

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      Metallургии и металловедения им. С.П. Угаровой

Направление подготовки      22.03.02 Metallургия

Профиль      Metallургия черных металлов

Квалификация      **Бакалавр**

Форма обучения      **Очная**

Общая трудоемкость      **7 ЗЕТ**

Часов по учебному плану      252

в том числе:

аудиторные занятия      34

самостоятельная работа      182

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	182	182	182	182
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	252	252	252	252

Год набора 2025 г.

Программу составил:  
доцент, кандидат технических наук, доцент  
Сазонов Александр Васильевич

  
\_\_\_\_\_

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 22.03.02 Metallurgy (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2025 года набора:  
22.03.02 Metallurgy,  
Профиль: Metallurgy of black metals, approved by the Academic Council of STI NITU «MISIS» 24.06.2025 g.,  
protocol № 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

  
\_\_\_\_\_

А.В. Сазонов

«05» июня 2025 г.

Руководитель ОПОП ВО

зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой, кандидат  
технических наук, доцент

  
\_\_\_\_\_

А.В. Сазонов

«05» июня 2025 г.

## 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.ДВ
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Математика
2.1.2.	Физика
2.1.3	Химия
2.1.4	Экология
2.1.5	Металлургические технологии
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Энерго- и ресурсосберегающие технологии
2.2.2	Комплексное использование сырья и отходов
2.2.3	Оборудование и проектирование металлургических цехов
2.2.4	Устройство и оборудование металлургических цехов
2.2.5	Водошламовое хозяйство
2.2.6	Производственная практика (преддипломная)
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

**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 Физическую сущность основных технологических решений и технологий, направленных на защиту окружающей среды от негативного воздействия промышленных выбросов

**Уметь:**

УК-1-У1 Логически обоснованно выбирать на основе данных системного анализа стандартные установки для очистки газов и воды в металлургической отрасли, которые способны обеспечить основные требования по охране окружающей среды от негативного воздействия

**Владеть:**

УК-1-В1 Навыками практического выбора и расчетов установок для очистки газов и воды на производстве с целью обеспечения охраны окружающей среды

**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

**ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания**

**Знать:**

ОПК-1-31 Эффективность различных методов и средств очистки производственных запыленных газов и сточных вод с учётом требуемой степени очистки для предотвращения отрицательного воздействия на окружающую среду

**Уметь:**

ОПК-1-У1 Использовать в практической деятельности основные принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды от негативного воздействия

<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Навыками по выбору, расчету стандартных газоочистных аппаратов и установок для очистки воды с учётом требуемой степени очистки для предотвращения отрицательного воздействия на окружающую среду промышленных выбросов
<b>ОПК-5 Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно- программных средств, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 Основные принципы моделирования и анализа, а также экспериментальных исследований с целью адекватного описания технологических процессов, протекающих при очистке газов от воды
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У1 Осуществлять предварительную обработку и анализ экспериментальных данных о характере конкретной технологии по очистке газа или воды на основе полученных знаний при изучении дисциплины
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В1 Навыками по моделированию и обработке полученных экспериментальных данных об конкретной технологии, используемой для очистки газов или воды на основе анализа физической сущности процессов, протекающих в аппаратах и установках
<b>ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-6-31 Устройство аппаратов и установок для очистки газов и воды от дисперсных частиц, газообразных токсичных компонентов и от различных примесей, стандартные типоразмеры очистного оборудования, их технические и технико-экономические характеристики, области преимущественного использования, с целью использования полученных знаний в профессиональной деятельности при оценки негативного воздействия промышленных выбросов на окружающую среду
<b>Уметь:</b>
ОПК-6-У1 Использовать полученные знания при изучении дисциплины к требованиям безопасности окружающей среды при осуществлении технологических процессов от негативного влияния промышленных выбросов
<b>Владеть:</b>
ОПК-6-В1 Навыками по использованию полученных знаний и умений в ходе профессиональной деятельности
<b>ПК-1 Осуществление и корректировка технологических процессов в металлургии</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-31 Основные технологические схемы по очистке газов и воды, применяемые в металлургическом производстве, с целью оценки и анализа уровня интеграции этих технологических процессов в единую обобщенную схему металлургического производства
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Анализировать технологические особенности при реализации процессов по очистке газов и воды с целью последующей выработки корректирующих воздействий и совершенствования технологии в целом
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Навыками и способностями на основе полученных знаний с целью анализа технологических процессов при очистке газов и воды в различных металлургических технологиях

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1. Введение в курс. Введение и общие проблемы очистки газов и воды</b>					
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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	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	6	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	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	
	<b>Раздел 2. Электрическая очистка газов</b>					
2.1	2.1. Ионизация газов и коронный разряд. Физические основы электрической очистки газов. Вольтамперные	6	1,5	УК-1-31 УК-8-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.10,	

	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/			ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
2.2	Расчет пылегазоулавливающих 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-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
2.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
2.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	10	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.10, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
<b>Раздел 3. Очистка газов с применением жидкости</b>						
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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
3.2	Расчет пылегазоулавливающих 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-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	

				ПК-1-В1		
3.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
3.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	10	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
	<b>Раздел 4. Очистка газов фильтрованием</b>					
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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
4.2	Расчет пылегазоулавливающих 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-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
4.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л 3.1, 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	12	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	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	10	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
	<b>Раздел 5. Гравитационные, инерционные и центробежные пылеуловители</b>					
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.	6	1	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	

	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/					
5.2	Расчет пылегазоулавливающих 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-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
5.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л 3.1, 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	12	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
5.5	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	10	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 2.1, Л 2.6, Л 2.9, Л 2.12, Л 2.13, Э.1, Э. 4	
	<b>Раздел 6. Процессы и аппараты смешения и усреднения сточных вод</b>					
6.1	6.1. Смесители для смешивания различных видов сточных вод и сточных вод с реагентами. Назначение, принципы работы, типы смесителей, 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/	6	1	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, 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-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
6.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	

				ОПК-5-В1		
6.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	10	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
	<b>Раздел 7. Процессы и аппараты для механической очистки сточных вод</b>					
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, области применения, принципы расчетов. /Лек/	6	4	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
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-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
7.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л 3.1, 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	12	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8,	



				ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Э.2, Э.3	
7.5	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	10	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
	<b>Раздел 8. Процессы и аппараты химической и физико-химической очистки сточных вод</b>					
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, электролиз, 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 конструкции аппаратов мембранной очистки сточных вод. /Лек/	6	4	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
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-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
8.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	

				ОПК-5-У1 ОПК-5-В1		
8.4	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	10	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
	<b>Раздел 9. Процессы и сооружения биологической очистки сточных вод</b>					
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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	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-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
9.3	Подготовка к практическим занятиям и их оформление /Ср/	6	4	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л 3.1, 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	12	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, 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-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л 3.1, Л 2.2, Л 2.3, Л 2.4	
9.6	Подготовка к контрольному мероприятию в рамках	6	12	УК-1-31	Л 1.3, Л 1.4,	

	текущего контроля успеваемости – Раздел 8-9 (контрольная работа) /Ср/			УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
9.7	Усвоение текущего учебного материала /Ср/	6	10	УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31	Л 1.3, Л 1.4, Л 1.5, Л 2.1, Л 2.7, Л 2.8, Э.2, Э.3	
10	<b>Часы на контроль /Контроль/</b>	6	36	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-8-31 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-31 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 2 Основы классификации газоочистных аппаратов. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 3 Оценка эффективности работы газоочистных аппаратов. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 4 Классификация методов очистки сточных вод, условия отведения сточных вод в водные объекты (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

#### Раздел 2. Электрическая очистка газов

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

#### 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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 2 Тепло- и массообмен в мокрых пылеуловителях (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 3 Форсуночные скрубберы. Их устройство и работа. Определение степени очистки газов от пыли. Особенности конструкции форсуночных скрубберов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 4 Скрубберы Вентури. Устройство и работа. Дробление капель в газовом потоке. Захват частиц пыли каплями воды (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 5 Теплообмен в трубе Вентури. Организация орошения. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 6 Различные типы скрубберов Вентури. Унифицированные типоразмерные ряды (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 7 Эжекторные скрубберы Вентури (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 8 Вспомогательное оборудование и хозяйство мокрых газоочисток. Устройства для диспергирования жидкости (УК-1-31

УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

9 Типы используемых форсунок. Брызгоунос и сепарация капель из газового потока (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

10 Водное хозяйство мокрых газоочисток и его эксплуатация (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

#### **Раздел 4. Очистка газов фильтрованием**

1 Процесс фильтрования и его особенности. Характеристика пористой перегородки. Механизмы процесса фильтрования (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

2 Аналитическое определение эффективности и гидравлического сопротивления пористого фильтра (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

3 Тканевые фильтры. Фильтровальные материалы. Способы регенерации ткани (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

4 Типы и конструкции тканевых фильтров (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

5 Зернистые фильтры с неподвижным и движущимся слоем. Типы и конструкции зернистых фильтров. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

6 Металлокерамические фильтры. Фильтры туманоуловители. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

7 Воздушные фильтры 1, 2, 3 классов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

#### **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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

2 Сепарация частицы пыли из криволинейного потока газа (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

3 Жалюзийные пылеуловители. Радиальные пылеуловители (пылевые мешки) и основы их расчёта (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

4 Принцип действия и теоретические основы работы циклона. Типы циклонов и основные правила их эксплуатации (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

5 Выбор циклонов, определение их гидравлического сопротивления. Расчёт эффективности циклонов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

6 Батарейные циклоны, их выбор и эксплуатация. Конструкции батарейных циклонов. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

7 Вихревые пылеуловители. Ротационные пылеуловители. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

#### **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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

2 Назначение, принципы работы, типы смесителей, области их применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

3 Конструктивные особенности и расчеты ершовых, дырчатых, вихревых вертикальных смесителей, смесителей-реакторов с мешалками (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

4 Усреднители сточных вод. Назначение, типы, принципы работы, области применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

5 Усреднители концентрации сточных вод - прямоугольные, круглые (в плане), усреднители расхода сточных вод (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

#### **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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

2 Процессы и аппараты для осветления сточных вод отстаиванием. Назначение и сущность процессов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

3 Характеристика дисперсных систем: суспензии, эмульсии, мути и т.д. Закономерности осаждения и всплытия дисперсных частиц (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

4 Коагуляция и флокуляция как способы интенсификации процессов отстаивания (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

6 Процессы выделения грубодисперсных примесей (ГДП) в центробежном поле. Назначение и сущность процессов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

7 Технологическое оборудование для выделения ГДП в центробежном поле. (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

8 Гидроциклоны открытые, многоярусные, напорные; центрифуги. Принципы действия, конструктивные особенности (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

## **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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 4 Очистка от цианидов, роданидов, фенолов, СПАВ и других органических соединений. Принципы расчета расхода реагентов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 5 Процессы и аппараты адсорбционной очистки сточных вод. Назначение, сущность и области применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 6 Типы сорбентов, величина адсорбции, изотермы сорбции. Процессы и аппараты регенерации сорбентов (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 8 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 (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 9 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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

## **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-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 2 Аэротенки. Принцип действия, конструктивные особенности, примеры промышленного применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 3 Био-фильтры. Принцип действия, конструктивные особенности (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 4 Окситенки и биосорберы. Принципы действия, конструктивные особенности (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)
- 5 Поля орошения, аэро-циркуляционные бассейны и каналы; менатенки. Принципы действия, области применения (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

### **5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине**

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

Контрольная работа № 1 по разделам 1-4 (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

1) Контрольная работа № 2 по разделам 5-7 (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

2) Контрольная работа № 3 по разделам 8-9 (УК-1-31 УК-8-31 ОПК-1-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31)

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-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-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-У1 УК-1-В1 УК-8-У1 УК-8-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1)

### **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	не явка

#### 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	Университетская библиотека ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483194">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483194</a>	Москва : Прометей, 2018
Л 1.4	А.Г. Ветошкин	Инженерная защита гидросферы от вредных выбросов	Университетская библиотека ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564893">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564893</a>	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019
Л 1.5	А.Г. Ветошкин	Основы инженерной защиты окружающей среды	Университетская библиотека ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444182">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444182</a>	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	Университетская библиотека ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444178">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444178</a>	Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2016
Л 2.12	Г.Я. Бернер	Технология очистки газа за рубежом	Университетская библиотека ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=56224">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=56224</a>	Москва : Новости теплоснабжения, 2006
Л 2.13	Р.Л. Папоян	Оборудование для охраны атмосферного воздуха от	Университетская библиотека ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=56224">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=56224</a>	Москва : Московский государственный

		промышленной пыли	d=99690	горный университет, 2007
6.1.3 Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	В.И. Петров	учебные пособия для студентов бакалавриата по напр. 150400 "Металлургия" Часть I – VI.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ МИСиС, 2012
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э.1	Очистка воздуха от пыли <a href="https://www.youtube.com/watch?v=qiezMgT-riU">https://www.youtube.com/watch?v=qiezMgT-riU</a>			
Э.2	Очистка промышленных сточных вод <a href="https://www.youtube.com/watch?v=aHtWiwQcLpU">https://www.youtube.com/watch?v=aHtWiwQcLpU</a>			
Э.3	Очистка промышленных сточных вод <a href="https://www.youtube.com/watch?v=x8_bNqPeIJs">https://www.youtube.com/watch?v=x8_bNqPeIJs</a>			
Э.4	Газоочистка – быстрый обзор принципов и оборудования <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ctmlr9s0OCw">https://www.youtube.com/watch?v=ctmlr9s0OCw</a>			
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 <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>			
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСИС):			
И 2	— аналитическая база (индексы цитирования) WebofScience <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>			
И 3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>			
И 4	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>			
И 5	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>			

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>	
7.1	<b>Аудитория № 301</b> <b>Лаборатория промышленной безопасности и экологии</b> Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, монитор MSI AE2210 HR, проектор для презентаций Epson EB-485W.
7.2	<b>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</b> <b>Аудитория № 306</b> 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, рабочая станция HP Z420, 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.

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>
<p>Для успешного освоения дисциплины «Методы и аппараты очистки газов и воды» обучающемуся необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Посещать все виды занятий.</li> <li>– Своевременно регистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы.</li> <li>– При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).</li> <li>– Отчеты по практическим работам и домашнее задание рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.</li> <li>– Активно работать с научными базами в сети Интернет.</li> </ul> <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 методические указания, 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,</p>



обучающихся по направлению 22.03.02 Metallургия и 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника).  
Автор: А.В. Сазонов