

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.08**

(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты защиты окружающей среды**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)

18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)/специализация

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

Форма обучения: заочная

Год набора: 2019

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	Итого
Форма контроля	КР, экзамен	
Вид занятий		
Лекции	10	10
Лабораторные	8	8
Практические	10	10
Руководство: курсовые работы	0,5	0,5
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	28,85	28,85
Самостоятельная работа	178,5	178,5
Контроль	8,65	8,65
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

Рабочую программу составила:

Старший преподаватель, Шевченко Ю.Н.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» декабря 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Химическая технология и ресурсосбережения»

---

(протокол заседания № 2 от «27» сентября 2018 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование практических навыков в выборе и использовании основных технологических процессов и оборудования для очистки и обезвреживания вредных производственных выбросов в атмосферу, сбросов промышленных и бытовых сточных вод в гидросферу.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Физика», «Инженерная графика»,» «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Технологии очистки сточных вод», «Энергоресурсосберегающие технологии».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-2 - Способен использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	ПК-2.2. Имеет практический опыт применения прикладных программ для расчета технических параметров энерго- и ресурсосберегающих процессов и проведения мониторинга природных сред	Знать: — принципы проектирования в программе Компасс-3D; — принципы работы в Office Standard.
		Уметь: — работать в Office Standard; — работать в программе Компасс-3D.
		Владеть: — навыками работы в программе Компасс-3D; — Навыками работы Office Standard
ПК-3 - Способен изучать научно-техническую информацию, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	ПК-3.2. Критически анализирует информацию, необходимую для оптимизации проведения энерго и ресурсосберегающих процессов целью повышения эффективности производства	Знать: — основные процессы, технику и оборудование для защиты всех сфер окружающей среды от негативных воздействий различного происхождения.
		Уметь: — выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса.
		Владеть: — методами определения оптимальных, рациональных технологических режимов работы оборудования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Процессы и аппараты защиты гидросферы	Ср	Изучение теоретического материала по теме: «Необходимая степень очистки сточных вод. Классификация методов очистки промышленных стоков»	5	5	-	-	Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.
	Лек1	Процессы и аппараты механической очистки сточных вод	5	2		-	Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.
	Пр1	Оборудования для механической очистки сточных вод. Расчет вертикального отстойника. веществ.	5	2	10	-	Отчет по практическому занятию № 1
	Пр2	Расчет напорного гидроциклона	5	2	10		Отчет по практическому занятию № 2
	Ср	Изучение теоретического материала по теме «Установки и аппараты для физико-химической очистки сточных вод. Аппараты для химической очистки сточных вод».	5	15	-	-	Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.
	Влр1	Виртуальная лабораторная работа. Электрохимическая очистка воды	5	4	10		Отчет по лабораторной работе № 1
	Лек2	Процессы и аппараты для биологической очистки сточных вод		4			Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	ПА	Промежуточная аттестация	5	0,35			Отчеты по практическим занятиям и лабораторным
Модуль2. Процессы и аппараты газоочистки	Ср	Изучение теоретического материала по теме: «Источники загрязнения атмосферы вредными газовыми выбросами. Классификация методов очистки отходящих газов и промышленных выбросов».	5	10	-	-	Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.
	Практическое занятие №3	Расчет пылеосадительной камеры.	5	2	10		Отчет по практическому занятию № 3
	Лек3	Системы и аппараты пылеулавливания.	5	4	-		Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.
	Влр2	Виртуальная лабораторная работа. Исследование гидродинамики насадочных аппаратов (скрубберов)	5	4	10		Отчет по лабораторной работе № 2
	Ср	Изучение теоретического материала по теме: «Абсорбционная очистка газов».	5	20	-	-	Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.
	Практическое занятие №4	Расчет абсорбера.	5	4	10		Отчет по практическому занятию № 4

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	Изучение теоретического материала по теме: «Адсорбционная очистка газов».	5	10	-	-	Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.
	Ср	Изучение теоретического материала по теме: «Конденсационная очистка газов и паров».	5	10			Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.
	Ср	Изучение теоретического материала по теме: «Термокаталитическая очистка газовых выбросов. Термическая обработка газовых выбросов».	5	10			Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.
	Курсовая работа		5	0,5			Пояснительная записка, чертежи
	Самостоятельная работа.	Написание курсовой работы. Подготовка отчетов по практическим занятиям.	5	178,5			Отчеты по практическим занятиям.
	ТИ	Итоговое тестирование	5	8,65	40		Итоговое тестирование
<b>Итого:</b>				<b>216</b>	<b>100</b>		

## **5. Образовательные технологии**

При реализации учебного курса дисциплины используется технология дистанционного обучения, включающая лекции, практические занятия, лабораторные работы посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет.

При подготовке к ответам на тесты по темам курса и выполнению типовых заданий и виртуальных лабораторных работ студенту необходимо тщательно изучить предлагаемую литературу, учебный материал.

Студент самостоятельно работает с дополнительной и основной литературой, Интернет-ресурсами.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы:**

1. Изучение теоретического материала с использованием: лекционного материала, ЭБС и библиотечного фонда.

3. Подготовка к занятиям (практическим занятиям и виртуальным лабораторным работам, промежуточной аттестации).

4. Выполнение практических занятий должно быть оформлено в текстовом редакторе Microsoft Word, и включать в себя:

- номер и тему занятия;
- заполненные таблицы, произведенные расчеты, представлены схемы;
- письменные ответы на контрольные вопросы;
- необходимые выводы.

Файл называть: Ф.И.О.\_№ Группы\_ ПИАЗОС \_Практ\_№Задания.

5 Выполнение виртуальных лабораторных работ: отчет по лабораторной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями в текстовом редакторе Microsoft Word. При подготовке к защите студенту изучить и письменно ответить на контрольные вопросы.

Файл называть: Ф.И.О.\_№ Группы\_ ПИАЗОС\_Лаб\_№Задания.

**6 Итоговое тестирование по курсу – 40 баллов. 1 вопрос – 1 балл. (40 вопросов в тесте).**

Преподаватель консультирует студентов на форуме и дает комментарии к выполненным заданиям при проверке.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ПК-2 ПК-2.2.	Практические занятия №1-4. Виртуальные лабораторные работы № 1-2. Курсовая работа.
5	ПК-3 ПК-3.2	Практические занятия №1-4. Виртуальные лабораторные работы № 1-2. Курсовая работа. Вопросы к экзамену №1-№58. Итоговое тестирование.

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Практические занятия

(наименование оценочного средства)

##### Практическое занятие № 1

Оборудования для механической очистки сточных вод. Расчет вертикального отстойника.

**Цель работы:** приобретение навыков выбора и расчета вертикального отстойника.

**Задание:** рассчитать конструкцию вертикального отстойника по индивидуальному варианту.

##### Контрольные вопросы:

1. Что такое процеживание?
2. Для чего применяются песколовки?
3. Дайте классификацию отстойников.
4. Для чего применяются нефтеловушки?

##### Критерии оценки:

10 баллов – выставляется студенту, если расчет сделан правильно, отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы даны полные, использованы примеры.

1-9 баллов - выставляется студенту, если расчет сделан правильно, отчет оформлен с погрешностями, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы неполные.

0 баллов- выставляется студенту, если расчет сделан неправильно, отчет оформлен не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии.

##### Практическое занятие № 2

Расчет напорного гидроциклона.

**Цель работы:** приобретение навыков расчета напорного гидроциклона для очистки сточных вод.

**Задание:** рассчитать конструкцию напорного гидроциклона по индивидуальному варианту. Письменно ответить на контрольные вопросы.

##### Контрольные вопросы:



1. Какие геометрические соотношения у гидроциклона оптимальной конструкции?
2. По какой причине не выгодно сильно увеличивать производительность гидроциклона?
3. От каких величин зависит перепад давления в гидроциклоне?
4. По какой причине не выгодно сильно увеличивать производительность гидроциклона?
5. Как меняется перепад давления в зависимости от воздушного столба?
6. В чем состоит отличие аппаратов, в которых разделение происходит под действием центробежных сил?
7. Назовите основные виды гидроциклонов.
8. Виды конических гидроциклонов.

**Критерии оценки:**

10 баллов – выставляется студенту, если расчет сделан правильно, отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы даны полные, использованы примеры.

1-9 баллов - выставляется студенту, если расчет сделан правильно, отчет оформлен с погрешностями, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы неполные.

0 баллов- выставляется студенту, если расчет сделан неправильно, отчет оформлен не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии.

**Практическое занятие № 3**

Расчет пылеосадительной камеры.

**Цель работы:** приобретение навыков расчета пылеосадительной камеры.

**Задание:** рассчитать конструкцию пылеосадительной камеры по индивидуальному варианту. Письменно ответить на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Сущность процесса фильтрации.
2. Классификация фильтров по типу перегородки.
3. Дайте определение пыли и ее основным характеристикам (дисперсность, смачиваемость, слипаемость и т.д.)
4. Критерий Рейнольдса.
5. Классификация пыли.
6. Рукавные фильтры.

**Критерии оценки:**

10 баллов – выставляется студенту, если расчет сделан правильно, отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы даны полные, использованы примеры.

1-9 баллов - выставляется студенту, если расчет сделан правильно, отчет оформлен с погрешностями, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы неполные.

0 баллов- выставляется студенту, если расчет сделан неправильно, отчет оформлен не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии.

**Практическое занятие № 4**

Расчет абсорбера.

**Цель работы:** применение приобретенных знаний при расчете абсорбера.

**Задание:** произвести расчет конструкции абсорбера по заданному варианту. Письменно ответить на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Приведите примеры конструкций абсорберов?
2. Какие типы тарелок Вы знаете?
3. Какие насадки Вы знаете?
4. Примеры орошаемых жидкостей.
5. Что происходит с допустимой скоростью газа в абсорбере при увеличении размеров элементов насадки.
6. Достоинства и недостатки абсорбции.

**Критерии оценки:**

10 баллов – выставляется студенту, если расчет сделан правильно, отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы даны полные, использованы примеры.

1-9 баллов - выставляется студенту, если расчет сделан правильно, отчет оформлен с погрешностями, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы неполные.

0 баллов- выставляется студенту, если расчет сделан неправильно, отчет оформлен не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии.

**7.2.2. Лабораторные работы**

*(наименование оценочного средства)*

**Виртуальная лабораторная работа № 1**

Электрохимическая очистка воды

**Цель работы:** ознакомиться с электрохимической очисткой воды.

**Алгоритм выполнения:**

1. Изучить теоретическую часть.
2. Ознакомиться с принципом работы прибора.
3. Произвести доочистку водопроводной воды.
4. Определить эффективность доочистки воды.
5. Оформить отчет, сформулировать выводы.

**Критерии оценки:**

10 баллов – выставляется студенту, если эксперимент сделан правильно, отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы даны полные, использованы примеры.

1-9 баллов - выставляется студенту, если эксперимент сделан правильно, отчет оформлен с погрешностями, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы неполные.

0 баллов- выставляется студенту, если эксперимент сделан неправильно, отчет оформлен не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии.

**Лабораторная работа № 2**

Изучение гидродинамики насадочных аппаратов (скрубберов).

**Цель работы:** провести обучающий физический эксперимент изучения гидродинамики насадочных аппаратов (скрубберов). Изучить принцип действия скруббера. Определить гидравлическое сопротивление скруббера. Оформить отчет о выполнении работы.

**Алгоритм выполнения:**

1. Изучить теоретическую часть.

2. Провести экспериментальные исследования (эксперимент проводить 4 раза, изменяя расход воздуха любым способом (заслонками или регулятором оборотов на пульте управления)).
3. Занести экспериментальные данные в итоговую таблицу, построить график гидравлического сопротивления скруббера.
4. Оформить отчет, сформулировать выводы.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое скруббер?
2. Каким образом происходит очистка воздуха в скруббере?
3. От чего зависит эффективность очистки?
4. Каковы достоинства и недостатки скрубберов?
5. Что такое насадочные скрубберы?
6. Что такое гидравлическое сопротивление?
7. Что такое манометр?
8. Что такое расходомер?
9. Что такое вентилятор?
10. Что такое насадка?

#### **Критерии оценки:**

10 баллов – выставляется студенту, если эксперимент сделан правильно, отчет оформлен в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы даны полные, использованы примеры.

1-9 баллов - выставляется студенту, если эксперимент сделан правильно, отчет оформлен с погрешностями, сделаны необходимые выводы. Ответы на контрольные вопросы неполные.

0 баллов- выставляется студенту, если эксперимент сделан неправильно, отчет оформлен не в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии.

### **7.2.3 Типовые задания итогового тестирования СДО Росдистант**

Банк тестовых заданий составляется на основе комплекта вопросов для экзамена.

1. Осаждение под действием силы тяжести осуществляется при условии соотношении силы тяжести  $G$  и силы сопротивления среды  $A$ :

☒  $G > A$

☐  $G = A$

☐  $G \geq A$

☐  $G < A$

2. К механическим методам удаления взвешенных частиц из сточных вод относятся...

☐ коагуляция, ионный обмен, адсорбция

☐ нейтрализация, окисление, восстановление

☐ кристаллизация, выпаривание, термическое окисление

☒ процеживание, отстаивание, фильтрование

3. Укажите название сооружения для выравнивания колебаний расхода, концентрации загрязняющих веществ или температуры сточных вод.

☒ усреднитель сточных вод

- выравниватель сточных вод
- отстойник сточных вод
- координатор сточных вод

4. На что влияет геометрия стержней решеток?

- ☒ Стержни круглого сечения имеют меньшее сопротивление
- ☐ Стержни круглого сечения имеют большее сопротивление
- ☒ Стержни квадратного сечения медленнее засоряются
- ☐ Стержни квадратного сечения сильнее засоряются

5. В усреднители подаётся воздух для...

- выравнивания скорости жидкости
- ☒ перемешивания воды и предотвращения выпадения взвешенных частиц
- насыщения жидкости кислородом
- измельчения загрязнений

6. Расчет отстойника производят исходя из

- ☒ среднего расхода сточных вод
- максимального расхода сточных вод
- минимального расхода сточных вод
- базового расхода сточных вод

7. Как движется вода в радиальных отстойниках?

- снизу-вверх
- ☒ от центра к периферии
- слева направо
- справа налево
- сверху вниз

#### **7.2.4. Курсовая работа**

**Тема курсовой работы:** «Анализ и расчет аппаратов защиты окружающей среды».

##### **Краткое описание и регламент выполнения**

Основная цель курсового проектирования заключается в закреплении и расширении теоретических знаний студентов, в приобретении ими навыков по решению инженерных задач.

По индивидуальному варианту студент проводит расчеты четырех аппаратов. Анализирует конструктивные схемы, выявляя достоинства и недостатки. По полученным расчетным данным студент чертит чертежи в программе Компас 3D.

Законченная и полностью оформленная работа сдается на проверку преподавателю.

По индивидуальному варианту студент проводит расчеты четырех аппаратов. Анализирует конструктивные схемы, выявляя достоинства и недостатки. По полученным расчетным данным студент чертит чертежи в программе Компас 3D.

**Объект исследования теоретической части:** аппараты защиты окружающей среды.

Например,

1. Мокрая очистка газов.
2. Абсорбционная очистка.
3. Адсорбционная очистка.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи** (ориентировочно):

1. Определить основные конструкции аппаратов, обозначив их ключевые достоинства и недостатки.

2. Выявить преимущества и недостатки конструктивных решений. Определить технические особенности эксплуатации аппаратов.

3. Произвести конструкционные расчеты аппаратов по индивидуальному варианту.

4. Начертить конструкционные схемы аппаратов (общие виды) в программе Компас 3D.

Вариант работы назначается преподавателем и утверждается на кафедре.

Если его научно-исследовательская работа связана с очисткой газов или сточных вод, то в качестве расчетного типа аппарата по согласованию с преподавателем выбирается конкретный, необходимый ему аппарат. Если работа студента не связана с системами очистки, то студенту назначается классический вариант расчетной части.

Структура работы включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- задание на выполнение курсовой работы;
- содержание;
- введение;
- основную часть / пояснительную записку (разделы, главы);
- заключение;
- список использованных источников (не менее 15);
- приложения.
- чертеж А3, А4.

Работа выполняется в течение семестра, до зачётной недели.

Законченная и полностью оформленная работа сдается на проверку преподавателю.

Варианты заданий представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение вариантов

№ варианта	аппараты сухой механической очистки запыленных выбросов		аппараты мокрой очистки выбросов	аппараты механической, физико-химической, биологической очистки сточных вод
1	циклон	Фильтр пористый (материал бронза)	скруббер	отстойник горизонтальный
2	циклон	фильтр пористый (материал Ст50ХГ)	скруббер	отстойник горизонтальный
3	циклон	фильтр пористый (материал железо)	-	отстойник горизонтальный, флотатор
4	циклон	электрофильтр	-	песколовка, аэротенк
5	циклон	электрофильтр	-	песколовка, центрифуга
6	циклон	электрофильтр	скруббер	центрифуга
7	циклон	электрофильтр	скруббер	флотатор
8	циклон	электрофильтр	скруббер	флотатор
9	циклон	электрофильтр	скруббер	аэротенк

№ вари анта	аппараты сухой механической очистки запыленных выбросов		аппараты мокрой очистки выбросов	аппараты механической, физико-химической, биологической очистки сточных вод
10	циклон	фильтр пористый (материал бронза)	-	песколовка, флотатор
11		электрофильтр	скруббер	центрифуга, флотатор
12	циклон	фильтр пористый (материал бронза)	скруббер	отстойник горизонтальный
13	циклон	фильтр пористый (материал Ст50ХГ)	скруббер	песколовка
14	циклон	фильтр пористый (материал бронза)	скруббер	отстойник горизонтальный
15	циклон	электрофильтр	скруббер	флотатор
16	циклон	фильтр пористый (материал бронза)		отстойник горизонтальный, флотатор
17	циклон		скруббер	отстойник горизонтальный, центрифуга
18	циклон	фильтр пористый (материал Ст50ХГ)	скруббер	флотатор
19	циклон		скруббер	Песколовка, аэротенк
20	циклон	фильтр пористый (материал железо)		отстойник горизонтальный
21	циклон	фильтр пористый (материал бронза)	скруббер	флотатор
22	циклон			горизонтальный отстойник, флотатор, центрифуга
23	циклон		скруббер	песколовка
24	циклон	электрофильтр		Флотатор, центрифуга
25	циклон		скруббер	отстойник горизонтальный, флотатор
26	циклон	электрофильтр	скруббер	Флотатор, центрифуга
27	циклон		скруббер	Песколовка, центрифуга
28	циклон		скруббер	песколовка, аэротенк
29	циклон	электрофильтр		отстойник горизонтальный, аэротенк

### Критерии оценки:

Оценки	Критерии и нормы оценки
<b>«отлично»</b>	<p><b>Выставляется студенту, если студент набрал 85-100 баллов.</b></p> <p>Уровень оригинальности работы, проверенной в системе «Антиплагиат» составляет минимум 50%.</p> <p>Теоретическая часть курсовой работы содержит необходимый и достаточный объем материалов в соответствии с заданием. Приводятся примеры. Имеется качественный иллюстрационный материал. В работе представлены количественные и качественные показатели.</p> <p>Расчетная часть сделана правильно.</p> <p>Пояснительная записка выполнена в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Графическая часть выполнена аккуратно, и отвечает всем требованиям ГОСТ и ЕСКД.</p>
<b>«хорошо»</b>	<p><b>Выставляется студенту, если студент набрал 70-84 баллов.</b></p> <p>Уровень оригинальности работы, проверенной в системе «Антиплагиат» составляет минимум 50%.</p> <p>Теоретическая часть курсовой работы содержит необходимый и достаточный объем материалов в соответствии с заданием. Приводятся примеры. Имеется качественный иллюстрационный материал. В работе представлены количественные и качественные показатели.</p> <p>Расчетная часть сделана правильно.</p> <p>Пояснительная записка выполнена в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии.</p> <p>Графическая часть выполнена аккуратно, и отвечает всем требованиям ГОСТ и ЕСКД, но допускаются неточности в правильности постановки размеров (избыточность размеров, отсутствие оптимальной компоновки).</p>
<b>«удовлетворительно»</b>	<p><b>Выставляется студенту, если студент набрал 55-69 баллов.</b></p> <p>Уровень оригинальности работы, проверенной в системе «Антиплагиат» составляет минимум 50%.</p> <p>Теоретическая часть курсовой работы содержит достаточный объем материалов в соответствии с заданием. Приводятся примеры. Имеется иллюстрационный материал.</p> <p>Расчетная часть сделана правильно.</p> <p>Пояснительная записка выполнена в соответствии с требованиями, указанными в учебно-методическом пособии. Графическая часть выполнена аккуратно, и отвечает всем требованиям ГОСТ и ЕСКД, но допускаются неточности в правильности постановки размеров (избыточность размеров, отсутствие оптимальной компоновки).</p>
<b>«неудовлетворительно»</b>	<p><b>Выставляется студенту, если студент набрал 0-54 баллов.</b></p> <p>Алгоритмы расчетов не освоены, много замечаний по оформлению пояснительной записки. Уровень оригинальности работы, проверенной в системе «Антиплагиат» составляет менее 50%. Теоретический материал содержит недостаточный объем материалов в соответствии с заданием.</p>

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Решетки. Основные конструкции.
2.	Флотация. Напорная флотация. Другие виды флотации.
3.	Обратный осмос. Технологическая схема и аппаратное оформление.
4.	Мембраны. Характеристика мембран. Условия регенерации мембран. Влияние различных факторов на работу мембран.
5.	Процесс ультрафильтрации, схемы установок, устройство аппаратов
6.	Использование ионообменных процессов для очистки сточных вод. Устройство ионообменных аппаратов.
7.	Процесс фильтрования. Использование процесса фильтрования для очистки газов и сточных вод. Различные типы фильтров.
8.	Зернистые фильтры. Их характеристика и область применения.
9.	Удаление взвешенных веществ под действием центробежных сил. Гидроциклоны. Устройство, параметры расчета.
10.	Природные и синтетические иониты. Схемы ионообменных установок.
11.	Очистка вод коагуляцией и флотацией.
12.	Нейтрализация и обеззараживание сточных вод: хлорирование и озонирование.
13.	Электрохимические методы очистки сточных вод. Анодное окисление и катодное восстановление. Электрофлотация.
14.	Характеристика биохимического метода очистки сточных вод. Состав активного ила и биоплёнки. Биохимический показатель.
15.	Барабанные сетки и микрофильтры.
16.	Устройство аэротенков и биофильтров.
17.	Анаэробные методы биохимической очистки. Метантенки
18.	Обработка осадков сточных вод: уплотнение, стабилизация и обезвоживание осадков.
19.	Термические методы обработки осадков. Другие способы переработки осадков.
20.	Физико-химические методы очистки сточных вод и область их применения.
21.	Сооружения первичной обработки сточных вод.
22.	Способы регенерации адсорбентов. Основные типы адсорберов
23.	Использование процессов выпаривания для очистки сточных вод.
24.	Процеживание и отстаивание. Механические способы очистки сточных вод. Песколовки, осветлители, отстойники.
25.	Установки для коагулирования и флокулирования примесей сточных вод.
26.	Аэробные методы биохимической очистки. Аэрация.
27.	Обеззараживание сточных вод.
28.	Химические методы очистки воды.
29.	Обратный осмос. Ультрафильтрация.
30.	Принципы нормирования загрязняющих веществ.
31.	Мокрые способы очистки газов: полые и насадочные скрубберы. Центробежные скрубберы. Конструкции, принцип действия.
32.	Очистка газов фильтрованием. Фильтры с зернистым слоем, полужёсткими и пористыми перегородками.



№ п/п	Вопросы к экзамену
33.	Электрофилтры. Конструкции аппаратов, принцип действия.
34.	Адсорбционные способы очистки газовых выбросов. Расчёт адсорберов.
35.	Химические методы очистки газов.
36.	Центробежная сила, фактор разделения. Циклоны. Принцип действия, конструктивные особенности.
37.	Центрифугирование. Конструкции, принцип действия.
38.	Мокрая очистка газов. Конструкции аппаратов, принцип действия.
39.	Очистка газов в поле центробежных сил. Приведите примеры аппаратов.
40.	Пенные аппараты. Конструкции аппаратов, принцип действия.
41.	Рукавные фильтры. Конструкции аппаратов, принцип действия.
42.	Очистка промышленных выбросов от токсичных примесей. Приведите примеры аппаратов.
43.	Каталитическая очистка газообразных отходов. Приведите примеры аппаратов.
44.	Термическое обезвреживание газовых выбросов.
45.	Скрубберы. Конструкции аппаратов, принцип действия.
46.	Фильтрование пылегазовых систем.
47.	Очистка газов от твердых частиц.
48.	Инерционные пылеуловители. Конструкции аппаратов, принцип действия.
49.	Ротационные пылеуловители. Конструкции аппаратов, принцип действия.
50.	Установки термообезвреживания газовых выбросов.
51.	Инерционный пылеуловитель. Конструкции аппаратов, принцип действия.
52.	Десорбция. Способы выделения поглощенного вещества из поглотителя.
53.	Какие аппараты используются для улавливания аэрозолей?
54.	Технология абсорбционной очистки промышленных выбросов.
55.	Назначение, принцип действия и основные характеристики электро фильтров. Какие факторы определяют степень очистки газов в электрофильтрах?
56.	Дайте классификацию и сравнительную характеристику скрубберов
57.	Пылесадительные камеры. Конструкции аппаратов, принцип действия.
58.	Биофильтры. Конструкции аппаратов, принцип действия.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
5	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	Выставляется студенту, если студент набрал 85-100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«хорошо»	Выставляется студенту, если студент набрал 70-84 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«удовлетворительно»	Выставляется студенту, если студент набрал 55-69 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«неудовлетворительно»	Выставляется студенту, если студент набрал 0-54 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Ветошкин А.Г.	Технические средства инженерной экологии	учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
2.	Ветошкин А.Г.	Основы инженерной экологии.	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3.	Луканин А.В.	Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработки осадков.	учебное пособие	2021	ЭБС «New.znanium.com»
4.	Гудков А.Г.	Механическая очистка сточных вод	учебное пособие	2019	ЭБС «New.znanium.com»
5.	Луканин А.В.	Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод	учебное пособие	2020	ЭБС «New.znanium.com»
6.	Луканин А.В.	Инженерная экология: процессы и аппараты очистки газовоздушных выбросов	учебное пособие	2019	ЭБС «New.znanium.com»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Кривошеин Д.А.	Основы экологической безопасности производств: учебное пособие	учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
2					
	Клюшенкова М.И.	М. И. Защита окружающей среды от промышленных газовых выбросов: учеб. пособие	учебное пособие	2019	ЭБС «New.znanium.c om»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

— Химия в интересах устойчивого развития

В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. **Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ.** Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

— Интернет-портал «Лекториум»;

— Едина коллекция цифровых образовательных ресурсов;

— Федеральный портал «Открытое образование»;

— Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.

— Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс]: электронная библиотека / ФГБУ РГБ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. – Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>;

— Федеральный портал Российское образование. Режим доступа: <http://www.edu.ru>.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 234/10/21-К от 19.10.2021, срок действия – до 01.03.2022
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	договор № 931 от 23.09.2021, срок действия – до 27.09.2022

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.	Переносной проектор, экран, столы ученические, стол преподавательский,

№ п/п	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-314)	стулья, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет
3	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-810)	Экран телевизионный, ширма, проектор на штативе, стол преподавательский, стул преподавательский, транспарант-перетяжка, системный блок