

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологии и инженерной механики
Кафедра экологии

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Могильная Е.П.

(подпись)

« 19. » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ИНЖЕНЕРНЫЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРЫ И
ГИДРОСФЕРЫ»

По направлению подготовки 05.03.06. Экология и природопользование
Профиль: «Промышленная экология»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Инженерные основы защиты атмосферы и гидросферы» по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование. – 51 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Инженерные основы защиты атмосферы и гидросферы» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 августа 2020 года № 894. С изменениями и дополнениями от: 26 ноября 2020 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:
ст. преп. Свистун Т.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры экологии

« 18 » 04 2023 года, протокол № 23

Заведующий кафедрой
экологии

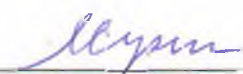
Переутверждена: « » 20 г., протокол №



Черных В.И.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики « 18 » 04 20 23 года, протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики



Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – освоение основных методов расчета и проектирования сооружений и аппаратов для очистки воздуха и сточных вод; научить студентов рациональному выбору аппаратуры, технологических схем и установок для очистки воздуха и сточных вод от загрязняющих примесей, а так же рациональным методам эксплуатации оборудования для достижения максимальной степени очистки при минимальных затратах.

Задачи:

- показать основные методы расчета сооружений для очистки воздуха и сточных вод;
- получение теоретических знаний и практических навыков для выбора и расчета систем защиты атмосферы и гидросферы;
- получение теоретических знаний и практических навыков для эксплуатации систем очистки воздуха и сточных вод предприятий.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Инженерные основы защиты атмосферы и гидросферы» относится к дисциплинам профессионального цикла, части, формируемой участниками образовательных отношений в составе учебного плана основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование. Шифр дисциплины Б1.В.13. Дисциплина изучается на III курсе в 5 и 6 семестрах.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основных сведений о строении и процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере; фундаментальных свойств воды; основных способов очистки воздуха и сточных вод; умения анализировать и оценивать информацию о загрязнении атмосферы и гидросферы с целью прогнозирования последствий и управления ими; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; владения навыками измерения концентрации вредных веществ в воздухе и водной среде, используя современную измерительную технику; методами поиска научно-технической информации с помощью Интернет-ресурсов в области техносферной безопасности.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Учение о гидросфере», «Учение об атмосфере», «Учение о биосфере», «Геохимия окружающей среды», «Методы и средства контроля качества окружающей среды», «Энергоресурсосбережение» и служит основой для освоения дисциплин «Охрана окружающей среды», «Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды», «Оценка воздействия на окружающую среду», «Основы и управление природопользованием», «Экологический мониторинг».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Перечень планируемых результатов
--------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------

ПК-1. Способен осуществлять разработку и применение технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды, осуществлять прогноз техногенного воздействия, знать нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования в заповедном деле и уметь применять их на практике.	ПК-1.1. Знает нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования в заповедном деле ПК-1.2. Умеет применять технологии рационального природопользования и охраны окружающей среды, руководствуясь соответствующими правовыми актами ПК-1.3. Владеет навыками разработки технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды - методами прогнозирования техногенного воздействия	Знать: характеристику основных отраслей хозяйственной деятельности и их влияние на природные комплексы и компоненты для применения технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды; нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования. Уметь: осуществлять разработку и применять технологии рационального природопользования и охраны окружающей среды; осуществлять прогноз техногенного воздействия и экологический прогноз. Владеть: навыками и методами контроля за состоянием окружающей среды; обрабатывать и использовать результаты полученных данных в профессиональной деятельности для снижения загрязнения окружающей среды.
ПК-6. Способен осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии.	ПК-6.1. Знает: методы контроля и обеспечения эффективности использования малоотходных технологий в производстве. ПК-6.2. Умеет: осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах. ПК-6.3. Владеет: навыками применения ресурсосберегающих технологий.	Знать: методы контроля, оценки и анализа технологических процессов на производствах для обеспечения эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применение ресурсосберегающих технологий и обеспечение экологической безопасности с учетом специфики производств. Уметь: документировать информацию о результатах производственного экологического контроля; обобщать и использовать в

		производстве современные малоотходные технологии; внедрять наиболее эффективные ресурсосберегающие технологии; оценивать социально-экономическую и экологическую эффективность внедрения современных технологий. Владеть: навыками безопасного использования современных малоотходных технологий и оборудования для снижения негативного воздействия на окружающую среду с учетом специфики производств.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6 зач. ед)	216 (6 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	153	36
Лекции	68	16
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	85	20
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (индивидуальное задание/контрольная работа)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	63	171
Форма аттестации	зачет/экзамен	зачет/экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 5

Тема 1. Введение. Решетки, песколовки.

Цель и задачи курса, связь его с другими дисциплинами. Решетки: назначение, устройство и расчет. Типы песколовок, назначение и расчет.

Тема 2. Отстойники различных типов.

Отстаивание сточных вод. Отстойники периодического и непрерывного действия. Расчет отстойников.

Тема 3. Осветлители с взвешенным слоем осадка.

Устройство, работа осветлителя с взвешенным слоем осадка. Расчет коридорного осветлителя с взвешенным слоем осадка.

Тема 4. Определение площади и количества скорых безнапорных фильтров и расчет распределительного коллектора.

Общие сведения о фильтровании. Типы фильтров и схемы их подключения. Скорые фильтры. Назначение и классификации скорых фильтров. Порядок расчета площади, количества и основных размеров скорых фильтров. Порядок расчета площади, количества и основных размеров скорых фильтров.

Тема 5. Расчет желобов и отводного канала скорого безнапорного фильтра. Подбор промывных насосов и определение сопротивления фильтра при промывке.

Порядок расчета распределительной системы, желобов и сборного канала открытого скорого однопоточного фильтра. Подбор насосов для промывки фильтра.

Тема 6. Флотаторы.

Общие сведения о флотации. Напорная флотация. Устройство и работа напорного флотатора. Расчет количества и основных размеров напорного флотатора. Электрическая флотация. Устройство и работа электрического горизонтального флотатора. Определение основных размеров электрического флотатора. Импеллерная флотация. Устройство и работа импеллерного флотатора. Расчет количества и основных размеров импеллерного флотатора. Другие методы флотации.

Тема 7. Дырчатые, перегородчатые и вихревые смесители.

Смесительные устройства. Расчет дырчатого смесителя. Расчет перегородчатого смесителя. Расчет вертикального вихревого смесителя. Смешение реагентов в трубопроводе.

Тема 8. Механические смесители.

Типы смесителей. Расчет механического смесителя.

Тема 9. Перегородчатые и водоворотные камеры хлопьеобразования.

Камеры хлопьеобразования, назначение и особенности работы. Перегородчатые камеры хлопьеобразования с вертикальной циркуляцией воды. Перегородчатые камеры хлопьеобразования с горизонтальной циркуляцией воды. Водоворотная камера хлопьеобразования.

Тема 10. Вихревые и механические камеры хлопьеобразования.

Устройство и расчет вихревой камеры хлопьеобразования. Устройство и расчет механической камеры хлопьеобразования.

Тема 11. Основные способы удаления солей из воды. Ионитовые установки обессоливания воды.

Обессоливание и основные способы удаления солей из воды. Выбор способа опреснения и обессоливания воды. Расчет ионитовой установки.

Тема 12. Катионитовые и анионитовые фильтры.

Расчет катионитовых фильтров. Расчет анионитовых фильтров. Определение расхода воды (частично обессоленной) на собственные нужды установки.

Тема 13. Опреснение воды на электродиализных установках. Прямоточные и циркуляционные схемы электродиализных установок. Расчет электродиализной опреснительной установки.

Тема 14. Аэротенки-вытеснители без регенерации и с регенерацией активного ила.

Основные типы и выбор аэротенков. Расчет аэротенков. Особенности расчета аэротенков с регенераторами.

Тема 15. Биофильтры. Системы орошения биофильтров.

Общие требования к проектированию биофильтров. Капельные биофильтры и методика расчета. Высоконагружаемые биофильтры (аэрофильтры) и методика расчета. Биофильтры с пластмассовой загрузкой и методика расчета. Погружные (дисковые) биофильтры и методика расчета. Башенные биофильтры и методика расчета. Расчет оросительных систем биофильтров. Расчет вращающегося оросителя биофильтра.

Семестр 6

Тема 16. Последствия загрязнения воздушной среды. Санитарно-гигиенические последствия. Экологические последствия. Экономические последствия. Мероприятия по снижению загрязнения воздушной среды.

Тема 17. Пыль и ее свойства. Классификация пыли. Основные методы определения дисперсного состава пыли. Плотность частиц пыли. Смачиваемость пыли. Электрические свойства пыли.

Тема 18. Основные характеристики состава и свойств пыли. Плотность твердых частиц. Дисперсный состав. Электрические свойства. Коагуляция.

Тема 19. Технологии очистки воздуха от пыли, обладающих высокой активной поверхностью. Удельная поверхность пыли. Методы определения активной поверхности. Слипаемость пыли.

Тема 20. Технологии, используемые для проектирования аппаратов пыли, обладающих особыми свойствами. Гигроскопичность пыли. Смачиваемость пыли. Абразивность пыли.

Тема 21. Технологии улавливания твердых частиц в электрическом поле. Электрические свойства пыли. Удельное электрическое сопротивление. Электрический заряд пыли.

Тема 22. Коагуляция твердых частиц в механических аппаратах очистки воздуха. Коагуляция пыли. Значения коагулирующих способностей твердых частиц. Виды коагуляции.

Тема 23. Теоретические основы очистки воздуха от пыли. Основные закономерности движения и осаждения частиц. Гравитационное осаждение. Осаждение под действием центробежной силы. Осаждение частиц в электрическом поле. Фильтрация через пористые перегородки.

Тема 24. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования. Эффективность очистки воздуха. Фракционная эффективность. Производительность. Гидравлическое сопротивление. Стоимость очистки.

Тема 25. Предварительная обработка пылегазовых потоков. Преимущества предварительной обработки. Акустическая подготовка. Искусственная ионизация.

Тема 26. Очистка воздуха от вредных газов и паров. Технологические мероприятия. Материальный индекс производства. Герметизация оборудования. Снижение гидравлического сопротивления очистного оборудования.

Тема 27. Основные способы очистки выбросов в атмосферу от газовых загрязнений. Абсорбция газов жидкостями. Адсорбция твердыми поглотителями. Каталитические методы очистки.

Тема 28. Очистка газов от диоксида серы и азота. Выбросы диоксида серы и оксидов азота. Методы очистки и нейтрализации воздуха от оксидов серы и азота. Термическое разложение оксидов азота.

Тема 29. Очистка от оксида и диоксида углерода. Очистка от оксидов и диоксидов углерода. Очистка от галогенов и их соединений. Очистка от паров растворителей. Высокотемпературное сжигание горючих примесей.

Тема 30. Очистка воздуха от радиоактивных загрязнений. Радиоактивные загрязнения. Единицы измерения радиоактивности. Ионизирующие излучения. Очистка воздуха от радиоактивных аэрозолей, газов и паров.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Семестр 5			
1.	Введение. Решетки, песколовки	2	1
2.	Отстойники различных типов	2	1
3.	Осветлители с взвешенным слоем осадка	4	
4.	Определение площади и количества скорых безнапорных фильтров и расчет распределительного коллектора	4	1
5.	Расчет желобов и отводного канала скорого безнапорного фильтра. Подбор промывных насосов и определение сопротивления фильтра при промывке	2	
6.	Флотаторы	2	1
7.	Дырчатые, перегородчатые смесители и вихревые смесители	2	1
8.	Механические смесители	2	
9.	Перегородчатые и водоворотные камеры хлопьеобразования	2	1
10.	Вихревые и механические камеры хлопьеобразования	2	
11.	Основные способы удаления солей из воды. Ионитовые установки обессоливания воды	2	
12.	Катионитовые и анионитовые фильтры	2	
13.	Опреснение воды на электродиализных установках	2	
14.	Аэротенки-вытеснители без регенерации и с регенерацией активного ила	2	1
15.	Биофильтры. Системы орошения биофильтров	2	1
Семестр 6			
16.	Последствия загрязнения воздушной среды	2	1
17.	Пыль и ее свойства	2	1
18.	Основные характеристики состава и свойств пыли	2	
19.	Технологии очистки воздуха от пыли, обладающих высокой активной поверхностью	4	
20.	Технологии, используемые для проектирования аппаратов пыли, обладающих особыми свойствами	4	1
21.	Технологии улавливания твердых частиц в электрическом поле	2	
22.	Коагуляция твердых частиц в механических аппаратах очистки воздуха	2	
23.	Теоретические основы очистки воздуха от пыли	2	1
24.	Основные характеристики пылеулавливающего оборудования	2	
25.	Предварительная обработка пылегазовых потоков	2	
26.	Очистка воздуха от вредных газов и паров	2	1

27.	Основные способы очистки выбросов в атмосферу от газовых загрязнений	2	1
28.	Очистка газов от диоксида серы и азота	2	1
29.	Очистка от оксида и диоксида углерода	2	1
30.	Очистка воздуха от радиоактивных загрязнений	2	
Итого:		68	16

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Семестр 5			
1.	Расчет горизонтального и вертикального отстойников	4	2
2.	Расчет осветлителя с взвешенным слоем осадка	4	
3.	Расчет скорого однопоточного фильтра	4	2
4.	Расчет импеллерного и электрического флотаторов	2	1
5.	Расчет смесителей различных типов	4	1
6.	Расчет перегородчатых, водоворотной и механической камер хлопьеобразования	4	
7.	Расчет ионитовой установки обессоливания воды	4	
8.	Расчет электродиализной установки	4	
9.	Расчет аэротенков. Расчет биофильтров	4	2
Семестр 6			
1.	Последствия загрязнения воздушной среды	2	2
2.	Пыль и ее свойства	4	2
3.	Основные характеристики состава и свойств пыли	4	
4.	Технологии очистки воздуха от пыли, обладающих высокой активной поверхностью	2	
5.	Технологии, используемые для проектирования аппаратов пыли, обладающих особыми свойствами	2	2
6.	Технологии улавливания твердых частиц в электрическом поле	2	
7.	Коагуляция твердых частиц в механических аппаратах очистки воздуха	3	
8.	Теоретические основы очистки воздуха от пыли	4	2
9.	Основные характеристики пылеулавливающего оборудования	4	
10.	Предварительная обработка пылегазовых потоков	4	
11.	Очистка воздуха от вредных газов и паров	4	
12.	Основные способы очистки выбросов в атмосферу от газовых загрязнений	4	2
13.	Очистка газов от диоксида серы и азота	4	1
14.	Очистка от оксида и диоксида углерода	4	1
15.	Очистка воздуха от радиоактивных загрязнений	4	
Итого:		85	20

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
Семестр 5				

1.	Решетки-дробилки и их конструкции. Расчет горизонтальной песколовки и решетки	Краткий конспект, решение задач	2	5
2.	Расчет песколовков с круговым движением воды, тангенциальных и аэрируемых. Особенности конструкций отстойников различных типов и назначений. Расчет вторичных отстойников. Характеристика заданного производства. Выбор схемы водоочистки	Краткий конспект, решение задач	3	11
3.	Конструкции осветлителей с взвешенным слоем осадка и контактных осветлителей. Вычисление усредненного расхода сточных вод и средней концентрации загрязнений	Краткий конспект, решение задач	4	10
4.	Конструкции открытых многоярусных гидроциклонов	Краткий конспект, решение задач	3	9
5.	Устройство и расчет напорных фильтров, а также фильтров с незернистыми фильтрующими материалами	Краткий конспект, решение задач	5	14
6.	Схемы напорной флотации. Конструкции механических и барботажных флотаторов	Краткий конспект, решение задач	4	9
7.	Принцип действия и конструкции электрокоагуляторов. Определение дозы реагента. Растворные и расходные баки	Краткий конспект, решение задач	4	14
8.	Гидравлические смесители и их конструкции. Составление высотной схемы станции водоочистки	Краткий конспект, решение задач	3	9
9.	Регулирование жесткости оборотной воды на ионитовых фильтрах. Характеристики катионитовых и анионитовых мембран, выпускаемых промышленностью. Расход воды на собственные нужды ионитовой установки	Краткий конспект, решение задач	5	15
10.	Конструкции аэраторов аэротенков; их достоинства и недостатки	Краткий конспект, решение задач	4	9
11.	Конструкция спринклерного оросителя биофильтра и его расчет.	Краткий конспект, решение задач	3	9
Семестр 6				
1.	Тема 1. Последствия загрязнения воздушной среды	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	2	6
2.	Тема 2. Пыль и ее свойства	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение	2	8

		индивидуального задания/контрольной работы		
3.	Тема 3. Основные характеристики состава и свойств пыли	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	2	8
4.	Тема 4. Технологии очистки воздуха от пыли, обладающих высокой активной поверхностью	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	2	8
5.	Тема 5. Технологии, используемые для проектирования аппаратов пыли, обладающих особыми свойствами	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	2	10
6.	Тема 6. Технологии улавливания твердых частиц в электрическом поле	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	2	8
7.	Тема 7. Коагуляция твердых частиц в механических аппаратах очистки воздуха	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	1	8
8.	Тема 8. Теоретические основы очистки воздуха от пыли	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	1	8
9.	Тема 9. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	1	8
10.	Тема 10. Предварительная обработка пылегазовых потоков	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	1	8
11.	Тема 11. Очистка воздуха от вредных газов и паров	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной	1	8

		работы		
12.	Тема 12. Основные способы очистки выбросов в атмосферу от газовых загрязнений	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	1	8
13.	Тема 13. Очистка газов от диоксида серы и азота	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	2	6
14.	Тема 14. Очистка от оксида и диоксида углерода	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	2	6
15.	Тема 15. Очистка воздуха от радиоактивных загрязнений	Работа с учебной литературой. Проработка лекций. Выполнение индивидуального задания/контрольной работы	1	6
Итого:			63	171

4.7. Курсовые работы/проекты.

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Инженерные основы защиты атмосферы и гидросферы» используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебной дисциплины за счет объединения занятий в тематические блоки.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Ветошкин А.Г., Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод : Учебное пособие / Ветошкин А.Г. - 2-е изд. испр. и доп. - М. : Инфра-Инженерия, 2017. - 296 с. - ISBN 978-5-9729-0125-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972901258.html>
2. Ветошкин А.Г., Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учеб. пособие для вузов : Учеб. пособие для вузов / А.Г. Ветошкин. - М. : Абрис, 2012. - ISBN 978-5-4372-0032-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200322.html>
3. Ветошкин А.Г., Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов : Учебное пособие / Ветошкин А.Г. - 2-е изд. испр. и доп., в 2-х частях. - М. : Инфра-Инженерия, 2017. - 416 с. - ISBN 978-5-9729-0127-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972901272.html>
4. Хрусталёв Б.М., Инженерная экология и очистка выбросов промышленных предприятий / Хрусталев Б. М. - М. : Издательство АСВ, 2016. - 558 с. - ISBN 978-5-4323-0172-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301727.html>

б) дополнительная литература:

1. Большаков В.Н., Экология : Учебник. / В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко и др.; Под ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко - М. : Логос, 2017. - 504 с. - ISBN 978-5-98704-716-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987047163.html>
2. Братчикова И.Г., Физико-химические основы инженерной экологии: Курс лекций. Ч. I: Охрана атмосферы : учеб. пособие / И.Г. Братчикова. - М. : Издательство РУДН, 2011. - 122 с. - ISBN 978-5-209-03579-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785209035794.html>
3. Быков А.П., Инженерная экология : учеб. пособие / Быков А.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 208 с. - ISBN 978-5-7782-1634-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778216341.html>
4. Быков А.П., Инженерная экология: Часть 3. Основы экологии производства : учеб. пособие / Быков А.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013. - 335 с. - ISBN 978-5-7782-2360-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант

- студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778223608.html>
5. Ветошкин А.Г., Теоретические основы защиты окружающей среды : Учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. - М. : Абрис, 2012. - 397 с. - ISBN 978-5-4372-0030-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200308.html>
6. Попов М.А., Природоохранные сооружения / Попов М.А., Румянцев И.С. - М. : КолосС, 2013. - 520 с. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) - ISBN 5-9532-0262-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202628.html>
7. Романова С.М., Экология : учебник / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский, И.Г. Шайхиев - Казань : Издательство КНИТУ, 2017. - 340 с. - ISBN 978-5-7882-2140-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788221403.html>
8. Стадницкий Г.В., Экология / Стадницкий Г.В. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. - 288 с. - ISBN 978-5-93808-301-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938083011.html>
9. Челноков А.А., Общая и прикладная экология : учеб. пособие / А.А. Челноков, К.Ф. Саевич, Л.Ф. Ющенко - Минск : Выш. шк., 2014. - 654 с. - ISBN 978-985-06-2400-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850624000.html>
10. Челноков А.А., Основы экологии : учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко, И.Н. Жмыхов - Минск : Выш. шк., 2012. - 543 с. - ISBN 978-985-06-2092-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850620927.html>
11. Чмыхалова С.В., Горнопромышленная экология / Чмыхалова С.В. - М. : МИСиС, 2016. - 111 с. - ISBN 978-5-87623-955-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239556.html>
12. Яжлев И.К., Экологическое оздоровление загрязненных производственных и городских территорий : Монография / Яжлев И.К. - М. : Издательство АСВ, 2012. - 272 с. - ISBN 978-5-93093-909-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939095.html>

в) методические указания:

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Инженерные основы защиты окружающей среды (Часть 2. «Расчет аппаратов по защите гидросферы)»» для студентов специальности 05.03.06. «Экология и природопользование» (Занятия №№ 1 – 14) / Сост. Л.С. Заиграев. — Луганск: Изд-во Луганского национального ун-та имени Владимира Даля, 2018. — 168 с.
2. Методические указания к практическим занятиям по «Инженерные основы защиты окружающей среды (Часть 2. «Расчет аппаратов по защите гидросферы)»» для студентов специальности 05.03.06. «Экология и природопользование» (Занятия № 1 – 3) / Сост. Т.В. Свистун. — Луганск: Изд-во Луганского национального университета им. В. Даля, 2018. — 37 с.

3. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Инженерные основы защиты окружающей среды (Часть 2. «Расчет аппаратов по защите гидросферы»)» для студентов специальности 05.03.06. «Экология и природопользование» (Занятия № 4, 7 – 9) / Сост. Т.В. Свистун. — Луганск: Изд-во Луганского национального университета им. В. Даля, 2018. — 60 с.

г) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Инженерные основы защиты атмосферы и гидросферы» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные и практические занятия могут проводиться в компьютерном классе (компьютеры с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде) или с применением презентационной техники (проектор, экран, компьютер).

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice

Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Инженерные основы защиты атмосферы и гидросферы»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики.

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1.	Способен осуществлять разработку и применение технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды, осуществлять прогноз техногенного воздействия, знать	ПК-1.1. Знает нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования в заповедном деле ПК-1.2. Умеет применять технологии рационального природопользования и охраны окружающей	Тема 1. Введение. Решетки, песколовки	5
				Тема 2. Отстойники различных типов	5
				Тема 3. Осветлители с взвешенным слоем осадка	5
				Тема 4. Определение площади и количества скорых безнапорных фильтров и расчет распределительного коллектора	5
				Тема 5. Расчет	5

		нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения в заповедном деле и уметь применять их на практике.	среды, руководствуясь соответствующими правовыми актами ПК-1.3. Владеет навыками разработки технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды - методами прогнозирования техногенного воздействия	желобов и отводного канала скорого безнапорного фильтра. Подбор промывных насосов и определение сопротивления фильтра при промывке	
				Тема 6. Флотаторы	5
				Тема 7. Дырчатые, перегородчатые смесители и вихревые смесители	5
				Тема 8. Механические смесители	5
				Тема 9. Перегородчатые и водоворотные камеры хлопьеобразования	5
				Тема 10. Вихревые и механические камеры хлопьеобразования	5
				Тема 11. Основные способы удаления солей из воды. Ионитовые установки обессоливания воды	5
				Тема 12. Катионитовые и анионитовые фильтры	5
				Тема 13. Опреснение воды на электродиализных установках	5
				Тема 14. Аэротенки-вытеснители без регенерации и с регенерацией активного ила	5
				Тема 15. Биофильтры. Системы орошения биофильтров	5
				Тема 16. Последствия загрязнения воздушной среды	6
				Тема 17. Пыль и ее свойства	6
				Тема 18. Основные	6

				характеристики состава и свойств пыли	
				Тема 19. Технологии очистки воздуха от пыли, обладающих высокой активной поверхностью	6
				Тема 20. Технологии, используемые для проектирования аппаратов пыли, обладающих особыми свойствами	6
				Тема 21. Технологии улавливания твердых частиц в электрическом поле	6
				Тема 22. Коагуляция твердых частиц в механических аппаратах очистки воздуха	6
				Тема 23. Теоретические основы очистки воздуха от пыли	6
				Тема 24. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования	6
				Тема 25. Предварительная обработка пылегазовых потоков	6
				Тема 26. Очистка воздуха от вредных газов и паров	6
				Тема 27. Основные способы очистки выбросов в атмосферу от газовых загрязнений	6
				Тема 28. Очистка газов от диоксида серы и азота	6
				Тема 29. Очистка от оксида и диоксида углерода	6
				Тема 30. Очистка воздуха от радиоактивных загрязнений	6

2	ПК-6	Способен осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии.	ПК-6.1. Знает: методы контроля и обеспечения эффективности использования малоотходных технологий в производстве. ПК-6.2. Умеет: осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах. ПК-6.3. Владеет: навыками применения ресурсосберегающих технологий.	Тема 1. Введение. Решетки, песколовки	5
				Тема 2. Отстойники различных типов	5
				Тема 3. Осветлители с взвешенным слоем осадка	5
				Тема 4. Определение площади и количества скорых безнапорных фильтров и расчет распределительного коллектора	5
				Тема 5. Расчет желобов и отводного канала скорого безнапорного фильтра. Подбор промывных насосов и определение сопротивления фильтра при промывке	5
				Тема 6. Флотаторы	5
				Тема 7. Дырчатые, перегородчатые смесители и вихревые смесители	5
				Тема 8. Механические смесители	5
				Тема 9. Перегородчатые и водоворотные камеры хлопьеобразования	5
				Тема 10. Вихревые и механические камеры хлопьеобразования	5
				Тема 11. Основные способы удаления солей из воды. Ионитовые установки обессоливания воды	5
				Тема 12. Катионитовые и анионитовые фильтры	5
				Тема 13. Опреснение воды на электродиализных установках	5
				Тема 14. Аэротенки-	5

				вытеснители без регенерации и с регенерацией активного ила	
				Тема 15. Биофильтры. Системы орошения биофильтров	5
				Тема 16. Последствия загрязнения воздушной среды	6
				Тема 17. Пыль и ее свойства	6
				Тема 18. Основные характеристики состава и свойств пыли	6
				Тема 19. Технологии очистки воздуха от пыли, обладающих высокой активной поверхностью	6
				Тема 20. Технологии, используемые для проектирования аппаратов пыли, обладающих особыми свойствами	6
				Тема 21. Технологии улавливания твердых частиц в электрическом поле	6
				Тема 22. Коагуляция твердых частиц в механических аппаратах очистки воздуха	6
				Тема 23. Теоретические основы очистки воздуха от пыли	6
				Тема 24. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования	6
				Тема 25. Предварительная обработка пылегазовых потоков	6
				Тема 26. Очистка воздуха от вредных газов и паров	6
				Тема 27. Основные	6

				способы очистки выбросов в атмосферу от газовых загрязнений	
				Тема 28. Очистка газов от диоксида серы и азота	6
				Тема 29. Очистка от оксида и диоксида углерода	6
				Тема 30. Очистка воздуха от радиоактивных загрязнений	6

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-1. Способен осуществлять разработку и применение технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды, осуществлять прогноз техногенного воздействия, знать нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования в заповедном деле и уметь применять их на практике.	ПК-1.1. Знает нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования в заповедном деле ПК-1.2. Умеет применять технологии рационального природопользования и охраны окружающей среды, руководствуясь соответствующими правовыми актами ПК-1.3. Владеет навыками разработки технологий рационального природопользования и охраны	Знать: характеристику основных отраслей хозяйственной деятельности и их влияние на природные комплексы и компоненты для применения технологий рационального природопользования и охраны окружающей среды; нормативные правовые акты, регулирующие правоотношения ресурсопользования. Уметь: осуществлять разработку и применять технологии рационального природопользования и охраны окружающей	Темы 1 - 30	Вопросы комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания к практическим занятиям, доклад, индивидуальное задание, контрольная работа, зачет, экзамен

		окружающей среды - методами прогнозирования техногенного воздействия	среды; осуществлять прогноз техногенного воздействия и экологический прогноз. Владеть: навыками и методами контроля за состоянием окружающей среды; обрабатывать и использовать результаты полученных данных в профессиональной деятельности для снижения загрязнения окружающей среды.		
2	ПК-6	ПК-6.1. Знает: методы контроля и обеспечения эффективности использования малоотходных технологий в производстве. ПК-6.2. Умеет: осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах. ПК-6.3. Владеет: навыками применения ресурсосберегающих технологий.	Знать: методы контроля, оценки и анализа технологических процессов на производствах для обеспечения эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применение ресурсосберегающих технологий и обеспечение экологической безопасности с учетом специфики производств. Уметь: документировать информацию о результатах производственного экологического контроля;	Темы 1 - 30	Вопросы комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания к практическим занятиям, доклад, индивидуальное задание, контрольная работа, зачет, экзамен

			обобщать и использовать в производстве современные малоотходные технологии; внедрять наиболее эффективные ресурсосберега ющие технологии; оценивать социально- экономическую и экологическую эффективность внедрения современных технологий. Владеть: навыками безопасного использования современных малоотходных технологий и оборудования для снижения негативного воздействия на окружающую среду с учетом специфики производств.		
--	--	--	--	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине

«Инженерные основы защиты атмосферы и гидросферы»

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия и лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- комбинированный контроль усвоения теоретического материала;
- защита практических занятий;
- контрольная работа для заочного отделения.

Вопросы комбинированного контроля усвоения теоретического материала:

Семестр 5

1. Назовите важные мероприятия по охране источников воды.
2. Назначение решеток?
3. Какие бывают формы стержней решеток?
4. Для чего нужно в решетке выполнение условия $W \geq 0,6$ м/с?

5. Назначение песколовков?
6. Назовите основные типы песколовков?
7. Преимущество и недостатки основных типов песколовков?
8. Как действует поворачивающийся скребок в горизонтальной песколовке?
9. Охарактеризовать такой метод очистки сточных вод как отстаивание?
10. Назовите отстойники периодического действия?
11. Назовите отстойники непрерывного действия?
12. Как классифицируются отстойники?
13. Объясните устройство и работу вертикального отстойника?
14. Объясните устройство и работу горизонтального отстойника?
15. Объясните устройство и работу радиального отстойника?
16. В чем заключается особенность тонкослойных отстойников?
17. Преимущество и недостатки горизонтальных отстойников?
18. Преимущество и недостатки вертикальных отстойников?
19. Преимущество и недостатки радиальных отстойников?
20. Что такое фильтрование?
21. Что такое сопротивление фильтрующего слоя?
22. От чего и как зависит сопротивление фильтрующего слоя, и как оно изменяется в процессе работы фильтра?
23. Что такое фильтроцикл?
24. Что такое грязеемкость фильтра?
25. С какой целью используют механические фильтры?
26. Какие материалы могут использоваться в качестве фильтрующих?
27. Назовите основные типы зернистых осветлительных фильтров (рис. 4.1)?
28. Покажите на схеме движение осветляемой и промывной воды через однопоточный зернистый фильтр в режимах работы и промывки, соответственно.
29. Объясните по схеме работу намывного фильтра в различных режимах.
30. Что такое фильтрование?
31. Что такое сопротивление фильтрующего слоя?
32. От чего и как зависит сопротивление фильтрующего слоя, и как оно изменяется в процессе работы фильтра?
33. Что такое фильтроцикл?
34. Что такое грязеемкость фильтра?
35. С какой целью используют механические фильтры?
36. Какие материалы могут использоваться в качестве фильтрующих?
37. Назовите основные типы зернистых осветлительных фильтров?
38. Покажите на схеме движение осветляемой и промывной воды через однопоточный зернистый фильтр в режимах работы и промывки, соответственно.
39. Объясните по схеме работу намывного фильтра в различных режимах.
40. Каково назначение и в чем сущность метода флотационной очистки воды?

41. От чего зависит адгезия частицы на поверхности газового пузырька?
42. Как влияют добавка ПАВ на процесс флотации?
43. Как влияют на флотацию размеры газовых пузырьков?
44. Какие методы флотации используются для очистки сточных вод?
45. Объясните сущность напорной флотации?
46. Назовите схемы напорной флотации и объясните их особенности?
47. Объясните сущность электрофлотации?
48. В чем суть импеллерной флотации? В чем заключается ее недостаток?
49. Объясните суть барботажной флотации. В чем ее достоинства и недостатки?
50. Для чего предназначены смесительные устройства?
51. Назовите основные типы смесительных устройств?
52. Объясните устройство и работу дырчатого смесителя?
53. Объясните устройство и работу перегородчатого смесителя?
54. Объясните устройство и работу вертикального вихревого смесителя?
55. С какой целью используют смесительные устройства?
56. Основные типы смесительных устройств?
57. Объясните устройство и работу механического смесителя?
58. Для чего предназначены камеры хлопьеобразования?
59. Назначение и особенности работы перегородчатых камер хлопьеобразования с вертикальной циркуляцией воды?
60. Назначение и особенности работы перегородчатых камер хлопьеобразования с горизонтальной циркуляцией воды?
61. Назначение и особенности работы водоворотной камеры хлопьеобразования?
62. Назначение и особенности работы вихревой камеры хлопьеобразования?
63. Назначение и особенности работы механической камеры хлопьеобразования?
64. Преимущества механической камеры хлопьеобразования?
65. Недостатки механической камеры хлопьеобразования?
66. Что такое обессоливание воды?
67. Назовите основные способы удаления солей из воды?
68. От чего зависит выбор способа опреснения и обессоливания воды?
69. Назначение и особенности работы ионитовой установки?
70. Особенности конструкции катионитовых фильтров?
71. Особенности конструкции анионитовых фильтров?
72. Преимущество и недостатки катионитовых и анионитовых фильтров?
73. Устройство и принцип работы катионитовых и анионитовых фильтров?
74. Как определить расход воды (частично обессоленной) на собственные нужды установки?
75. Объясните прямоточную схему электродиализной установки?
76. Объясните циркуляционную схему электродиализной установки?

77. Назначение электродиализной опреснительной установки?
78. Особенности работы электродиализной опреснительной установки?
79. Назовите основные типы аэротенков?
80. От чего зависит выбор аэротенков?
81. Какие особенности расчета аэротенков с регенераторами?
82. Особенности конструкции аэротенка?
83. Преимущества аэротенков?
84. Принцип работы аэротенков?
85. Что собой представляет биологическая очистка?
86. Назовите общие требования к проектированию биофильтров?
87. Особенности расчета капельных без и с рециркуляцией?
88. Особенности расчета высоконагружаемых биофильтров без и с рециркуляцией?
89. Назовите сооружения биологической очистки?
90. Преимущества и недостатки сооружений биологической очистки?

Семестр 6

1. Характеристика санитарно-гигиенических последствий?
2. Дайте характеристику экологических загрязнений атмосферы и последствия?
3. Дайте характеристику экономических последствий загрязнений воздуха?
4. Укажите причины значительных выбросов в атмосферу промышленного предприятия?
5. К чему приводят выбросы диоксида серы и оксида углерода в атмосферу?
6. Причины выброса сероводорода в атмосферу?
7. Причины потери солнечной радиации?
8. Что собой представляет пыли, туманы и дымы?
9. Процессы, образующие выбросы пыли?
10. Классификация пыли?
11. Промышленные пыли смешанного происхождения?
12. Что такое аэрозоли и как они образуются?
13. Дайте определение плотности частиц пыли?
14. Какие виды плотности вы знаете?
15. Какими методами определяется плотность частиц?
16. Какую роль играет плотность частиц при выборе и проектировании пылегазоочистных аппаратов?
17. Каким методом определяют кажущуюся плотность пыли?
18. Как определить истинную плотность пыли?
19. Что характеризует сыпучесть пыли в технологии очистки воздуха?
20. Какую роль выполняет определение этого параметра при проектировании угла наклона пылевого бункера в аппаратах и бункерах?
21. Какую роль имеет динамический угол естественного откоса при движении осаждающихся частиц?
22. Что обозначает статический угол естественного откоса?
23. Какую роль в проектировании аппаратов играет динамический угол естественного откоса?

24. Дайте характеристику гигроскопическим свойствам твердых частиц?
25. Дайте характеристику смачиваемости пыли?
26. В чем заключается свойства абразивности твердых частиц?
27. На какие свойства влияет процесс поглощения влаги из воздуха?
28. От каких процессов зависит изотермо сорбции?
29. Какие свойства твердых частиц влияют на выбор аппарата мокрой очистки?
30. Какие применяют меры для снижения абразивных свойств улавливаемых частиц?
31. Какую роль выполняет удельное электрическое сопротивление твердых частиц?
32. Какими методами измеряется удельное электрическое сопротивление частиц?
33. Какое действие оказывает на процесс очистки воздуха от пыли электрический заряд частиц?
34. На какие материалы образовавшиеся пыли не реагирует электрическое поле?
35. Назовите, какие вещества обладают положительным зарядом?
36. Назовите вещества, заряженные отрицательно?
37. Дайте характеристику методу определения дисперсного состава пыли?
38. Назовите виды коагуляции и их основные свойства?
39. В чем смысл электрических свойств пыли?
40. Что представляет собой процесс коагуляции пыли?
41. Что собой представляет электрический заряд пыли?
42. Какое действие оказывает электрическое поле на коагуляцию твердых частиц?
43. В чем состоит осаждение частиц под действием гравитационного поля?
44. Как действуют центробежные силы на частицы в воздушных потоках?
45. Как ведут себя частицы в электрическом поле?
46. Что собой представляет процесс фильтрации через пористые перегородки?
47. Какую роль играет электрический заряд частиц в электрическом поле?
48. Как ведут себя частицы под действием капель жидкостей в мокрых аппаратах?
49. В чем заключается эффективность очистки воздуха?
50. Что собой представляет фракционная эффективность?
51. Что такое производительность вентиляционных установок и какова их роль?
52. Как учитывается в расчетах экономических затрат расход электрической энергии в системах очистки воздуха?
53. Как определить общую стоимость очистки воздуха?
54. В чем преимущества предварительной очистки воздуха?

55. В чем заключается действие электрических и магнитных полей предварительной очистки воздуха?
56. Как осуществляется акустическая подготовка пыли к очистке?
57. В чем заключается процесс акустического воздействия на твердые частицы?
58. В чем смысл искусственной ионизации запыленного воздуха?
59. Какие используются устройства для обеспечения искусственной ионизации воздуха?
60. Что такое материальный индекс производства?
61. Что собой представляет материальный баланс технологии производства?
62. Что собой представляет энергетический баланс производства?
63. Что собой представляет экологический баланс производства?
64. Какую роль играет герметизация оборудования?
65. Как устранить потери воздуха и потери электроэнергии?
66. Как обеспечивается нейтрализация и очистка газовых загрязнителей методами абсорбции?
67. Виды абсорбционной очистки и их сущность?
68. В каких аппаратах очистки обеспечивается метод абсорбции?
69. В чем заключается метод адсорбции?
70. Виды технологии адсорбции?
71. Какие вещества (адсорбенты) используются в технологии очистки и нейтрализации газов?
72. В чем заключается метод каталитической очистки воздуха?
73. Какие применяются катализаторы и какую они выполняют роль?
74. В результате каких процессов происходит выброс оксидов серы и азота?
75. Назовите эффективные методы нейтрализации оксидов серы и азота?
76. В чем сущность окислительных методов?
77. В чем сущность восстановительных методов?
78. Назовите сущность метода каталитического восстановления?
79. В чем проявляется метод абсорбции и адсорбции твердыми сорбентами?
80. Дайте объяснение процессу термического разложения оксидов азота?
81. В чем проявляется и при каких условиях происходит растворимость СО?
82. Какими свойствами обладают выбросы СО в атмосфере?
83. Какой способ очистки газа от СО наиболее приемлемый?
84. Какие методы и средства наиболее эффективны для обезвреживания оксидов и диоксидов углерода?
85. Какие вещества наиболее активно реагируют с оксидами углерода?
86. В чем заключается метод конверсии СО водяным паром и какой эффект при этом достигается?
87. Что такое радиоактивные загрязнения?
88. В чем основное понятие радиоактивности?
89. Назовите единицы измерения радиоактивности?

90. Что такое радионуклид?
91. В чем проявляется ионизирующее излучение и его виды?
92. В чем проявляется доза излучения?
93. Что такое интенсивность и мощность дозы излучения?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
хорошо (4)	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
удовлетворительно (3)	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
неудовлетворительно (2)	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по практическим занятиям:

Семестр 5

1. Расчет горизонтального и вертикального отстойников

Выполнить расчет первичного и вторичного отстойников разных типов (типы отстойников — по выбору студента). В качестве исходных данных использовать исходные данные к индивидуальному заданию.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются отстойники?
2. Объясните устройство и работу вертикального отстойника.
3. Объясните устройство и работу горизонтального отстойника
4. Объясните устройство и работу радиального отстойника.
5. Каково минимальное количество отстойников рекомендуется на станции водоочистки?
6. Что лежит в основе расчета первичных отстойников?
7. На основании каких показателей рассчитываются вторичные отстойники?

2. Расчет осветлителя с взвешенным слоем осадка

Выполнить расчет коридорного осветлителя. В качестве исходных данных использовать исходные данные к индивидуальному заданию.

Контрольные вопросы

1. Какова особенность схемы водоочистки с осветлителем при использовании коагулянтов?

2. Объясните работу осветлителя и назначение его элементов.
3. С какой целью дырчатый коллектор осветлителя выполняют телескопической формы?

3. Расчет скорого однопоточного фильтра

Выполнить расчет открытого (однопоточного или двухпоточного по выбору студента) и напорного фильтров. В качестве исходных данных использовать исходные данные к индивидуальному заданию.

Контрольные вопросы

1. Какие конструкции скорых фильтров получили наибольшее распространение?
2. Как осуществляется промывка скорых фильтров?
3. Какое количество фильтров рекомендуется устанавливать на станции водоочистки?
4. Каково назначение распределительной системы фильтра?
5. Какие требования предъявляются к желобам фильтра?
6. Какие требования предъявляются к конструкции сборного канала?
7. Укажите основные конструктивные отличия безнапорных и напорных фильтров.
8. В чем, на Ваш взгляд, заключается достоинство и недостаток напорного фильтра по сравнению с безнапорным.
9. Почему в дренажной системе однопоточного напорного фильтра устанавливаются дренажные колпачки, а в безнапорном фильтре выполняется дырчатая распределительная система?

4. Расчет импеллерного и электрического флотаторов

Выполнить расчет горизонтального электрофлотатора и расчет импеллерного флотатора согласно варианта и исходным данным.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение и в чем сущность метода флотационной очистки воды?
2. Какие методы флотации используются для очистки сточных вод?
3. Объясните сущность напорной флотации.
4. Объясните сущность электрофлотации. В чем заключаются ее достоинства и недостатки?
5. В чем суть импеллерной флотации? В чем заключается ее основной недостаток?
6. Объясните суть барботажной флотации. В чем ее достоинства и недостатки?

5. Расчет смесителей различных типов

Выполнить расчет двух смесителей (вид смесителя по выбору студента). В качестве исходных данных принять усредненный расход сточных вод в соответствии с расчетами по индивидуальному заданию.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены смесители?
2. Как делятся смесительные устройства по принципу действия?
3. Назовите достоинства и недостатки различных типов смесителей.
4. Какой вид смесителя рекомендуется применять в случаях, когда вводимый в воду реагент находится в виде суспензии?

6. Расчет перегородчатых, водоворотной и механической камер хлопьеобразования

Выполнить расчет двух камер хлопьеобразования (вид камеры по выбору студента). В качестве исходных данных принять усредненный расход сточных вод в соответствии с расчетами по индивидуальному заданию.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены камеры хлопьеобразования?
2. Назовите основные типы камер хлопьеобразования.
3. От чего зависит объем камеры хлопьеобразования?
4. Каким образом осуществляется турбулизация потока воды в перегородчатых камерах хлопьеобразования?
5. Каким образом осуществляется турбулизация потока воды в вихревой камере хлопьеобразования?
6. Каким образом осуществляется турбулизация потока воды в механической камере хлопьеобразования?
7. Каковы основные достоинства механических камер хлопьеобразования?

7. Расчет ионитовой установки обессоливания воды

Выполнить расчет трехступенчатой ионитовой установки обессоливания воды. При расчете принять:

- загрузка всех трех ступеней Н-катионитовых фильтров — сильноокислотный катионит КУ-2;
- загрузка анионитовых фильтров I ступени — слабоосновной анионит АН-2Ф;
- загрузка анионитовых фильтров II ступени — среднеосновной анионит ЭДЭ-10П;

Остальные необходимые для расчета данные взять из таблицы согласно заданному варианту.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение и в чем сущность ионообменного метода очистки воды?
2. Как классифицируют иониты по знаку обмениваемого заряда?
3. Каким образом осуществляется регенерация ионитов?
4. В чем достоинство ионитовых фильтров?

8. Расчет электродиализной установки

Выполнить расчет прямоточной электродиализной установки для опреснения воды согласно исходным данным.

Контрольные вопросы

1. Что такое электродиализ? Как он используется при очистке вод?
2. В чем заключаются особенности ионоселективных мембран?
3. Как классифицируются электродиализные установки?
4. Объясните устройство и принцип действия многокамерного электродиализатора.
5. Каковы основные достоинства и недостатки электродиализа как метода очистки вод?

9. Расчет аэротенков. Расчет биофильтров

Определить основные параметры аэротенков-вытеснителей, с регенерацией активного ила и без нее, для полной биологической очистки сточных вод согласно исходным данным.

Выполнить расчеты круглых в плане биофильтров с зернистой загрузкой для биологической очистки сточных вод. Исходные для расчетов данные принять по таблице. При этом подварианты а и б, предусматривают расчеты капельных биофильтров с рециркуляцией и без, соответственно, а в и г — высоконагружаемых с рециркуляцией и без, соответственно.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность биологической очистки воды?
2. Для чего применяется биологическая очистка?
3. Назовите сооружения для биологической очистки сточных вод в искусственных условиях.
4. Назовите сооружения для биологической очистки сточных вод в естественных условиях.
5. В чем заключается основное отличие биофильтра от аэротенка?
6. Укажите максимальный расход сточных вод, который может подаваться на капельные и высоконагружаемые биофильтры.
7. Каково количество биофильтров может быть на станции водоочистки?
8. С какой целью на отводных патрубках аэрофильтров устраивают водяные затворы?
9. Куда поступает вода после биофильтров?
10. С какой целью применяется рециркуляция сточных вод?

Семестр 6

1. Последствия загрязнения воздушной среды

Цель: изучить последствия загрязнения воздушной среды для природных систем.

Контрольные вопросы

1. Характеристика санитарно-гигиенических последствий?
2. Дайте характеристику экологических загрязнений атмосферы и последствия?
3. Дайте характеристику экономических последствий загрязнений воздуха?
4. Укажите причины значительных выбросов в атмосферу промышленного предприятия?
5. К чему приводят выбросы диоксида серы и оксида углерода в атмосферу?
6. Причины выброса сероводорода в атмосферу?
7. Причины потери солнечной радиации?

2. Пыль и ее свойства

Цель: изучить существующие мероприятия по снижению загрязнений воздушной среды.

Контрольные вопросы

1. Что собой представляет пыли, туманы и дымы?
2. Процессы, образующие выбросы пыли?
3. Классификация пыли?
4. Промышленные пыли смешанного происхождения?

5. Что такое аэрозоли и как они образуются?

3. Основные характеристики состава и свойств пыли

Цель: изучить основные методы определения свойств и параметров пылевых выбросов промышленного предприятия.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение плотности частиц пыли?
2. Какие виды плотности вы знаете?
3. Какими методами определяется плотность частиц?
4. Какую роль играет плотность частиц при выборе и проектировании пылегазоочистных аппаратов?

4. Технологии очистки воздуха от пыли, обладающих высокой активной поверхностью

Цель: изучить основные закономерности движения и осаждения пылевых частиц.

Контрольные вопросы

1. Что характеризует сыпучесть пыли в технологии очистки воздуха?
2. Какую роль выполняет определение этого параметра при проектировании угла наклона пылевого бункера в аппаратах и бункерах?
3. Какую роль имеет динамический угол естественного откоса при движении осаждающихся частиц?
4. Что обозначает статический угол естественного откоса?
5. Какую роль в проектировании аппаратов играет динамический угол естественного откоса?

5. Технологии, используемые для проектирования аппаратов пыли, обладающих особыми свойствами

Цель: изучить свойства пылей, используемых в мокрых аппаратах очистки и частиц, обладающих абразивными свойствами.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику гигроскопическим свойствам твердых частиц?
2. Дайте характеристику смачиваемости пыли?
3. В чем заключается свойства абразивности твердых частиц?
4. На какие свойства влияет процесс поглощения влаги из воздуха?
5. От каких процессов зависит изотермосорбции?
6. Какие свойства твердых частиц влияют на выбор аппарата мокрой очистки?
7. Какие применяют меры для снижения абразивных свойств улавливаемых частиц?

6. Технологии улавливания твердых частиц в электрическом поле

Цель: изучить действие процессов ионизации воздуха в рабочей зоне аппаратов электрической очистки газов.

Контрольные вопросы

1. Какую роль выполняет удельное электрическое сопротивление твердых частиц?
2. Какими методами измеряется удельное электрическое сопротивление частиц?
3. Какое действие оказывает на процесс очистки воздуха от пыли электрический заряд частиц?

4. На какие материалы образовавшиеся пыли не реагирует электрическое поле?

5. Назовите, какие вещества обладают положительным зарядом?

6. Назовите вещества, заряженные отрицательно?

7. Коагуляция твердых частиц в механических аппаратах очистки воздуха

Цель: изучить процессы коагуляции твердых частиц и их виды.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику методу определения дисперсного состава пыли?

2. Назовите виды коагуляции и их основные свойства?

3. В чем смысл электрических свойств пыли?

4. Что представляет собой процесс коагуляции пыли?

8. Теоретические основы очистки воздуха от пыли

Цель: изучить основные закономерности движения и осаждения частиц.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит осаждение частиц под действием гравитационного поля?

2. Как действуют центробежные силы на частицы в воздушных потоках?

3. Как ведут себя частицы в электрическом поле?

4. Что собой представляет процесс фильтрации через пористые перегородки?

5. Какую роль играет электрический заряд частиц в электрическом поле?

6. Как ведут себя частицы под действием капель жидкостей в мокрых аппаратах?

9. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования

Цель: изучить основные характеристики работы пылеулавливающего оборудования.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается эффективность очистки воздуха?

2. Что собой представляет фракционная эффективность?

3. Что такое производительность вентиляционных установок и какова их роль?

4. Как учитывается в расчетах экономических затрат расход электрической энергии в системах очистки воздуха?

5. Как определить общую стоимость очистки воздуха?

10. Предварительная обработка пылегазовых потоков

Цель: изучить особенности подготовки пылегазовых потоков перед очисткой в пылеуловителях.

Контрольные вопросы

1. В чем преимущества предварительной очистки воздуха?

2. В чем заключается действие электрических и магнитных полей предварительной очистки воздуха?

3. Как осуществляется акустическая подготовка пыли к очистке?

4. В чем заключается процесс акустического воздействия на твердые частицы?

5. В чем смысл искусственной ионизации запыленного воздуха?

6. Какие используются устройства для обеспечения искусственной ионизации воздуха?

11. Очистка воздуха от вредных газов и паров

Цель: изучить технологические мероприятия по уменьшению выделения вредных паров и газов.

Контрольные вопросы

1. Что такое материальный индекс производства?
2. Что собой представляет материальный баланс технологии производства?
3. Что собой представляет энергетический баланс производства?
4. Что собой представляет экологический баланс производства?
5. Какую роль играет герметизация оборудования?
6. Как устранить потери воздуха и потери электроэнергии?

12. Основные способы очистки выбросов в атмосферу от газовых загрязнений

Цель: изучить основные методы очистки газовых выбросов и нейтрализации вредных газовых компонентов.

Контрольные вопросы

1. Как обеспечивается нейтрализация и очистка газовых загрязнителей методами абсорбции?
2. Виды абсорбционной очистки и их сущность?
3. В каких аппаратах очистки обеспечивается метод абсорбции?
4. В чем заключается метод адсорбции?
5. Виды технологии адсорбции?

13. Очистка газов от диоксида серы и азота

Цель: изучить особенности выбросов диоксидов серы и их влияние на окружающую среду.

Контрольные вопросы

1. В результате каких процессов происходит выброс оксидов серы и азота?
2. Назовите эффективные методы нейтрализации оксидов серы и азота?
3. В чем сущность окислительных методов?
4. В чем сущность восстановительных методов?
5. Назовите сущность метода каталитического восстановления?
6. В чем проявляется метод абсорбции и адсорбции твердыми сорбентами?
7. Дайте объяснение процессу термического разложения оксидов азота?

14. Очистка от оксида и диоксида углерода

Цель: изучить методы очистки газа от оксида и диоксида углерода.

Контрольные вопросы

1. В чем проявляется и при каких условиях происходит растворимость СО?
2. Какими свойствами обладают выбросы СО в атмосфере?
3. Какой способ очистки газа от СО наиболее приемлемый?
4. Какие методы и средства наиболее эффективны для обезвреживания оксидов и диоксидов углерода?
5. Какие вещества наиболее активно реагируют с оксидами углерода?
6. В чем заключается метод конверсии СО водяным паром и какой эффект при этом достигается?

15. Очистка воздуха от радиоактивных загрязнений

Цель: изучить основные понятия, определения и единицы измерения радиоактивных загрязнений.

Контрольные вопросы

1. Что такое радиоактивные загрязнения?
2. В чем основное понятие радиоактивности?
3. Назовите единицы измерения радиоактивности?
4. Что такое радионуклид?
5. В чем проявляется ионизирующее излучение и его виды?
6. В чем проявляется доза излучения?
7. Что такое интенсивность и мощность дозы излучения?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
хорошо (4)	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
удовлетворительно (3)	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
неудовлетворительно (2)	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Семестр 6

Темы докладов:

1. Характеристика экологических последствий загрязнения воздушной среды.
2. Характеристика экономических последствий загрязнения окружающей среды.
3. Мероприятия по снижению загрязнения воздушной среды.
4. Понятия пыли и других видов аэрозолей.
5. Классификация промышленных пылей.
6. Свойства промышленных пылей.
7. Механические свойства пылей и их влияние на окружающую среду.
8. Электрические свойства пылей и их электрические заряды.
9. Изотермы сорбции мелкодисперсных частиц строительных предприятий.
10. Осаждение частиц в электрическом поле.

11. Осаждение под действием центробежной силы.
12. Фильтрация частиц через пористые материалы.
13. Фильтрация частиц через фильтрующие насыпные слои.
14. Фильтрация частиц пыли в электрическом поле.
15. Фильтрация частиц в магнитном поле.
16. Роль ударной ионизации при прохождении твердой частицы вблизи коронного разряда.
17. Влияние напряженности поля коронирующего электрода на скорость движения мелкодисперстных частиц.
18. Условия осаждения частиц на осадительных электродах электрофильтра.
19. Влияние тепловой (броуновской) коагуляции на траекторию движения и осаждения мелких частиц.
20. Особенности градиентной коагуляции в скоростных потоках рабочей зоны электрофильтра.
21. Значение и роль электрической коагуляции при наличии электрического заряда высокого потенциала.
22. Термофорез и его влияние на поведение и траекторию твердых частиц в рабочей зоне аппарата пылеулавливания.
23. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования.
24. Фракционная эффективность и ее влияние на осаждение частиц.
25. Эффективность (степень) очистки воздуха от пыли.
26. Расчет производительности аппаратов газоочистки.
27. Расчет гидравлического сопротивления системы газоочистки.
28. Акустическая подготовка твердых частиц пылевых потоков к очистке.
29. Искусственная ионизация запыленного воздуха.
30. Назначение и устройство электроэфлювиальных люстр и проводников антенного типа.
31. Материальный индекс производства.
32. Энергетический индекс производства.
33. Экологический индекс производства.
34. Абсорбционная очистка газовых выбросов.
35. Адсорбционная очистка газовых выбросов.
36. Каталитическая очистка газовых выбросов.
37. Абсорбция диоксида серы водой.
38. Известковый способ нейтрализации диоксида серы.
39. Аммиачный способ, содержащий $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$.
40. Применение пятиоксида йода как активного реагента с оксидом углерода.
41. Применение метода конверсии СО водяным паром.
42. Поглощение диоксида углерода растворами щелочей, гидроксидом калия и карбонатом натрия.
43. Радиоактивность вещества и постоянный распад.
44. Единицы измерения радиоактивности.
45. Эквивалентная и эффективная доза радиоактивных веществ.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – доклад

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Доклад выполнен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
хорошо (4)	Доклад выполнен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
удовлетворительно (3)	Доклад выполнен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
неудовлетворительно (2)	Доклад выполнен на неудовлетворительном уровне или не представлена (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Вопросы для выполнения индивидуального задания:

Семестр 5

1. Рассчитать горизонтальный отстойник на осветление заданного расхода воды $Q_{\text{сут}} = 45\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$, при начальном и конечном (на выходе из отстойника) содержании взвеси соответственно 400 и 120 мг/л. При расчете принять минимальную среднемесячную температуру сточных вод равной 25°C , плотность взвесей — $1500 \text{ кг}/\text{м}^3$.

2. Рассчитать вертикальный отстойник со встроенной водоворотной камерой хлопьеобразования при заданном расходе воды $Q_{\text{сут}} = 900 \text{ м}^3/\text{сут}$, при начальном и конечном (на выходе из отстойника) содержании взвеси соответственно 600 и 120 мг/л. При расчете принять минимальную среднемесячную температуру сточных вод равной 20°C , плотность взвесей — $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$.

3. Расход воды через станцию водоочистки $Q_{\text{сут}} = 30\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Максимальное содержание взвешенных веществ в воде перед осветлением составляет 300 мг/л. Определить необходимое количество коридорных осветлителей с взвешенным слоем осадка и вертикальным осадкоуплотнителем. Выполнить расчет площади и высоты осветлителя.

4. Размеры скорого безнапорного однопоточного фильтра с кварцевой загрузкой, имеющей эквивалентный диаметр зерен $d_z = 1,1 \text{ мм}$, в плане составляют: длина $L = 6 \text{ м}$, ширина $B = 4 \text{ м}$. Выполнить расчет желобов для этого фильтра.

5. Выполнить расчет водораспределительного дырчатого коллектора и водосборных желобов с затопленными отверстиями для коридорного осветлителя со взвешенным слоем осадка. Исходные данные: расход воды через осветлитель $Q_{\text{ст}} = 4\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$; содержание взвешенных веществ в воде, поступающей в осветлитель $C = 400 \text{ мг}/\text{л}$; длина осветлителя $L = 8 \text{ м}$.

6. Расход сточной воды $Q_{\text{сут}} = 20\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Определить количество и размеры скорых безнапорных фильтров с кварцевой загрузкой, имеющей эквивалентный диаметр зерен $1,1 \dots 1,2 \text{ мм}$; выбрать параметры фильтрующего и поддерживающих слоев; рассчитать распределительную систему фильтра.

7. Расход сточной воды $Q_{\text{сут}} = 80\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Определить количество и размеры скорых безнапорных двухпоточных фильтров с кварцевой загрузкой; выбрать параметры фильтрующего и поддерживающих слоев; рассчитать дренажную систему фильтра.

8. Рассчитать горизонтальный электрофлотатор для очистки сточных вод мясокомбината с расходом $Q_{\text{ф}} = 2000 \text{ м}^3/\text{сут}$. При расчете принять удельное количество электричества равным $250 \text{ А} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$, плотность тока — $200 \text{ А}/\text{м}^2$.

9. Расход сточной воды $Q_{\text{сут}} = 10\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Рассчитать открытые гидроциклоны с конической диафрагмой и цилиндрической перегородкой для улавливания взвешенных веществ гидравлической крупностью $0,3 \text{ мм}/\text{с}$.

10. Рассчитать перегородчатую камеру хлопьеобразования с вертикальной циркуляцией воды. Часовой расход воды $Q_{\text{час}} = 40\,000 \text{ м}^3/\text{час}$. Высоту камеры принять равной 4 м .

11. Рассчитать высоконагружаемые биофильтры для станции биологической очистки сточных вод, БПКполн которых $L_n = 350 \text{ мг}/\text{л}$, а расход $10\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$. При расчете принять:

- БПКполн очищенной воды $L_t = 20 \text{ мг}/\text{л}$;
- среднезимняя температура сточной воды $T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

12. Рассчитать вращающийся ороситель для подачи воды на биофильтр. Исходные данные:

- расчетный расход сточных вод $Q_{\text{ст}} = 200 \text{ м}^3/\text{сут}$;
- площадь биофильтра $F_{\text{ф}} = 330 \text{ м}^2$.

13. Определить размеры вертикального (вихревого) смесителя производительностью $Q_{\text{сут}} = 6000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Продолжительность пребывания воды в смесителе принять равной $1,7 \text{ мин}$, а форму в плане — квадратную.

14. Рассчитать перегородчатую камеру хлопьеобразования с горизонтальной циркуляцией воды. Суточный расход воды $Q_{\text{сут}} = 90\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$. При расчете принять, что ширина отстойника, к которому примыкает камера $B_{\text{отс}} = 30 \text{ м}$, а время пребывания воды в камере $t = 20 \text{ мин}$.

15. Рассчитать высоконагружаемые биофильтры для станции биологической очистки сточных вод, БПКполн которых $L_n = 200 \text{ мг}/\text{л}$, а расход $30\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$. При расчете принять:

- БПКполн очищенной воды $L_t = 20 \text{ мг}/\text{л}$;
- среднезимняя температура сточной воды $T = 12 \text{ }^\circ\text{C}$.

16. Рассчитать вихревую камеру хлопьеобразования со сборным кольцевым желобом производительностью $Q_{\text{час}} = 1300 \text{ м}^3/\text{ч}$.

17. Рассчитать катионитовые фильтры трехступенчатой ионитовой установки для глубокого обессоливания воды производительностью $Q_{\text{сут}} = 2500 \text{ м}^3/\text{сут}$ при следующих анализах исходной воды:

Наименование	Содержание вещества в мг/л	Количество вещества в мг/л на 1 мг-экв/л	Содержание вещества в мг-экв/л
Катионы:			

Ca ²⁺	260,5	20,04	13
Mg ²⁺	121,6	12,16	10
Na ⁺	195,5	23	8,5
K ⁺	11,7	39,1	0,3
Анионы:			
Cl –	117,0	35,46	3,3
SO ₄ ²⁻	739,7	48,03	15,4
HCO ₃ ⁻	750,5	61,02	12,3
SiO ₂ –	30,4	38,04	0,8

18. Рассчитать дырчатый смеситель при заданном расходе воды $Q_{\text{сут}} = 15\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$.

19. Рассчитать анионитовые фильтры трехступенчатой ионитовой установки для глубокого обессоливания воды производительностью $Q_{\text{сут}} = 2500 \text{ м}^3/\text{сут}$ при следующих анализах исходной воды:

Наименование	Содержание вещества в мг/л	Количество вещества в мг/л на 1 мг-экв/л	Содержание вещества в мг-экв/л
Катионы:			
Ca ²⁺	260,5	20,04	13
Mg ²⁺	121,6	12,16	10
Na ⁺	195,5	23	8,5
K ⁺	11,7	39,1	0,3
Анионы:			
Cl –	117,0	35,46	3,3
SO ₄ ²⁻	739,7	48,03	15,4
HCO ₃ ⁻	750,5	61,02	12,3
SiO ₂ –	30,4	38,04	0,8

20. Определить основные размеры капельных биофильтров для биологической очистки сточных вод, БПКполн которых составляет 180 мг/л, а расход — 600 м³/сут. Нужно обеспечить БПКполн очищенной воды 15 мг/л.

При расчете принять, что среднесуточная температура сточной воды $T = 10^\circ\text{C}$.

21. Рассчитать электродиализную установку для обессоливания до $S_{\text{кон}} = 800 \text{ мг/л}$ 150 м³/сут воды следующего состава:

Наименование	Содержание вещества в мг/л	Количество вещества в мг/л на 1 мг-экв/л	Содержание вещества в мг-экв/л
Катионы:			
Ca ²⁺	370	20,04	18,5
Mg ²⁺	486	12,16	40
Na ⁺	1840	23	80
K ⁺	225	39,1	5,8
Анионы:			
Cl –	3546	35,46	100
SO ₄ ²⁻	1850	48,03	40,6
HCO ₃ ⁻	226	61,02	3,7

22. Определить основные размеры капельных биофильтров для биологической очистки 800 м³/сут сточных вод с БПКполн $L_n = 280$ мг/л до $L_t = 15$ мг/л.

При расчете принять среднезимнюю температуру сточной воды $T = 14$ °С.

23. Выбрать тип и определить основные параметры аэротенка для полной биологической очистки бытовых сточных вод с БПКполн $L_n = 110$ мг О₂/л до $L_t = 15$ мг О₂/л. Исходные данные:

расход сточных вод $Q_{сут} = 60\,000$ м³/сут;

среднегодовая температура сточной воды $t^\circ = 17$ °С;

среднемесячная температура сточной воды за летний период $t_{ср} = 20$ °С.

24. Рассчитать аэротенк-вытеснитель с регенерацией активного ила для полной биологической очистки бытовых сточных вод с БПКполн $L_n = 350$ мг О₂/л до $L_t = 25$ мг О₂/л. Исходные данные:

расход сточных вод $Q_{сут} = 70\,000$ м³/сут;

среднегодовая температура сточной воды $t^\circ = 15$ °С;

среднемесячная температура сточной воды за летний период $t_{ср} = 20$ °С.

25. Определить основные параметры аэротенка-отстойника для полной биологической очистки производственных сточных вод с БПКполн $L_n = 180$ мг О₂/л до $L_t = 25$ мг О₂/л. Исходные данные:

расход сточных вод $Q_{сут} = 30\,000$ м³/сут;

среднегодовая температура сточной воды $t^\circ = 16$ °С;

среднемесячная температура сточной воды за летний период $t_{ср} = 25$ °С.

26. механический смеситель пропеллерного типа для станции водоочистки производительностью 20000 м³/сут. При расчете объем камеры смесителя принять равным объему воды, поступающей на очистку за 90 с.

27. Определить основные размеры первичных вертикальных отстойников для очистки сточных вод от мелкодисперсных минеральных взвесей с плотностью 2500 кг/м³. Расход сточных вод $Q_{сут} = 3000$ м³/сут; концентрация взвешенных веществ в воде на входе в отстойник $C_1 = 500$ мг/л, на выходе из отстойника — $C_2 = 100$ мг/л. Минимальную среднемесячную температуру сточных вод принять равной 15 °С.

28. Рассчитать вторичный горизонтальный отстойник после аэротенков на полную биологическую очистку бытовых стоков. Исходные данные:

расход сточной воды $Q_{сут} = 50\,000$ м³/сут.;

БПКполн очищенной воды $L_t = 20$ мг/л.

29. Расход сточной воды $Q_{сут} = 5\,000$ м³/сут. Рассчитать открытые гидроциклоны с конической диафрагмой для улавливания взвешенных веществ гидравлической крупностью 0,5 мм/с.

30. Выполнить расчет импеллерных флотаторов для обработки сточных вод, расход которых составляет $Q_{сут} = 3\,500$ м³/сут. При расчете принять диаметр импеллера $d = 0,5$ м.

31. Рассчитать перегородчатый смеситель на заданный расход воды $Q_{сут} = 10\,000$ м³/сут.

32. Рассчитать механическую камеру хлопьеобразования с лопастями на горизонтальных осях для станции водоочистки производительностью $Q_{сут} = 40\,000$ м³/сут.

33. Определить основные размеры дискового биофильтра для биологической очистки сточных вод с эффективностью 80 %. Расход сточных вод $Q_{\text{сут}} = 400 \text{ м}^3/\text{сут}$, БПКполн = 200 мг/л.

Семестр 6

1. Общая характеристика основных загрязнений воздуха.
2. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования.
3. Определить коэффициент сопротивления нормализованной трубы Вентури скорости газа в ее горловине и диаметр горловины при следующих параметрах:
 4. $\xi_c = 0,145$, $\rho_2 = 0,96 \text{ кг/м}^3$, $V_2 = 0,73 \text{ м}^3/\text{с}$, $\Delta P = 12440 \text{ Па}$, $m_v = 1,2 \text{ кг/м}^3$
 5. Последствия загрязнения воздушной среды.
 6. Основные закономерности движения и осаждения пыли.
 7. Определить объемную потерю газов из форсуночного скруббера при р.у., необходимый диаметр и необходимую его активную высоту и соотношение высоты и диаметра при следующих параметрах:
 8. $V_0 = 69 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_r = 1,5 \text{ м/с}$, $\gamma_1 = 0,166 \text{ кг/м}^3$, $Q = 23100 \text{ кДж/з}$, $T_2 = 60^\circ\text{C}$, $DO = 140 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \times \text{град})$, $\Delta T_{\text{ср}} = 113^\circ\text{C}$
 9. Осаждение частиц пыли в электрическом поле.
 10. Искусственная ионизация запыленного воздуха.
 11. Определить удельную площадь поверхности осаждения и общий коэффициент очищения газов в электрофильтре при следующих параметрах:
 12. Фильтрация загрязненного воздуха через пористые материалы.
 13. Технологические мероприятия по уменьшению выделения паров и газов. Абсорбция
 14. Определить основной энергетический параметр форсуночного скруббера и его коэффициент очищения при следующих параметрах:
 15. $\Delta P = 250 \text{ Па}$, $V_1 = 62,2 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_v = 0,6 \text{ МПа}$, $V_v = 0,013 \text{ м}^3/\text{с}$, $e_{\text{ВКч}} = 0,25$
 16. Мокрая очистка загрязнения воздуха.
 17. Очистка промышленных выбросов методами адсорбции. Адсорбенты и оборудование адсорбционной очистки.
 18. Определить основной энергетический параметр форсуночного скруббера и его коэффициент очищения при следующих параметрах:
 19. $\Delta P = 250 \text{ Па}$, $V_1 = 62,2 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_v = 0,6 \text{ МПа}$, $V_v = 0,013 \text{ м}^3/\text{с}$, $e_{\text{ВКч}} = 0,25$
 20. Очистка выбросов под действием центробежных сил.
 21. Очистка промышленных выбросов каталитическими методами. Виды и свойства катализаторов.
 22. Определить необходимую эффективность работы скруббера Вентури. Число единиц переноса и удельную энергию, что затрачивается на пылевыведение при следующих параметрах:
 23. $Z_2 = 20 \text{ мг/м}^3$, $Z_1 = 1,5 \text{ г/м}^3$, $V = 6,9 \cdot 10^{-3}$, $K = 12900 \text{ кДж}/1000 \text{ м}^3 \text{ газов}$, $\varpi = 0,67$
 24. Выбор и обоснование пылеулавливающего оборудования для очистки промышленных выбросов.
 25. Очистка выбросов от паров растворителей.
 26. Определить подвижность ионов газовой смеси при рабочих условиях и линейной плотности тока короны электрофильтра при следующих параметрах:

27. $D_o=1,518 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, $P_r=2 \text{ кПа}$, $U=80 \text{ кВ}$, $T_r=180^\circ\text{C}$, $\psi=0,055$, $H/S=0.76$, $P_{\text{бар}}=101,3 \text{ кПа}$, $U_{\text{кр}}=13,05 \cdot 10^3$

28. Очистка газовых выбросов двигателей внутреннего сгорания.

29. Радиоактивные аэрозоли и методы защиты от радиоактивных аэрозолей.

30. Определить гидравлическое сопротивление скруббера Вентури, плотность газов на входе в трубу Вентури и объемную потерю газов при следующих параметрах:

31. $K=12900 \text{ кДж}/1000 \text{ м}^3 \text{ газов}$, $m_v=1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$, $P_2=-1,2 \text{ кПа}$, $P_v=30 \text{ кПа}$, $\rho_0=1,26 \text{ кг}/\text{м}^3$,

32. $T_1=60^\circ\text{C}$, $P_{\text{бар}}=101,3 \text{ кПа}$, $V_0=2000 \text{ м}^3/\text{ч}$

33. Очистка воздуха от бактериологических загрязнений. Ультрафиолетовое облучение. Ионизационное осаждение, характеристика методов и оборудование.

34. Акустическая подготовка пыли к очистке.

35. Определить плотность и объемную потерю газов, площадь поперечного сечения и фактическую скорость газов в электрофилтре при следующих параметрах:

36. $\rho_0=1,31 \text{ кг}/\text{м}^3$, $T_r=180^\circ\text{C}$, $F=74 \text{ м}^3$, $P_{\text{бар}}=101,3 \text{ кПа}$, $V_0=160000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_1=-2 \text{ кПа}$, $W_r=1 \text{ м}/\text{с}$

37. Выбор и характеристика фильтрационных материалов и оборудования.

38. Методы и оборудования для очистки промышленных выбросов в магнитном поле. Характеристика оборудования.

39. Определить количество теплоты, которая выделяется от газов в полом форсуночном скруббере при следующих параметрах:

40. $V_0=2000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $T_1=300^\circ\text{C}$, $U_1=50 \text{ г}/\text{м}^3$, $C_p=1,3 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$, $T_2=60^\circ\text{C}$, $i_1=3070 \text{ кДж}/\text{кг}$, $i_2=32060 \text{ кДж}/\text{кг}$

41. Биологическая очистка воздуха. Биофилтры.

42. Инерционное и гравитационное осаждение твердых частиц в аппаратах пылеулавливателя.

43. Определить необходимый рабочий объем форсуночного скруббера, потеря орошаемой воды и влагосодержание газов на выходе из скруббера при следующих параметрах:

44. $Q=23100 \cdot 10^3$, $K=140 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$, $\Delta T_{1cp}=113^\circ\text{C}$, $\phi=0,5$, $i_n=2778 \text{ кДж}/\text{кг}$, $i_k=230 \text{ кДж}/\text{кг}$, $i_n=84 \text{ кДж}/\text{кг}$, $U_1=50 \text{ г}/\text{м}^3$, $V_0=69 \text{ м}^3/\text{с}$

45. Выбор и расчет циклонов. Основные характеристики процессов пылеулавливания.

46. Области применения аппаратов электрической очистки выбросов.

47. Определить основной энергетический параметр форсуночного скруббера и его коэффициент очищения при следующих параметрах:

48. $\Delta P=250 \text{ Па}$, $V_1=62.2 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_v=0,6 \text{ МПа}$, $V_v=0,016 \text{ м}^3/\text{с}$, $e_{\text{ВКч}}=0,25$

49. Виды воздушных фильтров. Ячейковые фильтры.

50. Характеристика основных механизмов улавливания и осаждения частиц пыли

51. Определить коэффициент сопротивления нормализованной трубы Вентури скорости газа в ее горловине и диаметр горловины при следующих параметрах:

52. $\xi c=0,145$, $p_2=0.96\text{кг/м}^3$, $V_2=0.73\text{м}^3/\text{с}$, $\Delta P=12440\text{Па}$, $m_v=1,2\text{кг/м}^3$
53. Краткая характеристика методов определения основных характеристик газопылевых потоков.
54. Характеристика и назначение очистки и обезвреживания газообразных загрязнителей.
55. Определить объемную потерю газов из форсуночного скруббера при р.у., необходимый диаметр и необходимую его активную высоту и соотношение высоты и диаметра при следующих параметрах:
56. $V_0=69\text{м}^3/\text{с}$, $W_r=1.5\text{м/с}$, $y_1=0,166\text{кг/м}^3$, $Q=23100\text{кДж/з}$, $T_2=60^\circ\text{C}$, $ДО=140\text{Вт}/(\text{м}^3\times\text{град})$, $\Delta T_{cp}=113^\circ\text{C}$
57. Технические основы методов абсорбции, адсорбции и каталитических методов очистки воздуха.
58. Абразивность пыли и ее влияние на выбор оборудования.
59. Определить необходимую эффективность работы скруббера Вентури. Число единиц переноса и удельную энергию, что затрачивается на пылевыведение при следующих параметрах:
60. $Z_2=20\text{мг/м}^3$, $Z_1=1.5\text{г/м}^3$, $V=6,9\times 10^{-3}$, $K=12900\text{кДж/1000м}^3\text{ газов}$, $\varpi=0,67$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
индивидуальное задание

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
хорошо (4)	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
удовлетворительно (3)	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
неудовлетворительно (2)	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлена (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет):
Семестр 5

1. Как классифицируются отстойники?
2. Объясните устройство и работу вертикального отстойника.
3. Объясните устройство и работу горизонтального отстойника
4. Объясните устройство и работу радиального отстойника.

5. Каково минимальное количество отстойников рекомендуется на станции водоочистки?
6. Что лежит в основе расчета первичных отстойников?
7. На основании каких показателей рассчитываются вторичные отстойники? Какова особенность схемы водоочистки с осветлителем при использовании коагулянтов?
8. Объясните работу осветлителя и назначение его элементов.
9. С какой целью дырчатый коллектор осветлителя выполняют телескопической формы?
10. Какие конструкции скорых фильтров получили наибольшее распространение?
11. Как осуществляется промывка скорых фильтров?
12. Какое количество фильтров рекомендуется устанавливать на станции водоочистки?
13. Каково назначение распределительной системы фильтра?
14. Какие требования предъявляются к желобам фильтра?
15. Какие требования предъявляются к конструкции сборного канала?
16. Укажите основные конструктивные отличия безнапорных и напорных фильтров.
17. В чем, на Ваш взгляд, заключается достоинство и недостаток напорного фильтра по сравнению с безнапорным.
18. Почему в дренажной системе однопоточного напорного фильтра устанавливаются дренажные колпачки, а в безнапорном фильтре выполняется дырчатая распределительная система?
19. Каково назначение и в чем сущность метода флотационной очистки воды?
20. Какие методы флотации используются для очистки сточных вод?
21. Объясните сущность напорной флотации.
22. Объясните сущность электрофлотации. В чем заключаются ее достоинства и недостатки?
23. В чем суть импеллерной флотации? В чем заключается ее основной недостаток?
24. Объясните суть барботажной флотации. В чем ее достоинства и недостатки?
25. Для чего предназначены смесители?
26. Как делятся смесительные устройства по принципу действия?
27. Назовите достоинства и недостатки различных типов смесителей.
28. Какой вид смесителя рекомендуется применять в случаях, когда вводимый в воду реагент находится в виде суспензии?
29. Для чего предназначены камеры хлопьеобразования?
30. Назовите основные типы камер хлопьеобразования.
31. От чего зависит объем камеры хлопьеобразования?
32. Каким образом осуществляется турбулизация потока воды в перегородчатых камерах хлопьеобразования?
33. Каким образом осуществляется турбулизация потока воды в вихревой камере хлопьеобразования?
34. Каким образом осуществляется турбулизация потока воды в механической камере хлопьеобразования?

35. Каковы основные достоинства механических камер хлопьеобразования?
36. Каково назначение и в чем сущность ионообменного метода очистки воды?
37. Как классифицируют иониты по знаку обмениваемого заряда?
38. Каким образом осуществляется регенерация ионитов?
39. В чем достоинство ионитовых фильтров?
40. Что такое электродиализ? Как он используется при очистке вод?
41. В чем заключаются особенности ионоселективных мембран?
42. Как классифицируются электродиализные установки?
43. Объясните устройство и принцип действия многокамерного электродиализатора.
44. Каковы основные достоинства и недостатки электродиализа как метода очистки вод?
45. В чем заключается сущность биологической очистки воды?
46. Для чего применяется биологическая очистка?
47. Назовите сооружения для биологической очистки сточных вод в искусственных условиях.
48. Назовите сооружения для биологической очистки сточных вод в естественных условиях.
49. В чем заключается основное отличие биофильтра от аэротенка?
50. Укажите максимальный расход сточных вод, который может подаваться на капельные и высоконагружаемые биофильтры.
51. Каково количество биофильтров может быть на станции водоочистки?
52. С какой целью на отводных патрубках аэрофильтров устраивают водяные затворы?
53. Куда поступает вода после биофильтров?
54. С какой целью применяется рециркуляция сточных вод?

Зачеты	Характеристика знания предмета и ответов
зачтено	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения.
	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.

не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.
---------------	---

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен):

Семестр 6

1. Общая характеристика основных загрязнений воздуха.
2. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования.
3. Определить коэффициент сопротивления нормализованной трубы Вентури скорости газа в ее горловине и диаметр горловины при следующих параметрах:
4. $\xi = 0,145$, $\rho = 0,96 \text{ кг/м}^3$, $V_2 = 0,73 \text{ м}^3/\text{с}$, $\Delta P = 12440 \text{ Па}$, $m_v = 1,2 \text{ кг/м}^3$
5. Последствия загрязнения воздушной среды.
6. Основные закономерности движения и осаждения пыли.
7. Определить объемную потерю газов из форсуночного скруббера при р.у., необходимый диаметр и необходимую его активную высоту и соотношение высоты и диаметра при следующих параметрах:
8. $V_0 = 69 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_r = 1,5 \text{ м/с}$, $\gamma_1 = 0,166 \text{ кг/м}^3$, $Q = 23100 \text{ кДж/з}$, $T_2 = 60^\circ\text{C}$, $DO = 140 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{град)}$, $\Delta T_{cp} = 113^\circ\text{C}$
9. Осаждение частиц пыли в электрическом поле.
10. Искусственная ионизация запыленного воздуха.
11. Определить удельную площадь поверхности осаждения и общий коэффициент очищения газов в электрофильтре при следующих параметрах:
12. Фильтрация загрязненного воздуха через пористые материалы.
13. Технологические мероприятия по уменьшению выделения паров и газов. Абсорбция
14. Определить основной энергетический параметр форсуночного скруббера и его коэффициент очищения при следующих параметрах:
15. $\Delta P = 250 \text{ Па}$, $V_1 = 62,2 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_v = 0,6 \text{ Мпа}$, $V_v = 0,013 \text{ м}^3/\text{с}$, $e_{-BK} = 0,25$
16. Мокрая очистка загрязнения воздуха.
17. Очистка промышленных выбросов методами адсорбции. Адсорбенты и оборудование адсорбционной очистки.
18. Определить основной энергетический параметр форсуночного скруббера и его коэффициент очищения при следующих параметрах:
19. $\Delta P = 250 \text{ Па}$, $V_1 = 62,2 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_v = 0,6 \text{ Мпа}$, $V_v = 0,013 \text{ м}^3/\text{с}$, $e_{-BK} = 0,25$
20. Очистка выбросов под действием центробежных сил.
21. Очистка промышленных выбросов каталитическими методами. Виды и свойства катализаторов.
22. Определить необходимую эффективность работы скруббера Вентури. Число единиц переноса и удельную энергию, что затрачивается на пылевыведение при следующих параметрах:
23. $Z_2 = 20 \text{ мг/м}^3$, $Z_1 = 1,5 \text{ г/м}^3$, $B = 6,9 \cdot 10^{-3}$, $K = 12900 \text{ кДж/1000 м}^3 \text{ газов}$, $\omega = 0,67$
24. Выбор и обоснование пылеулавливающего оборудования для очистки промышленных выбросов.

25. Очистка выбросов от паров растворителей.
26. Определить подвижность ионов газовой смеси при рабочих условиях и линейной плотности тока короны электрофилтра при следующих параметрах:
 27. $D_o=1,518 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, $P_r=2 \text{ кПа}$, $U=80 \text{ кВ}$, $T_r=180^\circ\text{C}$, $\psi=0,055$, $H/S=0.76$, $P_{\text{бар}}=101,3 \text{ кПа}$, $U_{\text{кр}}=13,05 \cdot 10^3$
 28. Очистка газовых выбросов двигателей внутреннего сгорания.
 29. Радиоактивные аэрозоли и методы защиты от радиоактивных аэрозолей.
 30. Определить гидравлическое сопротивление скруббера Вентури, плотность газов на входе в трубу Вентури и объемную потерю газов при следующих параметрах:
 31. $K=12900 \text{ кДж}/1000 \text{ м}^3 \text{ газов}$, $m_v=1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$, $P_2=-1,2 \text{ кПа}$, $P_v=30 \text{ кПа}$, $\rho_0=1,26 \text{ кг}/\text{м}^3$,
 32. $T_1=60^\circ\text{C}$, $P_{\text{бар}}=101,3 \text{ кПа}$, $V_0=2000 \text{ м}^3/\text{ч}$
 33. Очистка воздуха от бактериологических загрязнений. Ультрафиолетовое облучение. Ионизационное осаждение, характеристика методов и оборудование.
 34. Акустическая подготовка пыли к очистки.
 35. Определить плотность и объемную потерю газов, площадь поперечного сечения и фактическую скорость газов в электрофилтре при следующих параметрах:
 36. $\rho_0=1,31 \text{ кг}/\text{м}^3$, $T_r=180^\circ\text{C}$, $F=74 \text{ м}^3$, $P_{\text{бар}}=101,3 \text{ кПа}$, $V_0=160000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_1=-2 \text{ кПа}$, $W_r=1 \text{ м}/\text{с}$
 37. Выбор и характеристика фильтрационных материалов и оборудования.
 38. Методы и оборудования для очистки промышленных выбросов в магнитном поле. Характеристика оборудования.
 39. Определить количество теплоты, которая выделяется от газов в полом форсуночном скруббере при следующих параметрах:
 40. $V_0=2000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $T_1=300^\circ\text{C}$, $U_1=50 \text{ г}/\text{м}^3$, $C_p=1,3 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$, $T_2=60^\circ\text{C}$, $i_1=3070 \text{ кДж}/\text{кг}$, $i_2=32060 \text{ кДж}/\text{кг}$
 41. Биологическая очистка воздуха. Биофильтры.
 42. Инерционное и гравитационное осаждение твердых частиц в аппаратах пылеулавливателя.
 43. Определить необходимый рабочий объем форсуночного скруббера, потеря орошаемой воды и влагосодержание газов на выходе из скруббера при следующих параметрах:
 44. $Q=23100 \cdot 10^3$, $K=140 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{град})$, $\Delta T_{1\text{ср}}=113^\circ\text{C}$, $\phi=0,5$, $i_{\text{п}}=2778 \text{ кДж}/\text{кг}$, $i_{\text{к}}=230 \text{ кДж}/\text{кг}$, $i_{\text{н}}=84 \text{ кДж}/\text{кг}$, $U_1=50 \text{ г}/\text{м}^3$, $V_0=69 \text{ м}^3/\text{с}$
 45. Выбор и расчет циклонов. Основные характеристики процессов пылеулавливания.
 46. Области применения аппаратов электрической очистки выбросов.
 47. Определить основной энергетический параметр форсуночного скруббера и его коэффициент очищения при следующих параметрах:
 48. $\Delta P=250 \text{ Па}$, $V_1=62.2 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_v=0,6 \text{ МПа}$, $V_v=0,016 \text{ м}^3/\text{с}$, $e_{\text{ВКч}}=0,25$
 49. Виды воздушных фильтров. Ячейковые фильтры.

50. Характеристика основных механизмов улавливания и осаждения частиц пыли

51. Определить коэффициент сопротивления нормализованной трубы Вентури скорости газа в ее горловине и диаметр горловины при следующих параметрах:

52. $\xi = 0,145$, $\rho_2 = 0,96 \text{ кг/м}^3$, $V_2 = 0,73 \text{ м}^3/\text{с}$, $\Delta P = 12440 \text{ Па}$, $m_v = 1,2 \text{ кг/м}^3$

53. Краткая характеристика методов определения основных характеристик газопылевых потоков.

54. Характеристика и назначение очистки и обезвреживания газообразных загрязнителей.

55. Определить объемную потерю газов из форсуночного скруббера при р.у., необходимый диаметр и необходимую его активную высоту и соотношение высоты и диаметра при следующих параметрах:

56. $V_0 = 69 \text{ м}^3/\text{с}$, $W_r = 1,5 \text{ м/с}$, $\gamma_1 = 0,166 \text{ кг/м}^3$, $Q = 23100 \text{ кДж/з}$, $T_2 = 60^\circ\text{C}$, $DO = 140 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{град)}$, $\Delta T_{\text{ср}} = 113^\circ\text{C}$

57. Технические основы методов абсорбции, адсорбции и каталитических методов очистки воздуха.

58. Абразивность пыли и ее влияние на выбор оборудования.

59. Определить необходимую эффективность работы скруббера Вентури. Число единиц переноса и удельную энергию, что затрачивается на пылевыведение при следующих параметрах:

60. $Z_2 = 20 \text{ мг/м}^3$, $Z_1 = 1,5 \text{ г/м}^3$, $B = 6,9 \cdot 10^{-3}$, $K = 12900 \text{ кДж/1000 м}^3 \text{ газов}$, $\varpi = 0,67$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и

	навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)