода свинца из сульфида в хлорид предлагались разнообразные реагенты: газообразный хлор, соляная кислота, разнообразные хлористые соли. Внимание исследователей привлекли мягкие окислители – растворы хлоридов металлов с переменной валентностью: в первую очередь, такого распространенного металла, как железо. Разработкой технологических схем с использованием этого реагента занимались исследователи США, Японии, Норвегии, Франции и др. В СНГ большой объем исследований в этом направлении проведен в Иркутском политехническом институте, Институте металлургии и обогащения АН КазССР, МИСиС. В результате предложен ряд технологических схем, различающихся, главным образом, способами вывода из растворов металлов. Наиболее разработанным из них и близким к своему осуществлению считается способ Горного бюро США, техноло-

гическая схема которого включает выщелачивание свинца горячим раствором хлорида железа (III) и NaCl, вводимого для повышения растворимости образующегося хлорида свинца.

При последующем охлаждении выщелоченный свинец выпадает в осадок в виде чистого хлорида, электролизом раствора которого в расплавленной эвтектической смеси хлоридов лития и калия получают товарный металл. Выделяющийся при электролизе хлор используют для регенерирования реагента (рис. 1). Способ испытан на опытной установке производительностью 230 кг свинца в сутки. По сравнению с существующей технологией этот процесс более экологичен и, кроме того, упрощает процедуру рафинирования свинца.

В целом при использовании хлоридных гидрометаллургических схем переработки свинецсодержащего сырья получены удовлетворительные результаты, а возможность достижения высокой степени извлечения свинца открывает перспективы для их применения.

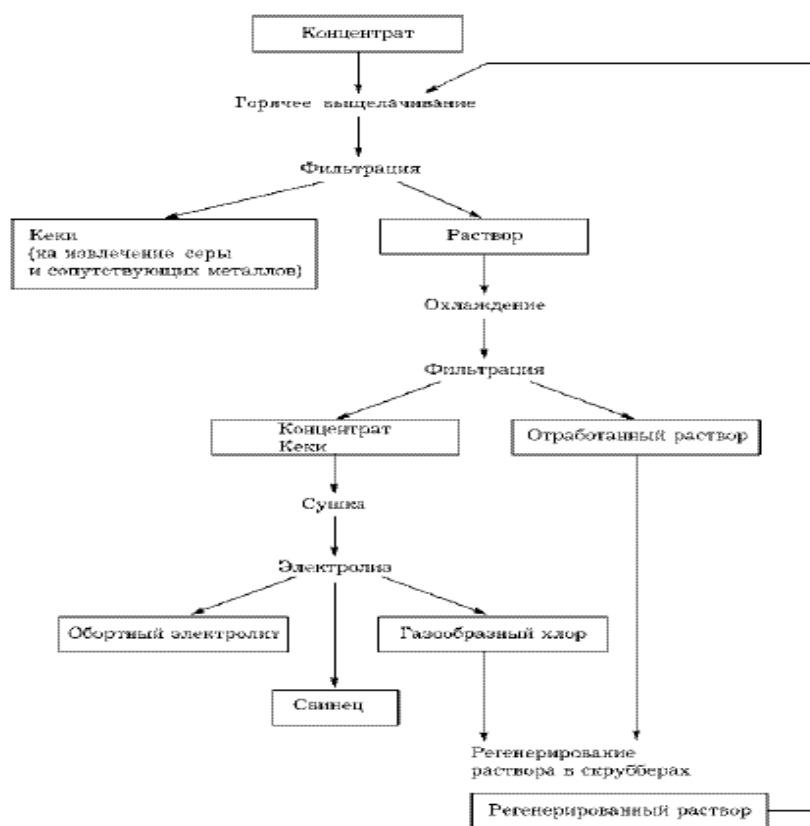


Рис. 1. Технологическая схема переработки свинцовых концентратов

Сульфатные гидрометаллургические схемы с использованием для вскрытия исходного сырья серной кислоты изучены достаточно хорошо, что связано с дешевизной и доступностью последней. Кроме того, более низкая растворимость сульфата свинца по сравнению с сульфатами других цветных металлов обеспечивает большую селективность гидрометаллургических схем на основе этого соединения.

Предложенная технологическая схема (рис. 2) включает следующие стадии: автоклавное окисление сульфида свинца до сульфата, аминное выщелачивание сульфата свинца при комнатной температуре, обработка аминного раствора углекислым газом для осаждения основного карбоната свинца («белого свинца»), регенерирование аминного раствора известью и восстановление основного карбоната свинца углеродом или электролитическое выделение свинца на нерастворимых графитовых электродах.

Помимо аминов, в качестве растворителей сульфата свинца опробованы и другие реагенты: ксилиты, гликоли, глицерин, аммиачно-аммонийносульфатные растворы, – но их использование не привело к улучшению технико-экономических показателей.

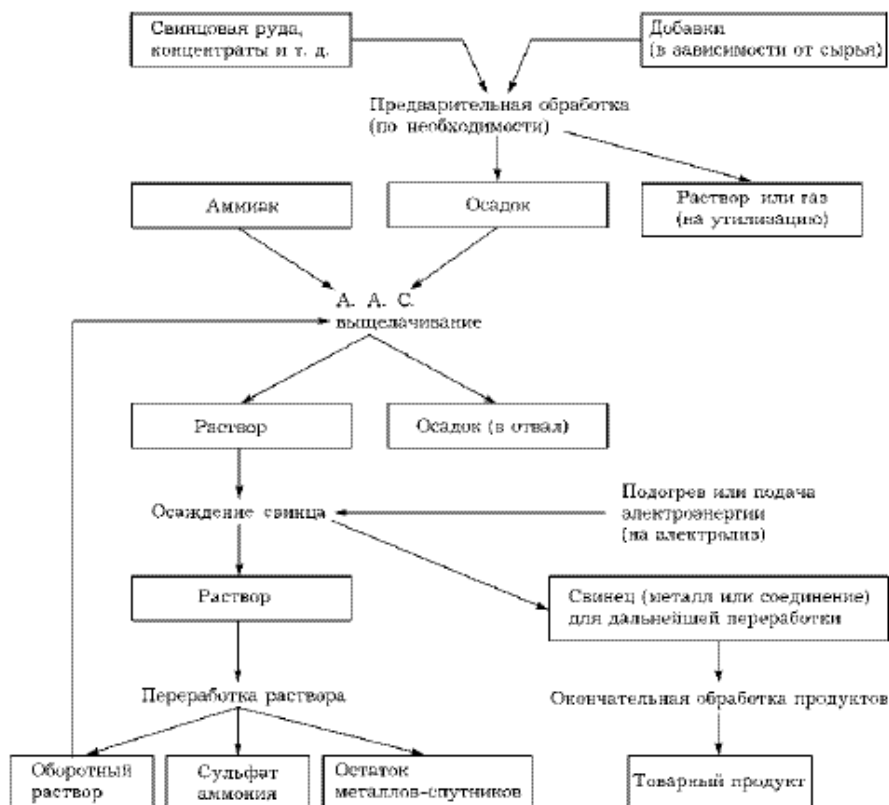


Рис. 2. Схема переработки свинецсодержащего сырья выщелачиванием в аммиачном растворе сульфата аммония

В целом следует отметить, что, как хлоридные, так и сульфатные кислотные гидрометаллургические схемы переработки свинецсодержащего сырья не нашли своего практического применения, несмотря на высокие показатели по степени использования сырья. В первую очередь это объясняется низкой растворимостью сульфата и хлорида свинца в воде.

Азотная кислота представляет собой активный окислитель сульфидных минералов и в сочетании с высокой растворимостью нитрата свинца ее использование позволяет добиться хороших результатов при создании гидрометаллургических схем переработки свинецсодержащего сырья (рис. 3). В качестве окислителя опробованы как непосредственно азотная кислота, так и ее соединения. Показано, что степень извлечения свинца в раствор достигает 92–96 % при степени окисления галенита 98–99,5%.

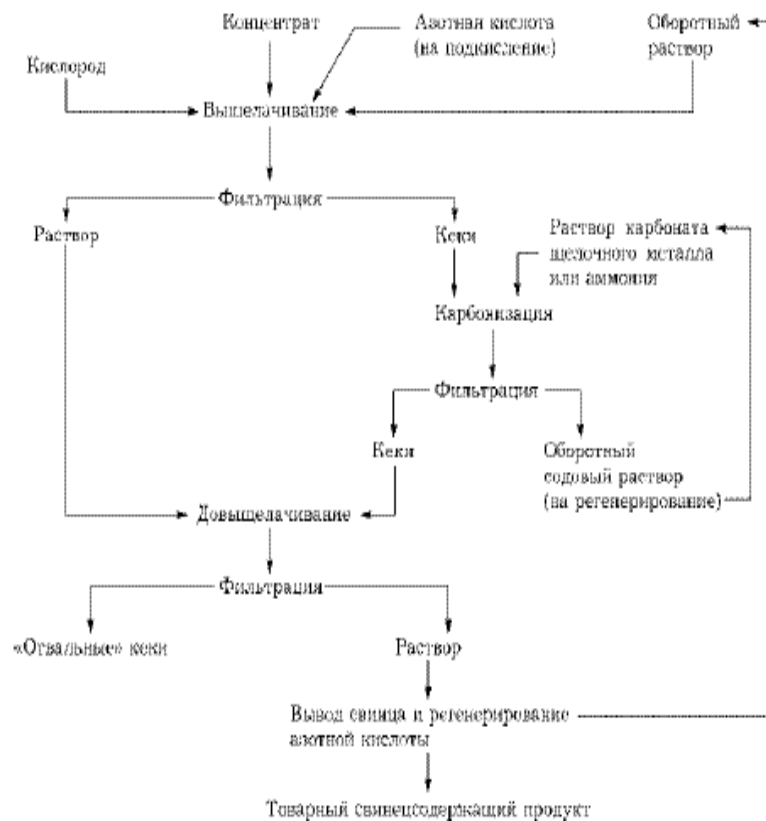


Рис. 3. Нитратная гидрометаллургическая схема переработки свинецсодержащего сырья

В целом экономическую целесообразность применения кислотных гидрометаллургических технологических схем для переработки свинецсодержащего сырья можно считать доказанной. Проведенные испытания демонстрируют экологическую безопасность использования указанных схем по сравнению с пирометаллургическими процессами.

Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в металлургии

В черной и цветной металлургии при создании новых предприятий и реконструкции действующих производств необходимо внедрение безотходных и малоотходных технологических процессов, обеспечивающих:

- вовлечение в переработку газообразных, жидких и твердых отходов производства, снижение выбросов и сбросов вредных веществ с отходящими газами и сточными водами;
- переработка в полном объеме всех доменных и ферросплавных шлаков, а также существенное увеличение масштабов переработки сталеплавильных шлаков и шлаков цветной металлургии;
- резкое сокращение расходов свежей воды и уменьшение объемов сточных вод путем дальнейшего развития и внедрения безводных технологических процессов и бессточных систем водоснабжения;
- повышение эффективности существующих и вновь создаваемых процессов улавливания побочных компонентов из отходящих газов и сточных вод;
- широкое внедрение сухих способов очистки газов от пыли для всех видов металлургических производств и изыскание более совершенных способов очистки отходящих газов;
- утилизация слабых (менее 3,5% серы) серосодержащих газов переменного состава путем внедрения на предприятиях цветной металлургии эффективного способа — окисления диоксида серы в нестационарном режиме двойного контактирования;
- на предприятиях цветной металлургии ускорение внедрения ресурсосберегающих автотермических процессов и в том числе плавки в жидкой ванне, что позволит не только интенсифицировать процесс переработки сырья, уменьшить расход энергоресурсов, но и

резко сократить объемы отходящих газов и получить высококонцентрированные серосодержащие газы, используемые в производстве серной кислоты и элементарной серы;

- разработка и широкое внедрение на металлургических предприятиях высокоэффективного очистного оборудования, а также аппаратов контроля разных параметров загрязненности окружающей среды;
- быстрая разработка и внедрение новых прогрессивных малоотходных и безотходных процессов, имея в виду бездоменный и бескоксый процессы получения стали, порошковую металлургию, автогенные процессы в цветной металлургии и другие перспективные технологические процессы, направленные на уменьшение выбросов в окружающую среду;
- расширение применения микроэлектроники, АСУ, АСУ ТП в металлургии в целях экономии энергии и материалов, а также контроля образования выбросов загрязняющих веществ и их сокращения.

К новым технологическим процессам в черной металлургии относятся: технологический процесс получения синтетического чугуна в индукционных печах и бескоксый, бездоменный процесс прямого восстановления железа из железорудных концентратов с помощью водорода или природного газа. Суть этой технологии состоит в том, что мелкоизмельченный железный концентрат, смешанный с водой, в виде пульпы подают с помощью насосов по трубе с месторождения на металлургический комбинат. Вода отделяется в специальных отстойниках и вновь поступает в водооборот. Из руды благодаря специальным добавкам и обработке во вращающихся барабанах получают окатыши – комки сферической формы размером 2–30 мм. Эти окатыши направляются в шахтную печь. Там в процессе взаимодействия с водородом (или природным газом) оксиды железа восстанавливаются до металла. В результате образуется губчатое железо – полуфабрикат, содержащий до 85% основного компонента, который отправляется на переплавку в электропечах. Так получают высококачественную сталь. В результате сокращается технологический цикл (отсутствует доменное и коксохимическое производство), экономятся ресурсы, уменьшается потребность в воде, практически отсутствуют вредные выбросы.

Новый технологический процесс получения синтетического чугуна в индукционных печах основан на использовании отходов, образующихся на машиностроительных заводах. Качество чугуна, выплавляемого таким способом, высокое, что обеспечивается изотермической выдержкой расплава при достаточно высоких температурах. Выплавка чугуна в индукционных печах расширяет возможности производства высокопрочного чугуна различных марок и назначения, а также получения чугуна с шаровидным графитом. Механические свойства такого чугуна почти на 100% выше, чем у серого. Достоинствами данного метода являются высокая производительность, снижение себестоимости (по сравнению с традиционными способами) на 15–25%, уменьшение безвозвратных потерь от угара в 6–7 раз.

В современной металлургии сталь выплавляют в кислородных конвертерах, мартеновских печах и электрических печах (электродуговых и индукционных).

Благоприятные перспективы для перехода к бессточным системам водоснабжения создаются при замене технологических процессов с потреблением воды на безводные. Например, замена мокрой очистки газов – сухой; гидротранспорт – пневмотранспортом; переход на воздушное охлаждение в сухих градирнях; замена водоохлаждаемых конденсаторов холодильных машин – воздухоохлаждаемыми и т.п.

Важным вкладом является совершенствование технологического оборудования, что сокращает утечки в воду сырья, нефтепродуктов и других веществ, затрудняющих их очистку.

Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в химической и нефтеперерабатывающей промышленности

В химической и нефтеперерабатывающей промышленности в более крупных масштабах необходимо использовать в технологических процессах:

- окисление и восстановление с применением кислорода, азота и воздуха;
- электрохимические методы, мембранную технологию разделения газовых и жидкостных смесей;
- биотехнологию, включая производство биогаза из остатков органических продуктов;
- методы радиационной, ультрафиолетовой, электроимпульсной и плазменной интенсификации химических реакций.

Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в машиностроении

В машиностроении в области гальванического производства следует совершенствовать процессы водоочистки, переходить к замкнутым процессам рециркуляции воды и извлечению металлов из сточных вод; в области обработки металлов шире внедрять получение деталей из пресс-порошков.

Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в целлюлозно-бумажной промышленности

В целлюлозно-бумажной промышленности необходимо в первую очередь:

- внедрять разработки по сокращению на единицу продукции расхода свежей воды, отдавая предпочтение созданию замкнутых и бессточных систем промышленного водоснабжения;
- максимально использовать экстрагируемые соединения, содержащиеся в древесном сырье, для получения целевых продуктов;
- совершенствовать процессы отбеливания целлюлозы с помощью кислорода и озона;
- улучшать переработку отходов лесозаготовок биотехнологическими методами в целевые продукты;
- обеспечивать создание мощностей по переработке бумажных отходов, в том числе макулатуры.

Основная литература

1. Кукин, П. П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова; МАТИ - Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского. - Москва: Юрайт, 2016. - 453 с.
2. Основы инженерной экологии: учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенов, Л.Н. Фесенко; под ред. В.В. Денисова. - Ростов-н/Д : Феникс, 2013. - 624 с. : ил., схем., табл. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-21011-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271599>

Дополнительная литература

1. Ларионов, Н. М. Промышленная экология: учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков; Национальный исследовательский университет. - Москва: Юрайт, 2016. - 495 с.
2. Фирсов, А.И. Экология техносферы: учебное пособие / А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2013. - 95 с.: табл., граф., ил., схемы - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427427>
3. Акинин, Н. И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие / Н. И. Акинин. - 2-е изд., испр. и доп. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 312 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте основные принципы разработки малоотходных и безотходных технологий.
2. Назовите основные направления совершенствования технологических процессов сжигания топлива в теплоэнергетике.
3. Что такое газификация угля?
4. Что собой представляют гидрометаллургические способы получения цветных металлов?
5. Назовите основные направления экономии воды в промышленном производстве.
6. Назовите основные направления совершенствования технологических процессов в металлургии.
7. Назовите основные направления совершенствования технологических процессов в целлюлозно-бумажной промышленности.

8. Охарактеризуйте проблему повышения эффективности улавливания диоксида серы на предприятиях цветной металлургии.
9. Назовите основные направления повышения эффективности очистки сточных вод от тяжелых металлов на металлургических и машиностроительных предприятиях.

Практическое занятие № 7. Системы оборотного водоснабжения на производстве

Цель работы: ознакомиться с используемыми схемами оборотного промышленного водоснабжения.

Задание:

Изучить теоретический материал по теме занятия. Составить конспект.

Порядок выполнения:

1. Изучение теоретического материала по теме занятия. Составление конспекта.
2. Обсуждение материала занятия совместно с преподавателем.

Форма отчетности:

конспект; собеседование с преподавателем на основе контрольных вопросов для самопроверки.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.
2. Подготовить ответы на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Материал для изучения на практическом занятии

Большинство промышленных предприятий являются крупными потребителями воды. Как методы использования воды на нужды производства, так и определение требуемых для производства количеств и качеств воды всецело зависят от характера технологического процесса. Вода используется в производстве для разнообразных целей. В качестве основных категорий производственного водопотребления могут быть названы: использование воды для охлаждения, для промывки, увлажнения, для парообразования, для гидротранспорта, в составе производимой продукции и т. д.

Использование воды для охлаждения имеет масштабы, значительно превосходящие масштабы всех остальных видов потребления воды, причем удельный вес этой категории в общем объеме производственного водоснабжения продолжает расти. К этой категории относятся расходование воды для конденсации пара, отходящего от паровых турбин электростанций, и использование воды для охлаждения различных печей, машин и аппаратуры (металлургическая, нефтеперерабатывающая, химическая промышленность и др.). Вода для промывки, замочки и т.п. расходуется в больших количествах на нужды целлюлозно-бумажной, шерстеобрабатывающей, текстильной промышленности, промышленности искусственного волокна и др. Расходование воды на гидротранспорт различных материалов имеет место в самых разнообразных отраслях промышленности (в том числе шлакозолоудаление на теплосиловых станциях, транспортирование шлака в доменных цехах, транспортирование отходов обогатительных фабрик и т. д.).

Требуемые для производственных целей количества воды определяются в результате технологических расчетов, так же как и требуемые количества топлива, пара, электроэнергии и т. п., и в значительной степени зависят (изменяются) от принятой схемы технологического процесса, типа используемого оборудования и др. Приводимые в литературе удельные нормы расхода воды на единицу продукции, полученные в результате обработки и осреднения фактических данных о расходовании воды промышленностью, могут использоваться лишь для приближенных предварительных расчетов по определению предполагаемых объемов производственного водопотребления.

Одной из специфических особенностей производственного водопотребления является зависимость в ряде случаев количества используемой воды от ее качества, в частности от ее температуры. Так, вода, используемая для целей охлаждения, должна отводить от охлаждаемой среды (оборудова-

ния) определенное количество тепла (в единицу времени). Чем меньшую температуру имеет используемая вода, тем, очевидно, меньше ее потребуется для того же охладительного эффекта. Это обстоятельство обуславливает изменение расхода охлаждающей воды по сезонам года: зимой он меньше, чем летом.

Исключительно важное значение для многих отраслей промышленности имеет соблюдение требований относительно допустимого содержания в используемой воде различных веществ. Требования эти весьма различны для различных технологических процессов и в количественном и в качественном отношении. Так, вода, используемая для охлаждения, должна не засорять трубки холодильников, не обладать коррозионными свойствами и иметь по возможности низкую температуру. Значительная жесткость охлаждающей воды также нежелательна из-за возможности интенсивного отложения солей на стенках холодильников. Вода, используемая для промывочных целей, не должна содержать веществ, отрицательно влияющих на промываемый материал; нежелательно содержание в ней солей, вызывающих увеличение расхода моющих веществ. Для некоторых химических производств требуется удаление из воды различных солей, глубокое осветление воды, удаление из нее растворенных газов и т. п. Выполнение требований производства к качеству используемой воды обеспечивает повышение качества и удешевление продукции.

Режим расходования воды на производственные нужды определяется режимом работы промышленного предприятия и методами использования воды. В некоторых случаях (в частности, при использовании воды для охлаждения) расходование воды идет почти равномерно в течение суток. Иногда вода расходуется периодически для наполнения в заданное время различных баков, ванн и т. п. Кроме изменения интенсивности расходования воды в течение суток, в ряде случаев для производственного водоснабжения необходимо учитывать отмеченные выше сезонные колебания водопотребления.

Требования отдельных производственных потребителей к свободным напорам на вводах весьма различны и зависят от типа используемого оборудования, высоты производственных зданий и т. п. В некоторых случаях для отдельных агрегатов, требующих подачи воды под повышенными напорами, представляется целесообразным устраивать местные повысительные установки. Недопустимое снижение давлений в водопроводной сети может повлечь за собой снижение расходов воды, подаваемой к охлаждающим установкам, их перегрев или порчу продукции.

Весьма важное значение имеет обеспечение достаточной надежности систем производственного водоснабжения. Ряд предприятий не допускает не только перерыва (даже кратковременного) в подаче воды, но и всякого снижения подачи. Нарушение установленного режима подачи воды может привести к серьезным авариям оборудования, причиняющим большой материальный ущерб и опасным для жизни людей; изменение режима подачи или изменение качества подаваемой воды может повлечь за собой ухудшение качества (брака) продукции или расстройство оборудования. Таким образом, обеспечение высокой надежности систем производственного водоснабжения необходимо и с социальной, и с экономической точки зрения.

При выборе места расположения промышленного предприятия необходимо учитывать возможное влияние его на местные природные водоемы. Сточные воды промышленных предприятий часто бывают сильно загрязнены, а иногда и токсичны. Надлежащая очистка больших количеств сточных вод связана с весьма большими затратами. Сброс же сточных вод без достаточной очистки вызывает недопустимое загрязнение водоемов.

Как локальная недостаточность водных ресурсов, так и необходимость резкого уменьшения объемов сточных вод обуславливают широкое применение в производстве оборотного водоснабжения и повторного использования воды. Сокращение расходов «свежей» воды приобретает не только экономическое, но и гигиеническое значение. Рационализация использования природной воды в производстве может в ряде случаев привести к созданию полностью замкнутых циклов водооборота, при которых практически требуются минимальные отборы свежей воды из источника. В реальных условиях при наличии различных требований к качеству используемой воды и различного качества сточных вод, зависящих от состава цехов промышленного предприятия, системы оборотного водоснабжения модифицируются и усложняются.

На рис. 1а показана схема оборотного водоснабжения при различном качестве сбросной воды в двух группах цехов, т. е. когда цехи одной группы не допускают использования воды, которую сбрасывают цехи другой группы. В этих условиях устраивают изолированные отсеки охлаждающих устройств А и Б, отдельные группы насосов на циркуляционной насосной станции и отдельные подающие водоводы для воды разного качества. На рис. 1б показана схема оборотного водоснабжения, при которой цехи одной группы сбрасывают воду, требующую дополнительного осветления в отстойниках. После охлаждения вода подается в обе группы цехов единой системой труб.

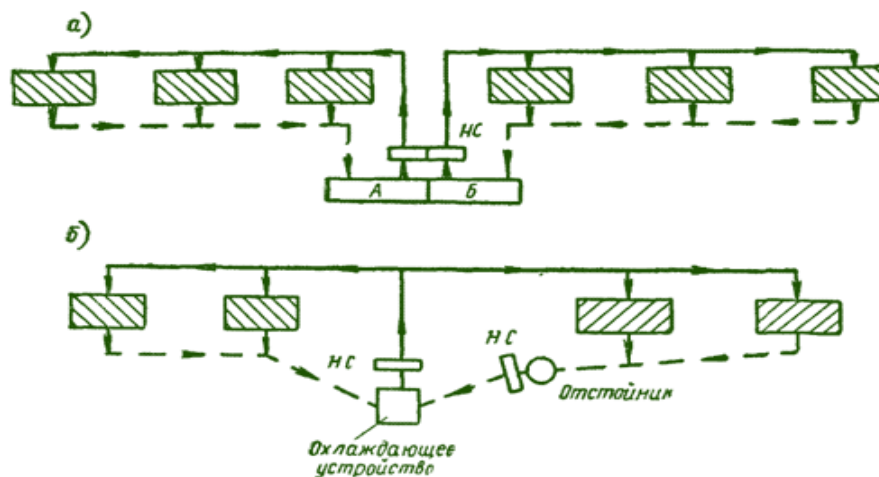


Рис. 1. Схемы оборотного водоснабжения:
 а - при различном качестве сбрасываемой воды от различных групп цехов;
 б - при необходимости использования отстойников в одной из групп цехов.
 А, Б - изолированные отсеки охлаждающих устройств;
 НС - насосная станция

В практике производственного водоснабжения получили широкое применение системы последовательного использования воды. Эти системы (рис. 2) устраивают, когда качество воды, сбрасываемой одним потребителем, допускает ее использование другими потребителями. Так, потребитель I сбрасывает воду нагретую, но не загрязненную. Она может быть использована потребителями II. Если количество воды, сбрасываемой потребителем I, превышает потребность цехов II, ее избыток может поступать в общий сток.

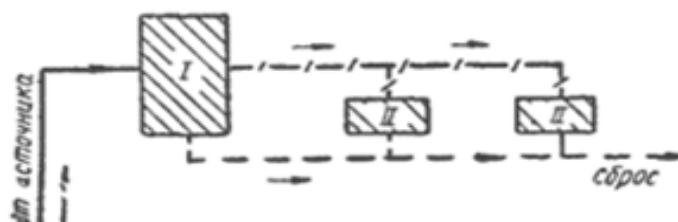


Рис. 2. Система последовательного использования воды:
 I, II - потребители

В некоторых случаях вода из оборотного цикла одного потребителя А (рис. 3) после охлаждения частично используется для группы других потребителей Б, т. е. имеет место комбинация оборотного водоснабжения и последовательного использования воды. Системы последовательного использования воды позволяют значительно сократить подачу свежей воды из источника и снизить затраты на водоснабжение предприятия в целом.

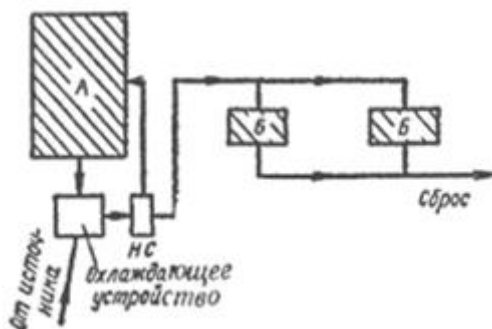


Рис. 3. Комбинированная система оборотного и последовательного водоснабжения:
 А, Б - потребители
 НС - насосная станция

На крупных предприятиях, занимающих большую территорию, иногда оказывается рентабельным разделением системы их оборотного водоснабжения на несколько отдельных систем - по группам цехов с устройством нескольких блоков охлаждающих сооружений 1 и насосных станций 2 (рис. 4). Такая децентрализация позволяет снизить затраты на сооружение водоводов и магистралей в пределах площадки, сократить суммарные расходы энергии на подачу воды и одновременно повысить надежность водоснабжения.

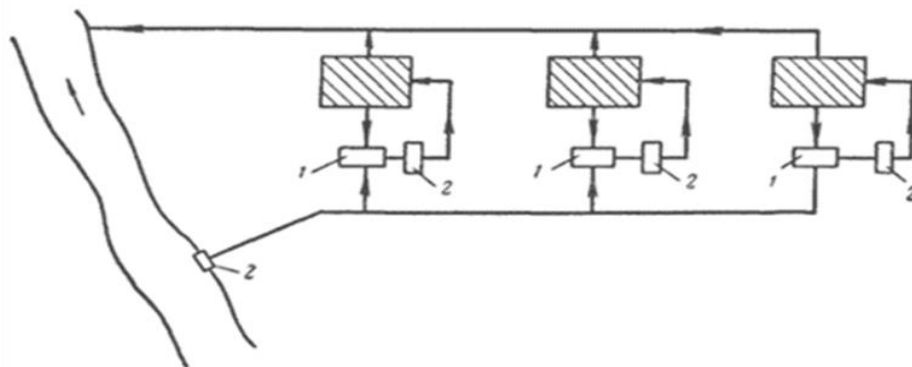


Рис. 4. Децентрализованная система оборотного водоснабжения:
1 - блоки охлаждающих сооружений; 2 - насосные станции

В ряде случаев в системе производственного водоснабжения отдельные потребители (цехи) требуют подачи им воды под существенно различными напорами. Тогда в целях снижения расходов энергии на подачу воды для отдельных групп производственных потребителей устраивают отдельные сети разных напоров, т. е. применяют своеобразное зонирование системы водоснабжения. Таким образом, на одной промышленной площадке могут быть сооружены отдельные системы для подачи воды различного качества, разных температур и разных давлений.

Бессточная система водоснабжения (рис. 5) организована на основе объединения автономных локальных оборотных систем цехов и производств в общую (единую) схему использования технической воды на предприятии.

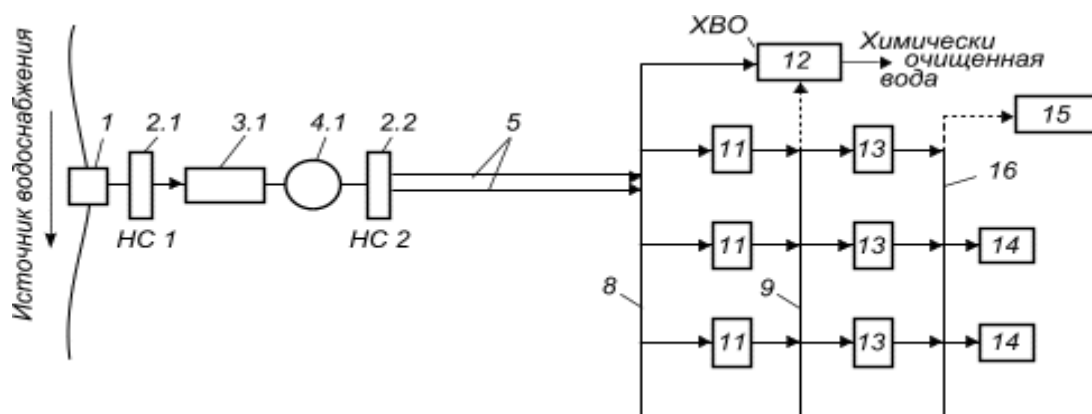


Рис. 5. Схема бессточной системы водоснабжения с каскадным использованием продувочной воды:

- 1 – водозабор; 2.1 – насосная станция 1-го подъема; 2.2 – насосная станция 2-го подъема;
- 3.1 – очистные сооружения природной воды; 4.1 – резервуар чистой воды; 5 – водоводы;
- 8 – водопроводная сеть; 9 – сеть для сбора отработавшей воды и продувок "чистого" цикла;
- 11 – локальные оборотные системы "чистого" цикла; 12 – химводоочистка;
- 13 – локальные оборотные системы "грязного" цикла; 14 – технологические потребители, расходующие воду без остатка; 15 – станция обезвреживания стоков; 16 – трубопроводы продувочной воды из оборотных систем "грязных" циклов

На рис. 6 представлена схема оборотного промышленного и городского водоснабжения.

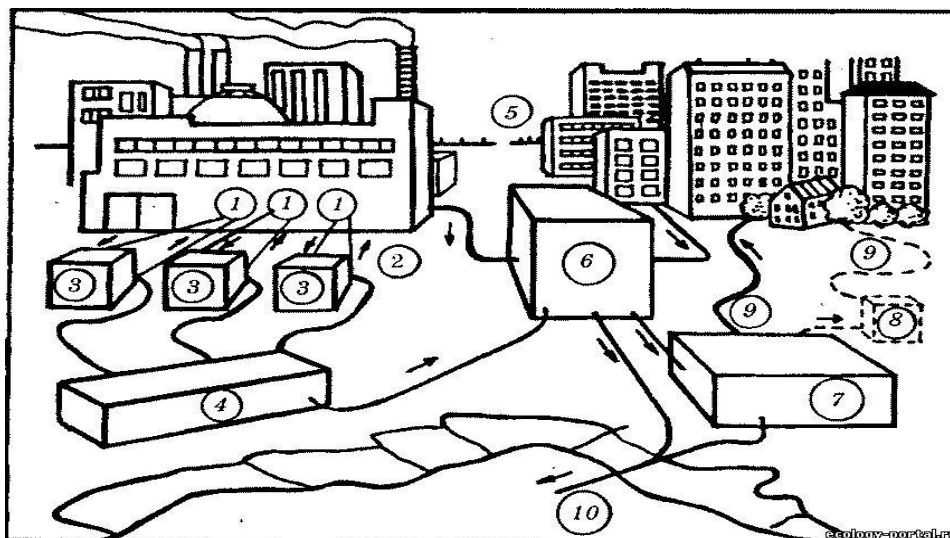


Рис. 6. Схема оборотного промышленного и городского водоснабжения:
 1 — цех; 2 — внутрицеховое оборотное водоснабжение; 3 — локальные (цеховые) очистные сооружения, включая утилизацию вторичных отходов; 4 — общезаводские очистные сооружения; 5 — город; 6 — городские канализационные очистные сооружения; 7 — третичные очистные сооружения; 8 — закачка очищенных сточных вод в подземные источники; 9 — подача очищенных вод в городскую систему водоснабжения; 10 — рассеивающий выпуск сточных вод в водоем

Основная литература

1. Кукин, П. П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова; МАТИ - Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского. - Москва: Юрайт, 2016. - 453 с.
2. Основы инженерной экологии: учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенов, Л.Н. Фесенко; под ред. В.В. Денисова. - Ростов-н/Д : Феникс, 2013. - 624 с. : ил., схем., табл. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-21011-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271599>

Дополнительная литература

1. Фирсов, А.И. Экология техносферы: учебное пособие / А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2013. - 95 с.: табл., граф., ил., схемы - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427427>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите области применения на производстве энергетической воды, охлаждающей воды, средообразующей воды, промывочной воды.
2. Охарактеризуйте основные направления рационального использования воды на предприятиях.
3. Какие коэффициенты применяются для оценки эффективности использования воды в производстве? Как они рассчитываются?
4. Какие существуют трудности при создании водооборотных систем?

Практическое занятие № 8. Основные направления использования и утилизации отходов производства

Цель работы: ознакомиться с основными направлениями использования и утилизации отходов производства.

Занятие проводится в интерактивной форме: обучающиеся представляют презентации на заданные темы и обсуждают доклады.

Задание:

Подготовить доклады на тему:

1. Основные направления использования и утилизации золошлаковых отходов.
2. Основные направления использования и утилизации древесных отходов.
3. Основные направления использования и утилизации активного ила.
4. Основные направления использования и утилизации доменных и сталеплавильных шлаков.
5. Основные направления использования и утилизации отходов цветной металлургии.
6. Основные направления использования и утилизации отходов химической и нефтехимической промышленности.

Порядок выполнения:

1. Заслушать и обсудить доклады.
2. По материалам докладов подготовить отчет по практической работе «Основные направления использования и утилизации отходов производства».

Форма отчетности:

отчет по практической работе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемую литературу, ресурсы сети Интернет с целью изучения и систематизации материала по теме занятия.
2. Подготовить доклады по теме практического занятия.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Отчет по практической работе «Основные направления использования и утилизации отходов производства» должен включать:

- краткая характеристика состава и свойств отходов;
- направления использования и утилизации: сущность технического решения (переработки отхода); вид получаемой продукции; области ее применения.

Основная литература

1. Кукин, П. П. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / П. П. Кукин, Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова; МАТИ - Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского. - Москва: Юрайт, 2016. - 453 с.
2. Основы инженерной экологии: учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенов, Л.Н. Фесенко; под ред. В.В. Денисова. - Ростов-н/Д : Феникс, 2013. - 624 с. : ил., схем., табл. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-21011-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271599>

Дополнительная литература

1. Экология: учебное пособие / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский, И.Г. Шайхиев; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 372 с. : табл., граф., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1596-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428110>
2. Фирсов, А.И. Экология техносферы: учебное пособие / А.И. Фирсов, А.Ф. Борисов; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2013. - 95 с.: табл., граф., ил.,

схемы - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427427>

3. Ветошкин, А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - 2-е изд. испр. и доп. - Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 456 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0124-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444182>

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Приведите данные по химическому составу и объемам образования золошлаковых отходов в РФ.
2. Назовите основные направления использования золошлаковых отходов.
3. Приведите данные по химическому составу и объемам образования металлургических шлаков в РФ.
4. Назовите основные направления использования доменных и сталеплавильных шлаков.
5. Приведите данные по химическому составу активного ила. Охарактеризуйте существующие сложности и проблемы утилизации активного ила.

9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Выполнение контрольной работы помогает закрепить полученные теоретические знания и выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, навыки анализа, систематизации и грамотного изложения материала.

В ходе выполнения контрольной работы обучающийся должен продемонстрировать имеющиеся теоретические представления по теме контрольной работы, умение пользоваться литературными источниками, умение систематизировать и анализировать информацию.

Выполнение контрольной работы включает следующие этапы:

- выдача преподавателем задания для контрольной работы;
- ознакомление с графиком контрольных мероприятий по выполнению контрольной работы;
- изучение и анализ литературных источников, систематизация материала;
- написание контрольной работы;
- предоставление контрольной работы преподавателю на проверку;
- доработка контрольной работы с учётом требований и замечаний преподавателя;
- завершение и оформление контрольной работы в соответствии с установленными требованиями;
- сдача контрольной работы преподавателю.

Критериями оценивания контрольной работы являются: соответствие содержания выданному заданию; достаточность представленного в работе материала; грамотное изложение материала; оформление контрольной работы в соответствии с установленными требованиями.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения практических занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
- Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория	Ноутбук hp, Видеопроектор Acer	-
ПЗ	Лаборатория промышленной экологии	Ноутбук hp, Видеопроектор Acer	ПЗ № 1-8
кр	ЧЗ №1	Оборудование - 10 ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-
СР	ЧЗ №1	Оборудование - 10 ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ОК-7 ПК-6	способность к самоорганизации и самообразованию способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии	1. Нормирование качества окружающей среды	Экзаменационный билет
		2. Воздействие различных отраслей промышленности на окружающую среду	Экзаменационный билет
		3. Инженерные решения экологических проблем	Экзаменационный билет
		4. Основные направления создания малоотходных и безотходных технологий	Экзаменационный билет

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	1. Виды антропогенных воздействий на биосферу. Экологический кризис. 2. Природа загрязнения биосферы. Классификация загрязнений. 3. Предмет инженерной экологии.	1. Нормирование качества окружающей среды
2.	ПК-6	способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии	4. Гигиеническое нормирование химических веществ в атмосферном воздухе населённых мест. Санитарно - гигиенические нормативы качества воздушной среды. 5. Гигиеническое нормирование химических веществ в водной среде. Санитарно - гигиенические нормативы качества водных ресурсов. 6. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. Санитарно - гигиенические нормативы качества почвы. 7. Нормативы ПДВ, НДС. Общие принципы назначения. 8. Воздействие предприятий цветной металлургии на окружающую среду и здоровье человека. 9. Воздействие предприятий чёрной металлургии на окружающую среду и здоровье человека. 10. Воздействие предприятий теплоэнергетики на окружающую среду и здоровье человека.	

		<p>11. Антропогенные выбросы в атмосферу. Основные химические примеси, загрязняющие атмосферу; их влияние на здоровье населения и окружающую среду.</p> <p>12. Классификации промышленных выбросов.</p> <p>13. Инженерные мероприятия по защите атмосферы, направленные на снижение мощности промышленных выбросов.</p> <p>14. Классификация методов очистки промышленных выбросов от пыли.</p> <p>15. «Сухие» методы очистки промышленных выбросов от пыли.</p> <p>16. «Мокрые» методы очистки промышленных выбросов от пыли.</p> <p>17. Очистка промышленных выбросов в электрофильтрах.</p> <p>18. Очистка газов в тканевых фильтрах. Виды фильтровальных тканей.</p> <p>19. Классификация методов очистки промышленных выбросов от газопарообразных примесей.</p> <p>20. Абсорбционные и хемосорбционные методы очистки выбросов.</p> <p>21. Абсорбенты, применяемые для очистки газов.</p> <p>22. Адсорбционная очистка промышленных выбросов от токсичных газообразных примесей.</p> <p>23. Каталитическая очистка промышленных выбросов от токсичных газообразных примесей.</p> <p>24. Вклад различных отраслей промышленности в загрязнение поверхностных вод; химический состав сбрасываемых сточных вод.</p> <p>25. Обеспечение рационального использования воды на предприятии.</p> <p>26. Методы защиты природных вод от загрязнения.</p> <p>27. Методы очистки сточных вод.</p>	<p>3. Инженерные решения экологических проблем</p>
		<p>28. Принципы разработки малоотходных и безотходных технологий.</p> <p>29. Основные технические направления разработки и внедрения малоотходных технологий: совершенствование технологического процесса.</p> <p>30. Основные технические направления разработки и внедрения малоотходных технологий: улучшение качества сырья, материалов.</p> <p>31. Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в различных отраслях промышленности.</p> <p>32. Замкнутые водооборотные циклы.</p> <p>33. Замкнутые газооборотные циклы.</p> <p>34. Технологии комплексного использования сырья.</p> <p>35. Использование и переработка промышленных отходов.</p>	<p>4. Основные направления создания малоотходных и безотходных технологий</p>

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать ОК-7: – методы поиска научной информации;</p> <p>ПК-6: – основы экологического нормирования; – особенности влияния промышленного производства на окружающую среду; – способы снижения негативного воздействия промышленных производств на окружающую среду; – основные принципы и направления создания малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленности;</p> <p>Уметь ОК-7: – рационально организовать процесс выполнения поставленных задач в ходе изучения дисциплины;</p> <p>ПК-6: – оценивать последствия техногенных воздействий на окружающую среду; – обосновывать выбор технических средств защиты окружающей среды с учётом специфики производства на предприятиях различных отраслей промышленности; – разрабатывать рекомендации по охране окружающей среды;</p> <p>Владеть ОК-7: – навыками самостоятельного приобретения знаний;</p> <p>ПК-6: – навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия.</p>	<p>отлично</p>	<p>Обучающийся демонстрирует глубокое усвоение теоретических основ дисциплины. Знает основы экологического нормирования; особенности влияния промышленного производства на окружающую среду; основные принципы и направления создания малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленности. Знает методы поиска научной информации. Умеет оценивать последствия техногенных воздействий на окружающую среду и обосновывать выбор технических средств защиты окружающей среды. Демонстрирует владение навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия. Способен разрабатывать рекомендации по охране окружающей среды. В логичной последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы экзаменационного билета. Четко и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.</p>
	<p>хорошо</p>	<p>Обучающийся демонстрирует знание учебно-программного материала в полном объеме, показывает систематический характер знаний по дисциплине. Знает основы экологического нормирования; особенности влияния промышленного производства на окружающую среду; основные принципы и направления создания малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленности. Знает методы поиска научной информации. Умеет оценивать последствия техногенных воздействий на окружающую среду и обосновывать выбор технических средств защиты окружающей среды. В достаточной степени владеет навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия. Ответы на вопросы экзаменационного билета содержат в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.</p>
	<p>удовлетворительно</p>	<p>Обучающийся демонстрирует поверхностные знания основ экологического нормирования; особенностей влияния промышленного производства на окружающую среду; основных принципов и направлений создания малоотходных и безотходных технологий в</p>

		различных отраслях промышленности. Испытывает трудности при обосновании выбора технических средств защиты окружающей среды, при анализе и оценке изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия. В ответах на вопросы экзаменационного билета обучающийся оперирует неточными формулировками, материал изложен не в полном объеме, в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов.
	неудовлетворительно	Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях учебно-программного материала. Не знает основы экологического нормирования; особенности влияния промышленного производства на окружающую среду; основные принципы и направления создания малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленности. Не умеет оценивать последствия техногенных воздействий на окружающую среду и обосновывать выбор технических средств защиты окружающей среды. В ответах на вопросы экзаменационного билета обучающийся допускает принципиальные ошибки при изложении материала.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Инженерная экология» направлена на изучение особенностей воздействия промышленного производства на окружающую среду и инженерных методов защиты окружающей среды от загрязнения, изучение основных принципов и направлений создания малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленности.

Изучение дисциплины предусматривает:

- лекции,
- практические занятия,
- выполнение контрольной работы,
- самостоятельную работу обучающихся,
- консультации,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Нормирование качества окружающей среды» обучающиеся должны получить представление о классификации загрязнений биосферы, о методологических принципах нормирования качества окружающей среды, о санитарно-гигиенических нормативах качества атмосферного воздуха, воды и почвы.

В ходе освоения раздела 2 «Воздействие различных отраслей промышленности на окружающую среду» обучающиеся должны изучить виды и характер воздействия на компоненты окружающей среды предприятий различных отраслей промышленности.

В ходе освоения раздела 3 «Инженерные решения экологических проблем» обучающиеся должны ознакомиться с инженерными мероприятиями по защите атмосферы, направленными на снижение мощности промышленных выбросов; с методами очистки промышленных выбросов от пыли и токсичных газовых примесей; с методами защиты природных вод от загрязнения.

В ходе освоения раздела 4 «Основные направления создания малоотходных и безотходных технологий» обучающиеся должны получить представление о концепции малоотходных и безотходных технологий, об основных направлениях создания малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленности.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, обучающиеся под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по изучаемой теме. В процессе выполнения практической работы вырабатываются умения и навыки использования знаний на практике.

Выполнение контрольной работы помогает выработать навыки самостоятельного научного поиска, анализа информации, грамотного и логического изложения материала по выбранной теме.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование обучающимися времени самостоятельной работы.

Самостоятельная работа приводит обучающегося к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа обучающихся включает усвоение теоретического материала при работе с конспектом лекций, с литературными и электронными источниками информации, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольной работы, подготовку к текущему контролю знаний и к промежуточной аттестации.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Прежде всего, обучающимся необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы. Для получения дополнительных сведений рекомендуется также использование ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет».

При подготовке к экзамену необходимо внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них. Дополнительно к изучению конспекта лекций необходимо пользоваться рекомендованной литературой, составляя краткие конспекты ответов на вопросы.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Инженерная экология

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является изучение особенностей влияния промышленного производства на окружающую среду; изучение инженерных методов защиты окружающей среды от загрязнения; изучение концепции малоотходных и безотходных технологий.

Задача изучения дисциплины - формирование у обучающихся базовых общепрофессиональных представлений о приоритетных путях развития новых технологий, призванных обеспечить устойчивое развитие; о системе экологического нормирования в РФ; о технических средствах защиты окружающей среды; формирование умения оценивать последствия техногенных воздействий на окружающую среду.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекции – 34 час., практические занятия – 34 час., самостоятельная работа – 40 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Нормирование качества окружающей среды
- 2 – Воздействие различных отраслей промышленности на окружающую среду
- 3 – Инженерные решения экологических проблем
- 4 – Основные направления создания малоотходных и безотходных технологий

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию;

ПК-6 – способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__ - 20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «__» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ОК-7 ПК-6	способность к самоорганизации и самообразованию способность осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии	1. Нормирование качества окружающей среды	Вопросы для собеседования, комплект заданий для контрольной работы
		2. Воздействие различных отраслей промышленности на окружающую среду	Отчет по практической работе, вопросы для собеседования, темы докладов, комплект заданий для контрольной работы
		3. Инженерные решения экологических проблем	Отчет по практической работе, вопросы для собеседования, темы докладов, комплект заданий для контрольной работы
		4. Основные направления создания малоотходных и безотходных технологий	Отчет по практической работе, вопросы для собеседования, темы докладов, комплект заданий для контрольной работы

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать ОК-7: – методы поиска научной информации; ПК-6: – основы экологического нормирования; – особенности влияния промышленного производства на окружающую среду; – способы снижения негативного воздействия промышленных производств на окружающую среду; – основные принципы и направления создания малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленности;</p> <p>Уметь ОК-7: – рационально организовать процесс выполнения поставленных задач в ходе изучения дисциплины; ПК-6:</p>	зачтено	Обучающийся знает значительную часть программного материала, излагает его четко, в логической последовательности и аргументированно; демонстрирует усвоение основных понятий дисциплины. Обучающийся способен увязать теоретические аспекты предмета с применимостью полученных знаний в практической деятельности.

<ul style="list-style-type: none"> – оценивать последствия техногенных воздействий на окружающую среду; – обосновывать выбор технических средств защиты окружающей среды с учётом специфики производства на предприятиях различных отраслей промышленности; – разрабатывать рекомендации по охране окружающей среды; <p>Владеть ОК-7:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками самостоятельного приобретения знаний; <p>ПК-6:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия. 	<p>не зачтено</p>	<p>Обучающийся оперирует неточными формулировками, допускает существенные ошибки при ответе, демонстрирует отсутствие знания значительной части программного материала.</p>
---	--------------------------	---

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование от 11 августа 2016 г. № 998

для набора 2018 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от 12 марта 2018 г. № 130.

Программу составил:

Игнатенко О.В., доцент каф. ЭБЖиХ, к.х.н. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭБЖиХ

от «__» _____ 2018 г., протокол № _____

Заведующий кафедрой ЭБЖиХ _____ М.Р. Ерофеева

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭБЖиХ _____ М.Р. Ерофеева

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета

от «__» _____ 2018 г., протокол № _____

Председатель методической комиссии факультета _____ М.А. Варданян

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____