

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
 (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
 решением Ученого совета
 СТИ НИТУ «МИСИС»
 от «24» июня 2025 г.
 протокол № 26

Рабочая программа дисциплины

Методы и аппараты очистки газов и воды

Закреплена за кафедрой **Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 146

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:

Экзамен 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Самостоятельная работа	146	146	146	146
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Год набора 2025 г.

Программу составил(и):
Заведующий кафедрой ММ им. С.П. Угаровой, доцент,
кандидат технических наук


_____ подпись

Рабочая программа дисциплины

Методы и аппараты очистки газов и воды

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и
теплотехника (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2025 года набора:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль: Промышленная теплоэнергетика, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 24.06.2025г.
протокол № 26.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой

Протокол от «05» июня 2025 г. № 8

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

«05» июня 2025 г.


_____ подпись

А.В. Сазонов

Руководитель ОПОП ВО

зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

«05» июня 2025 г.


_____ подпись

А.В. Сазонов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

Цель освоения дисциплины – подготовка обучающихся в области очистки газов и воды, формирование у обучающихся способности анализировать эффективность различных методов и средств очистки производственных запыленных газов и сточных вод, выбирать, рассчитывать стандартные газоочистные аппараты и установки для очистки воды с учётом степени очистки для предотвращения отрицательного воздействия на окружающую среду

Задачи дисциплины:

- научить основам физической сущности процессов, протекающих в аппаратах и установках для очистки газов и воды, а также ознакомить с методиками их расчета и выбора с учетом технологических параметров.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Математика
2.1.2.	Физика
2.1.3	Химия
2.1.4	Экология
2.1.5	Металлургические технологии
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Энерго- и ресурсосберегающие технологии
2.2.2	Комплексное использование сырья и отходов
2.2.3	Водошламовое хозяйство
2.2.4	Производственная практика (преддипломная)
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОПК-2: Способен демонстрировать знание и понимание математики и других фундаментальных наук, лежащих в основе соответствующей инженерной специализации, применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Знать:	ОПК-2-31 Основные принципы моделирования и анализа, а также экспериментальных исследований с целью адекватного описания технологических процессов и явлений, осуществляющихся в процессах очистки газов и воды, на основе соответствующего физико-математического аппарата
Уметь:	ОПК-2-У1 Осуществлять предварительную обработку и анализ экспериментальных данных о характере конкретной технологической схемы по очистке газа или воды на основе физической сущности процесса очистки и использования соответствующего физико-математического аппарата
Владеть:	ОПК-2-В1 Навыками по моделированию и обработке полученных экспериментальных данных о конкретной технологической схеме очистки газов или воды (включая используемое оборудование) на основе знаний о физической сущности того или иного вида очистки

УК – 1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач

Знать:	УК-1-31 Основные технологические схемы, применяемые для очистки газов и воды, с целью оценки и анализа уровня интеграции этих технологических процессов для получения готовой продукции в единую технологическую схему и утилизацию (или же повторное использование) продуктов очистки
Уметь:	УК-1-У1 Использовать системный подход при решении задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности на основе знаний о протекании и осуществлении основных методов и способов очистки газов и воды от вредных примесей
Владеть:	УК-1-В1 Навыками и способностями решения практических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, на основе полученных знаний с целью анализа технологических процессов по очистке газов и воды в различных металлургических технологиях и процессах

УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

Знать:	УК-8-31 Основные принципы энерго- ресурсосбережения для сохранения природной среды на основе осуществления процессов улавливания дисперсных частиц из пылегазового потока и очистки воды от взвешенных частиц
Уметь:	УК-8-У1 Создавать на основе полученных при изучении дисциплины безопасные условия жизни в рамках экологического аспекта с целью сохранения природной среды при устойчивом развитии общества и технологий
Владеть:	УК-8-В1 Навыками по обеспечению безопасных условий жизнедеятельности для сохранения природной среды в рамках устойчивого развития на основе анализа физической сущности процессов, протекающих в аппаратах и установках для очистки газов и воды

ПК-1: Анализ и совершенствование теплотехнического оборудования на металлургических предприятиях

Знать:	ПК-1-31 Основные подходы, применяемые для первичного анализа и последующей улучшающей корректировки
---------------	---

	реализуемых технологических процессов и схем по очистке газов и воды, характерных для металлургического производства с использованием полученных знаний
Уметь:	ПК-1-У1 Логически и обоснованно интерпретировать на основе данных системного анализа уровень технологии и состав оборудования, применяемого при очистке газов и воды, с целью улучшения и повышения технико-экономических показателей производства
Владеть:	ПК-1-В1 Навыками по практической реализации вносимых корректировок в технологические схемы и работу оборудования при очистке газов и воды, которые позволят улучшить и совершенствовать процесс производства того или иного вида металлопродукции
ПК-2: Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	
Знать:	ПК-2-31 Основные критерии выбора метода исследования при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, планирования и проведения необходимых экспериментов при анализе и изучении различных технологических схем по очистке газов и воды и работы соответствующего оборудования на основе знаний о физической сущности различных процессов очистки
Уметь:	ПК-2-У1 Выбирать методы исследования с целью проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при анализе различных методов и технологическим схем по очистке газов и воды на основе физической сущности процесса очистки, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы
Владеть:	ПК-2-В1 Навыками по проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью повышения эффективности работы газо- и водоочистного оборудования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Введение в курс. Введение и общие проблемы очистки газов и воды					
1.1	1.1. Газоочистные аппараты - наиболее эффективное средство защиты атмосферы от загрязнений. Предъявляемые к ним требования. Основы классификации газоочистных аппаратов. Оценка эффективности работы газоочистных аппаратов. 1.2. Классификация методов очистки сточных вод, условия отведения сточных вод в водные объекты /Лек/	6	0,5	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4, Л 2.5, Л 2.6, Л 2.7, Л 2.8, Л 2.9, Л 2.10, Л 2.11, Л 2.12, Л 2.13	
1.2	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	4	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4, Л 2.5, Л 2.6, Л 2.7, Л 2.8, Л 2.9, Л 2.10, Л 2.11, Л 2.12, Л 2.13	
	Раздел 2. Электрическая очистка газов					
2.1	2.1. Ионизация газов и коронный разряд. Физические основы электрической очистки газов. Вольтамперные характеристики электрофильтров. Теоретическая эффективность электрической очистки газа. Формула Дейча. 2.2. Основы классификации и элементы конструкций электрофильтров. Однозонные унифицированные сухие электрофильтры. Мокрые трубчатые однозонные электрофильтры. Двухзонные электрофильтры. 2.3. Электрическое оборудование электрофильтров. Способы повышения напряжения и выпрямления тока. Методы регулирования напряжения на электродах. Агрегаты питания электрофильтров. Преобразовательные подстанции. 2.4. Электрические режимы питания электрофильтров. Влияние различных факторов на работу электрофильтра. Эксплуатация электрофильтров./Лек/	6	1,5	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.10, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
2.2	Расчетпылегазоулавливающих аппаратов по типовым методикам по разделу дисциплины «Электрическая очистка газов» /Пр/	6	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	

				ПК-2-В1		
2.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
2.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.10, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
Раздел 3. Очистка газов с применением жидкости						
3.1	3.1. Физические основы и область применения мокрой очистки газов. Захват частиц пыли жидкостью. Тепло- и массообмен в мокрых пылеуловителях. 3.2. Форсуночные скрубберы. Их устройство и работа. Определение степени очистки газов от пыли. Особенности конструкции форсуночных скрубберов. 3.3. Скрубберы Вентури. Устройство и работа. Дробление капель в газовом потоке. Захват частиц пыли каплями воды. Теплообмен в трубе Вентури. Организация орошения. Различные типы скрубберов Вентури. Унифицированные типоразмерные ряды. Эжекторные скрубберы Вентури. Выбор и расчёт скрубберов Вентури. 3.4. Вспомогательное оборудование и хозяйство мокрых газоочисток. Устройства для диспергирования жидкости. Типы используемых форсунок. Брызгоунос и сепарация капель из газового потока. Водное хозяйство мокрых газоочисток и его эксплуатация./Лек/	6	2	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
3.2	Расчетпылегазоулавливающих аппаратов по типовым методикам по разделу дисциплины «Очистка газов с применением жидкости» /Пр/	6	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
3.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
3.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
Раздел 4. Очистка газов фильтрованием						
4.1	4.1. Процесс фильтрования и его особенности. Характеристика пористой перегородки. Механизмы процесса фильтрования. 4.2. Аналитическое определение эффективности и гидравлического сопротивления пористого фильтра. Волокнистые фильтры. 4.3. Тканевые фильтры. Фильтровальные материалы. Способы регенерации ткани. Расчёты тканевых фильтров. Типы и конструкции тканевых фильтров. 4.4. Зернистые фильтры с неподвижным и движущимся слоем. Типы и конструкции зернистых фильтров. Металлокерамические фильтры. Фильтры туманоуловители. Воздушные фильтры 1, 2, 3 классов /Лек/	6	1	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
4.2	Расчетпылегазоулавливающих аппаратов по типовым методикам по разделу дисциплины «Очистка газов фильтрованием» /Пр/	6	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	

				ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1		
4.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
4.4	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках текущего контроля успеваемости – Раздел 1 -4 (контрольная работа) /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4, Л 2.5, Л 2.6, Л 2.7, Л 2.8, Л 2.9, Л 2.10, Л 2.11, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
4.5	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
	Раздел 5. Гравитационные, инерционные и центробежные пылеуловители					
5.1	5.1. Движение частицы пыли в неподвижной среде. Осаждение пыли в осадительных камерах и газоходах и основы его расчёта. 5.2. Сепарация частицы пыли из криволинейного потока газа. Жалюзийные пылеуловители. Радиальные пылеуловители (пылевые мешки) и основы их расчёта. 5.3. Принцип действия и теоретические основы работы циклона. Типы циклонов и основные правила их эксплуатации. Выбор циклонов, определение их гидравлического сопротивления. Расчёт эффективности циклонов. 5.4. Батарейные циклоны, их выбор и эксплуатация. Конструкции батарейных циклонов. Вихревые пылеуловители. Ротационные пылеуловители. /Лек/	6	1	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
5.2	Расчетпылегазоулавливающих аппаратов по типовым методикам по разделу дисциплины «Гравитационные, инерционные и центробежные пылеуловители» /Пр/	6	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
5.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
5.4	Выполнение 1 части ДЗ – Расчет стандартных установок для очистки газов от пыли по типовым методикам /Ср/	6	10	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
5.5	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
	Раздел 6. Процессы и аппараты смешения и усреднения сточных вод					
6.1	6.1. Смесители для смешивания различных видов сточных вод и сточных вод с реагентами. Назначение, принципы работы, типы смесителей,	6	1	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8,	

	области их применения. Конструктивные особенности и расчеты ершовых, дырчатых, вихревых вертикальных смесителей, смесителей-реакторов с мешалками.6.2. Усреднители сточных вод. Назначение, типы, принципы работы, области применения. Усреднители концентрации сточных вод - прямоугольные, круглые (в плане), усреднители расхода сточных вод. Принципы расчета усреднителей./Лек/			ПК-1-31 ПК-2-31	Э.2, Э.3	
6.2	Расчет аппаратов и установок для очистки воды по типовым методикам по разделу дисциплины «Процессы и аппараты смешения и усреднения сточных вод» /Пр/	6	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
6.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
6.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
	Раздел 7. Процессы и аппараты для механической очистки сточных вод					
7.1	7.1. Процессы и аппараты для процеживания сточных вод. Назначение, сущность процессов, применяемое технологическое оборудование: решетки, сетки. 7.2. Процессы и аппараты для осветления сточных вод отстаиванием. Назначение и сущность процессов. Характеристика дисперсных систем: суспензии, эмульсии, мути и т.д. Закономерности осаждения и всплытия дисперсных частиц. Коагуляция и флокуляция как способы интенсификации процессов отстаивания. Технологическое оборудование для отстаивания сточных вод. Песколовки; отстойники горизонтальные, радиальные, вертикальные, тонкослойные; осветлители; сгустители. Конструктивные особенности, принцип действия, принципы расчетов. 7.3. Процессы выделения грубодисперсных примесей (ГДП) в центробежном поле. Назначение и сущность процессов. Технологическое оборудование для выделения ГДП в центробежном поле. Гидроциклоны открытые, многоярусные, напорные; центрифуги. Принципы действия, конструктивные особенности, принципы расчетов. 7.4. Процессы и оборудование для флотационной очистки сточных вод. Назначение и сущность процессов флотации. Пневматическая, напорная, вакуумная флотация, электрофлотация. Факторы, влияющие на процессы флотационного разделения смесей. Типы флотаторов: отстойник-флотатор, импеллерные флотаторы, электрофлотаторы. Области применения, конструктивные особенности, эффективность, принципы расчетов. 7.5. Процессы и аппараты для фильтрования сточных вод. Назначение и сущность метода. Факторы, определяющие эффективность очистки воды фильтрованием, скорость фильтрования. Классификация фильтров: медленные, скорые, напорные и безнапорные фильтры с зернистой загрузкой; фильтры с плавающей загрузкой, патронные фильтры, пресс-фильтры, барабанные и дисковые вакуум-фильтры. Конструктивные особенности, принципы действия,	6	4	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	

	области применения, принципы расчетов. /Лек/					
7.2	Расчет аппаратов и установок для очистки воды по типовым методикам по разделу дисциплины «Процессы и аппараты для механической очистки сточных вод» /Пр/	6	1	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
7.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
7.4	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках текущего контроля успеваемости – Раздел 5 -7 (контрольная работа) /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
7.5	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
	Раздел 8. Процессы и аппараты химической и физико-химической очистки сточных вод					
8.1	8.1. Процессы и аппараты для нейтрализации сточных вод. Назначение и сущность процесса нейтрализации, нейтрализующие реагенты, расчет расхода реагентов и аппаратов, влияние внешних факторов на процессы нейтрализации. 8.2. Процессы реагентной очистки сточных вод и выделения вредных веществ в виде труднорастворимых соединений. Выделение ионов тяжелых металлов, фторидов, соединений мышьяка и сурьмы при обработке сточных вод щелочами, солями кальция, железа, сернистыми соединениями. 8.3. Процессы и аппараты для окислительных методов очистки сточных вод. Окисление хлором и хлорсодержащими реагентами, пероксидом водорода, озоном, каталитическое окисление кислородом. Сущность методов, установки и оборудование, примеры промышленного применения. Очистка от цианидов, роданидов, фенолов, СПАВ и других органических соединений. Принципы расчета расхода реагентов. 8.4. Процессы и аппараты адсорбционной очистки сточных вод. Назначение, сущность и области применения. Типы сорбентов, величина адсорбции, изотермы сорбции. Процессы и аппараты регенерации сорбентов. 8.5. Процессы и аппараты для ионообменной очистки сточных вод. Назначение, сущность процессов ионного обмена, область применения, типы ионитов. Природные и синтетические ионообменники, катиониты и аниониты. Обменная емкость ионитов, регенерация ионитов. Принципы расчета ионообменных процессов и аппаратов. 8.6. Процессы и аппараты электрохимической очистки сточных вод. Классификация методов электрохимической обработки сточных вод: электрокоагуляция, электрофлотация, электроокисление, электроосаждение, электровосстановление. электродиализ, гальванохимическая очистка сточных вод. Сущность методов, область применения и их сравнительная характеристика. 8.7. Мембранные процессы в технологии очистки сточных вод. Ультрафильтрация, нанофильтрация, гиперфильтрация (обратный осмос). Характеристика мембран, их селективность, принципиальные	6	4	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	

	конструкции аппаратов мембранной очистки сточных вод. /Лек/					
8.2	Расчет аппаратов и установок для очистки воды по типовым методикам по разделу дисциплины «Процессы и аппараты химической и физико-химической очистки сточных вод» /Пр/	6	3	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
8.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
8.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
Раздел 9. Процессы и сооружения биологической очистки сточных вод						
9.1	9.1. Назначение, сущность, область применения, принципиальные схемы, основные элементы сооружений биологической очистки, основные факторы, влияющие на процессы биологической очистки. 9.2. Аэротенки. Принцип действия, конструктивные особенности, примеры промышленного применения. 9.3. Биофильтры. Принцип действия, конструктивные особенности. 9.4. Окситенки и биосорберы. Принципы действия, конструктивные особенности. 9.5. Поля орошения, аэроциркуляционные бассейны и каналы; менатенки. Принципы действия, области применения /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
9.2	Расчет аппаратов и установок для очистки воды по типовым методикам по разделу дисциплины «Процессы и сооружения биологической очистки сточных вод» /Пр/	6	2	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
9.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
9.4	Выполнение 2 части ДЗ – Расчет стандартных установок для очистки воды от всевозможных содержащихся примесей по типовым методикам /Ср/	6	10	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
9.5	Подготовка к защите домашнего задания /Ср/	6	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-31 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л 2.14, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	

				ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1		
9.6	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках текущего контроля успеваемости – Раздел 8-9 (контрольная работа) /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
9.7	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	6	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
	Часы на контроль /Контроль/	6	36	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-31 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 1.1, Л 1.2, Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.6, Л 2.7, Л 2.8, Л 2.9, Л 2.10, Л 2.11, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э.2, Э.3, Э.4	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачету с оценкой)

Раздел 1. Введение в курс. Введение и общие проблемы очистки газов и воды

- 1 Газоочистные аппараты как наиболее эффективное средство защиты атмосферы от загрязнений. Предъявляемые к ним требования. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 2 Основы классификации газоочистных аппаратов. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 3 Оценка эффективности работы газоочистных аппаратов. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 4 Классификация методов очистки сточных вод, условия отведения сточных вод в водные объекты. (УК УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

Раздел 2. Электрическая очистка газов

- 1 Ионизация газов и коронный разряд. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 2 Физические основы электрической очистки газов. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 3 Вольтамперные характеристики электрофильтров. Теоретическая эффективность электрической очистки газа. Формула Дейча. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 4 Основы классификации и элементы конструкций электрофильтров. Однозонные унифицированные сухие электрофильтры. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 5 Мокрые трубчатые однозонные электрофильтры. Двухзонные электрофильтры. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 6 Электрическое оборудование электрофильтров. Способы повышения напряжения и выпрямления тока. Методы регулирования напряжения на электродах. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 7 Агрегаты питания электрофильтров. Преобразовательные подстанции (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 8 Электрические режимы питания электрофильтров. Влияние различных факторов на работу электрофильтра. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

Раздел 3. Очистка газов с применением жидкости

- 1 Физические основы и область применения мокрой очистки газов. Захват частиц пыли жидкостью (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 2 Тепло- и массообмен в мокрых пылеуловителях (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 3 Форсуночные скрубберы. Их устройство и работа. Определение степени очистки газов от пыли. Особенности конструкции форсуночных скрубберов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 4 Скрубберы Вентури. Устройство и работа. Дробление капель в газовом потоке. Захват частиц пыли каплями воды (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 5 Теплообмен в трубе Вентури. Организация орошения. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)
- 6 Различные типы скрубберов Вентури. Унифицированные типоразмерные ряды (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

8 Вспомогательное оборудование и хозяйство мокрых газоочисток. Устройства для диспергирования жидкости (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

9 Типы используемых форсунок. Брызгоунос и сепарация капель из газового потока (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

10 Водное хозяйство мокрых газоочисток и его эксплуатация (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

Раздел 4. Очистка газов фильтрованием

1 Процесс фильтрования и его особенности. Характеристика пористой перегородки. Механизмы процесса фильтрования (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

2 Аналитическое определение эффективности и гидравлического сопротивления пористого фильтра (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

3 Тканевые фильтры. Фильтровальные материалы. Способы регенерации ткани (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

4 Типы и конструкции тканевых фильтров (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

5 Зернистые фильтры с неподвижным и движущимся слоем. Типы и конструкции зернистых фильтров. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

6 Металлокерамические фильтры. Фильтры туманоуловители. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

7 Воздушные фильтры 1, 2, 3 классов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

Раздел 5. Гравитационные, инерционные и центробежные пылеуловители

1 Движение частицы пыли в неподвижной среде. Осаждение пыли в осадительных камерах и газоходах (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

2 Сепарация частицы пыли из криволинейного потока газа (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

3 Жалюзийные пылеуловители. Радиальные пылеуловители (пылевые мешки) и основы их расчёта (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

4 Принцип действия и теоретические основы работы циклона. Типы циклонов и основные правила их эксплуатации (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

5 Выбор циклонов, определение их гидравлического сопротивления. Расчёт эффективности циклонов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

6 Батарейные циклоны, их выбор и эксплуатация. Конструкции батарейных циклонов. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

7 Вихревые пылеуловители. Ротационные пылеуловители. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

Раздел 6. Процессы и аппараты смешения и усреднения сточных вод

1 Смесители для смешивания различных видов сточных вод и сточных вод с реагентами (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

2 Назначение, принципы работы, типы смесителей, области их применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

3 Конструктивные особенности и расчеты ершовых, дырчатых, вихревых вертикальных смесителей, смесителей-реакторов с мешалками (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

4 Усреднители сточных вод. Назначение, типы, принципы работы, области применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

5 Усреднители концентрации сточных вод - прямоугольные, круглые (в плане), усреднители расхода сточных вод (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

Раздел 7. Процессы и аппараты для механической очистки сточных вод

1 Процессы и аппараты для процеживания сточных вод. Назначение, сущность процессов, применяемое технологическое оборудование: решетки, сетки (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

2 Процессы и аппараты для осветления сточных вод отстаиванием. Назначение и сущность процессов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

3 Характеристика дисперсных систем: суспензии, эмульсии, мути и т.д. Закономерности осаждения и всплытия дисперсных частиц (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

4 Коагуляция и флокуляция как способы интенсификации процессов отстаивания (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

5 Технологическое оборудование для отстаивания сточных вод. Песколовки; отстойники горизонтальные, радиальные, вертикальные, тонкослойные; осветлители; сгустители. Конструктивные особенности, принцип действия (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

6 Процессы выделения грубодисперсных примесей (ГДП) в центробежном поле. Назначение и сущность процессов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

7 Технологическое оборудование для выделения ГДП в центробежном поле. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

8 Гидроциклоны открытые, многоярусные, напорные; центрифуги. Принципы действия, конструктивные особенности (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

9 Процессы и оборудование для флотационной очистки сточных вод. Назначение и сущность процессов флотации.

Пневматическая, напорная, вакуумная флотация, электрофлотация (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

10 Факторы, влияющие на процессы флотационного разделения смесей. Типы флотаторов: отстойник-флотатор, импеллерные флотаторы, электрофлотаторы. Области применения, конструктивные особенности, эффективность (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

11 Процессы и аппараты для фильтрования сточных вод. Назначение и сущность метода. Факторы, определяющие

эффективность очистки воды фильтрованием, скорость фильтрования (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

Раздел 8. Процессы и аппараты химической и физико-химической очистки сточных вод

1 Процессы и аппараты для нейтрализации сточных вод. Назначение и сущность процесса нейтрализации, нейтрализующие реагенты, расчет расхода реагентов и аппаратов, влияние внешних факторов на процессы нейтрализации (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

2 Процессы реагентной очистки сточных вод и выделения вредных веществ в виде труднорастворимых соединений. Выделение ионов тяжелых металлов, фторидов, соединений мышьяка и сурьмы при обработке сточных вод щелочами, солями кальция, железа, сернистыми соединениями (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

3 Процессы и аппараты для окислительных методов очистки сточных вод. Окисление хлором и хлорсодержащими реагентами, пероксидом водорода, озоном, каталитическое окисление кислородом (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

4 Очистка от цианидов, роданидов, фенолов, СПАВ и других органических соединений. Принципы расчета расхода реагентов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

5 Процессы и аппараты адсорбционной очистки сточных вод. Назначение, сущность и области применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

6 Типы сорбентов, величина адсорбции, изотермы сорбции. Процессы и аппараты регенерации сорбентов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

7 Процессы и аппараты для ионообменной очистки сточных вод. Назначение, сущность процессов ионного обмена, область применения, типы ионитов. Природные и синтетические ионообменники, катиониты и аниониты. Обменная емкость ионитов, регенерация ионитов. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

8 Процессы и аппараты электрохимической очистки сточных вод (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

9 Классификация методов электрохимической обработки сточных вод: электрокоагуляция, электрофлотация, электроокисление, электроосаждение, электровосстановление, электродиализ, гальванохимическая очистка сточных вод. Сущность методов, область применения и их сравнительная характеристика (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

10 Мембранные процессы в технологии очистки сточных вод. Ультрафильтрация, нанофильтрация, гиперфильтрация (обратный осмос). Характеристика мембран, их селективность, принципиальные конструкции аппаратов мембранной очистки сточных вод (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

Раздел 9. Процессы и сооружения биологической очистки сточных вод

1 Назначение, сущность, область применения, принципиальные схемы, основные элементы сооружений биологической очистки, основные факторы, влияющие на процессы биологической очистки (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

2 Аэротенки. Принцип действия, конструктивные особенности, примеры промышленного применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

3 Био-фильтры. Принцип действия, конструктивные особенности (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

4 Окситенки и биосорберы. Принципы действия, конструктивные особенности (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

5 Поля орошения, аэро-циркуляционные бассейны и каналы; менатенки. Принципы действия, области применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31)

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 6 по курсу предусмотрен экзамен. В семестре 6 предусмотрены:

1) Контрольная работа № 1 по разделам 1-4. УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31

2) Контрольная работа № 2 по разделам 5-7. УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31

3) Контрольная работа № 3 по разделам 8-9. УК-1-31 УК-8-31 ОПК-2-31 ПК-1-31 ПК-2-31

Возможна простановка экзамена на основе результатов текущей аттестации в течение семестра 6. С целью получения более высокой оценки по дисциплине студент имеет право сдавать экзамен при написании трех контрольных работ.

Вопросы по контрольным работам представлены в ФОМ

Домашнее задание (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-31 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1)

Домашнее задание выполняется в соответствии с требованиями методических указаний по выполнению расчетов стандартных установок для очистки газов от дисперсных частиц и воды от примесей и взвешенных частиц по типовым методикам (методические указания рассмотрены на заседании кафедры ММ и рекомендованы к использованию в учебном процессе), и состоит из двух расчетных частей: часть 1 – «Расчет стандартных установок для очистки газов», вторая часть – «Расчет стандартных установок для очистки воды». Индивидуальные варианты для выполнения домашнего задания выдаются преподавателем.

Для выполнения вычислений, анализа полученных данных возможно использование пакета прикладных программ Microsoft Excel. Оформление домашнего задания в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105, ГОСТ 7.32

Выполненное домашнее задание студенту следует защищать индивидуально в предусмотренное время

Практические работы выполняются в соответствии с требованиями методических указаний по выполнению расчетов стандартных установок для очистки газов от дисперсных частиц и воды от примесей и взвешенных частиц по типовым методикам (методические указания рассмотрены на заседании кафедры ММ и рекомендованы к использованию в учебном процессе) (УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-31 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1)

Индивидуальные варианты для выполнения выдаются преподавателем

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет включает в себя 3 теоретических вопроса из установленного перечня по темам, изложенным в подразделе 5.1 данной РПД.

Билеты хранятся на кафедре и утверждены заведующим кафедрой.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

Система оценивания результатов обучения по дисциплине для текущего контроля успеваемости:

№ п/п	Форма контроля	Критерий	Оценка
1	Контрольная работа	При выполнении контрольной работы студент показывает достаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет 60% и выше	зачтено
		При выполнении контрольной работы студент показывает недостаточный уровень знаний в объеме пройденной темы, объем правильных ответов составляет менее 60%	не зачтено
2	Домашнее задание	Домашнее задание оформлено в соответствии с требованиями, выполнен весь объем ДЗ, правильность выполнения составляет 75-80%, выявленные недочеты студент может устранить при защите, владеет терминологией, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, логически мыслит, показывает достаточные знания в объеме защищаемой темы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу	зачтено
		Оформление домашнего задания не соответствует требованиям, выполнены не все части ДЗ, студент не может устранить выявленные недочеты и замечания, не понимает сущности задаваемых вопросов, не ориентируется в тематике домашнего задания, допускает грубые ошибки при ответе	не зачтено
3	Практическое занятие	Студент владеет в достаточном объеме терминологией и теоретическими знаниями по тематике практического занятия, умеет применять их для решения практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью, аргументировано отвечает на поставленные вопросы, ориентируется в основной и дополнительной литературе по курсу	зачтено
		Студент не владеет терминологией, имеет недостаточный объем знаний теоретического материала, чтобы применять его для решения практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью, не понимает сущности изучаемой темы, допускает грубые ошибки в расчетах и ответах на поставленные вопросы	не зачтено
4	Экзамен	студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, дает ответы на дополнительные вопросы, знает дополнительно рекомендованную литературу	отлично
		студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал	хорошо
		студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике	удовлетворительно
		студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неправильные или неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы	неудовлетворительно
		студент на экзамен не явился	неявка

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев, Д.В. Швыдкий	Теоретические основы очистки газов	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Теплотехник, 2004
Л 1.2	-	Техника и технология	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Высшая

		защиты воздушной среды		школа, 2005
Л 1.3	В.Б. Кольцов, О.В. Кондратьева	Теоретические основы защиты окружающей среды	ЭБС Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483194	Москва : Прометей, 2018
Л 1.4	А.Г. Ветошкин	Инженерная защита гидросферы от вредных выбросов	ЭБС Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564893	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019
Л 1.5	А.Г. Ветошкин	Основы инженерной защиты окружающей среды	ЭБС Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444182	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2016

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Ю.М. Кочнов, И.В. Барышева, Л.А. Мирошкина, Н.Н. Козлова	Процессы и аппараты защиты окружающей среды	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : МИСИС, 2001
Л 2.2	А.С.Тимонин	Инженерно-экологический справочник / Т.3.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Калуга : Издательство Н. Бочкаревой, 2003
Л 2.3	А.С. Тимонин	Инженерно-экологический справочник / Т.2.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Калуга : Издательство Н. Бочкаревой, 2003
Л 2.4	А.С. Тимонин	Инженерно-экологический справочник / Т.1.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Калуга : Издательство Н. Бочкаревой, 2003
Л 2.5	С.Ф. Гребенников, А.Т. Кынин, Г.К. Ивахнюк	Теоретические основы расчета локальных средств защиты окружающей среды	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	СПб. : Иван Федоров, 2004
Л 2.6	А.И.Родионов, Ю.П.Кузнецов, Г.С.Соловьев	Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Химия : Колос С, 2007
Л 2.7	Т.А. Будыкина, С.Г. Емельянов	Процессы и аппараты защиты гидросферы	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Издательский центр "Академия", 2010
Л 2.8	А.П. Карманов, И.Н. Полина	Технология очистки сточных вод	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	ИНФРА-Инженерия, 2018
Л 2.9	Т. В. Самсонов	Обеспыливание воздуха в промышленности: методы и средства	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : ИНФРА-М, 2019
Л 2.10	В. И. Петров	Теоретические основы интенсификации процессов электрической очистки газов металлургического производства	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол : ООО "ТНТ", 2005
Л 2.11	А.Г. Ветошкин	Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов	ЭБС Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444178	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2016
Л 2.12	Г.Я. Бернер	Технология очистки газа за рубежом	ЭБС Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56224	Москва : Новости теплоснабжения, 2006
Л 2.13	Р.Л. Папоян	Оборудование для охраны атмосферного воздуха от промышленной пыли	ЭБС Университетская библиотека ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=99690	Москва : Московский государственный горный университет,

Л 2.14	В.И. Петров	Учебные пособия для студентов бакалавриата по напр. 150400 "Металлургия" Часть I – VI.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	2007 Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2012
6.1.3 Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э.1	Очистка воздуха от пыли https://www.youtube.com/watch?v=qiezMgT-riU			
Э.2	Очистка промышленных сточных вод https://www.youtube.com/watch?v=aHtWiwQcLpU			
Э.3	Очистка промышленных сточных вод https://www.youtube.com/watch?v=x8_bNqPeIJs			
Э.4	Газоочистка – быстрый обзор принципов и оборудования https://www.youtube.com/watch?v=ctm1r9s0OCw			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	MS Windows			
П 2	MS Office			
П 3	KasperskyEndpointSecurityдлябизнеса			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:			
И 1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/			
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСИС):			
И 2	— аналитическая база (индексы цитирования) WebofScience https://apps.webofknowledge.com			
И 3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/			
И 4	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com			
И 5	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	Аудитория № 301 Лаборатория промышленной безопасности и экологии Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, моноблок MSI AE2210 HR, проектор для презентаций Epson EB-485W.
7.2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Аудитория № 306 Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130 – 4 шт, рабочая станция HP Z420 – 8 шт, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
<p>Для успешного освоения дисциплины «Методы и аппараты очистки газов и воды» обучающемуся необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Посещать все виды занятий. – Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы. – При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas). – Отчеты по практическим работам и домашнее задание рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде. – Активно работать с научными базами в сети Интернет. <p>Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.</p> <p>При изучении дисциплины «Методы и аппараты очистки газов и воды» необходимо использовать следующие учебные издания, разработанные на кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой и рекомендованные к использованию в учебном процессе:</p> <p>Методы и аппараты очистки газов и воды (Часть 1) Методические указания по выполнению расчетов стандартных установок для очистки газов от дисперсных частиц по типовым методикам (для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 22.03.02 Металлургия и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника). Автор: А.В. Сазонов</p> <p>Методы и аппараты очистки газов и воды (Часть 2) Методические указания по выполнению расчетов стандартных установок для очистки воды от примесей и взвешенных частиц по типовым методикам (для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 22.03.02 Металлургия и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника).</p>

