

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы и аппараты защиты окружающей среды

**Кафедра неорганической химии и химической экологии
химического факультета**

Образовательная программа

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

Профиль подготовки

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Статус дисциплины: *входит в обязательную часть ОПОП*

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень бакалавриата) от «7» августа 2020г. № 923.

Разработчик: кафедра неорганической химии и химической экологии, Гасанова Ф.Г. к.х.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии
от «31» 05 2021г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.
(подпись) (Ф.И.О)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «18» 06 2021г., протокол № 10.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.
(подпись) (Ф.И.О)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «08» 07 2021г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» входит в *обязательную часть* ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии и химической экологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с оборудованием, которое используется для обезвреживания, рекуперации и утилизации жидких, газообразных и твердых отходов производства

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных - ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 академических часов по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
		всего	из них						
Лекции			Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
6	144	72	36	36				72	дифф. зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» состоит в том, чтобы довести до студентов основные сведения по инженерному оформлению процессов утилизации отходов производства и научить их использовать приобретенные знания в практической деятельности. Конечной целью является подготовка специалиста, владеющего принципами аппаратного оформления процессов по обезвреживанию технологических выбросов, методикой расчета основных аппаратов и умеющего организовывать их эксплуатацию на производстве.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» входит в обязательную часть; ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Изучение теории и практики техники защиты окружающей среды начинается после прохождения студентами материала курса «Прикладная механика», «Общая и неорганической химия», «Аналитическая химия».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-1. Способен организовывать разработку мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации)	ПК-1.1. Разрабатывает мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации)	Знает: основы разработки мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации). Умеет: разрабатывать мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации) Владеет: навыками организации коллектива по разработке мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации)	Устный опрос, письменный опрос
	ПК-1.2. Определяет количество и	Знает: структуру мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении	Устный опрос, письменный

	структуру мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации)	с отходами на закрепленной территории (в организации) Умеет: определять количество и структуру мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации) Владеет: навыками осуществления мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации)	опрос
	ПК-1.3. Определяет качество мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации)	Знает: критерии качества мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации) Умеет: определять качество мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации) Владеет: техникой определения качества мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду при обращении с отходами на закрепленной территории (в организации)	Устный опрос, письменный опрос

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/ п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточ ной аттестации
			Лекции	Практически е занятия	Лабораторны е занятия	...	Самостоятел ьная работа в т.ч. экзамен	
	Модуль 1. Процессы и аппараты сухой очистки газовых выбросов							
1	Классификация аппаратов сухой							

	очистки. Пылеосадительные камеры. Циклоны	6	6		6		6	Устный опрос
2	Фильтры	6	4		4		8	Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 1:</i>	6	10		10		16	Коллоквиум
	Модуль 2. Процессы и аппараты мокрой очистки							
1	Процессы и аппараты мокрой очистки	6	6		8		22	Устный опрос, контрольная работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>	6	6		8		22	Коллоквиум
	Модуль 3. Тепловые процессы, выпарные аппараты							
1	Тепловые процессы, используемые для обезвреживания сточных вод	6	4		4		10	Устный опрос
2	Типы выпарных аппаратов	6	4		4		10	Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 3:</i>	6	8		8		20	Коллоквиум
	Модуль 4. Массообменные процессы и аппараты							
	Массообменные аппараты.	6	4		2		4	Устный опрос
	Очистка сточных вод с использованием адсорберов	6	4		4		4	Устный опрос
	Очистка сточных вод с использованием экстракции	6	4		4		6	Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 4:</i>	6	12		10		14	Коллоквиум
	ИТОГО:		36		36		72	дифф. зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Процессы и аппараты сухой очистки газовых выбросов

Тема 1. Классификация аппаратов сухой очистки газовых выбросов. Пылеосадительные камеры. Циклоны Источники загрязнения атмосферы. Характеристика и классификация вредных выбросов в атмосферу. Масштабы техногенного поступления в биосферу токсичных газов. Классификация аппаратов сухой очистки. Состав и свойства пыли. Аппаратура, технологические схемы установок и рабочие параметры процессов пылеулавливания. Отстаивание, теоретические основы, скорость процесса. Устройство отстойников, их технологический расчет. Пылеосадительные камеры, инерционные пылеуловители. Циклоны.

Тема 2 .Фильтры Фильтрование, теория процесса, основное уравнение фильтрования. Классификация и конструкции фильтров. Рукавные фильтры, электрофильтры.

Модуль 2. Процессы и аппараты мокрой очистки. Тепловые процессы, выпарные аппараты

Тема 3. Процессы и аппараты мокрой очистки газовых выбросов. Теоретические основы процесса абсорбции. Уравнение материального баланса процесса абсорбции. Движущая сила процесса абсорбции. Расчет абсорбера. Определение расхода абсорбента. Десорбция, методы ее проведения. Классификация, устройства и основные конструкционные типы абсорберов. Пленочные абсорберы. Насадочные абсорберы.

Модуль 3. Тепловые процессы, выпарные аппараты

Тема 4. Тепловые процессы, используемые для обезвреживания сточных вод. Теоретические основы процесса теплопередачи. Способы распространения тепла, теплопроводность. Уравнение Фурье. Теплопередача. Нагревающие агенты и способы нагревания. Нагревание горячими жидкостями. Высокотемпературные органические теплоносители. Жидкометаллические теплоносители. Охлаждающие агенты и способы охлаждения. Теплообменные аппараты, их классификация и сравнительная характеристика. Расчет теплообменников.

Тема 5. Типы выпарных аппаратов. Методы выпаривания. Основные конструкции выпарных установок. Основные закономерности процесса выпаривания. Выпаривание при атмосферном давлении, при повышенном давлении под вакуумом. Классификация и основные конструктивные типы выпарных аппаратов. Последовательность расчета выпарного аппарата.

Модуль 4. Массообменные процессы и аппараты

Тема 6. Массообменные аппараты. Виды процессов массопередачи. Использование массопередачи для очистки сточных вод. Материальный процесс массопередачи. Уравнение рабочей линии. Молекулярная диффузия. Конвективная диффузия. Механизм и модели процессов массопередачи. Расчет массообменных аппаратов.

Тема 7. Очистка сточных вод с использованием адсорберов. Теоретические основы процесса адсорбции. Время защитного действия слоя адсорбента. Динамическая активность адсорбента. Десорбция, методы ее проведения. Основные типы промышленных адсорбентов. Очистка сточных вод адсорбцией. Адсорбционные установки с неподвижным, движущимся и псевдоожиженным слоем адсорбента.

Тема 8. Очистка сточных вод с использованием экстракции. Жидкостная экстракция. Материальный баланс процесса экстракции. Выбор экстрагента. Методы экстрагирования. Одноступенчатая экстракция. Многоступенчатая экстракция. Классификация, устройство и принцип действия экстракторов.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине

Модуль 1. Процессы и аппараты сухой очистки газовых выбросов

Тема 1. Классификация аппаратов сухой очистки газовых выбросов. Пысееосадительные камеры. Циклоны. Расчет циклона.

Тема 2. Фильтры. Расчет пористых металлических фильтров для очистки выбросов от пыли

Модуль 2. Аппараты мокрой очистки. Тепловые процессы, выпарные аппараты

Тема 3. Процессы и аппараты мокрой очистки газовых выбросов. Расчет процессов очистки газовых выбросов методом абсорбции. Очистка газовых выбросов от оксидов азота абсорбцией.

Модуль 3. Тепловые процессы, выпарные аппараты

Тема 4. Тепловые процессы, используемые для обезвреживания сточных вод. Расчет коэффициента теплопередачи

Тема 5. Типы выпарных аппаратов. Расчет вакуум-выпарной установки

Модуль 3. Массообменные процессы и аппараты

Тема 6. Массообменные аппараты. Адсорбционная очистка сточных вод. Расчет коэффициента адсорбции.

Тема 7. Очистка сточных вод с использованием адсорберов. Определение динамической и статической обменной емкости адсорбента

Тема 8. Очистка сточных вод с использованием экстракции. Очистка сточных вод от органических соединений методом экстракции.

5. Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии:

- на лекциях по всем разделам используется демонстративный материал в виде презентаций;

- расчетно-графические работы выполняются студентами самостоятельно под контролем и с консультацией преподавателя.

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

- выполнение лабораторных работ с элементами исследования.

- отчетные занятия по разделам “Процессы и аппараты сухой очистки газовых выбросов”, “Процессы и аппараты мокрой очистки газовых выбросов” и “Тепловые процессы, используемые для очистки сточных вод”, «Физико-химические методы очистки сточных вод».

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных занятий. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Занятия лекционного типа составляют 33% аудиторных занятий.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится зачет.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к дифференцированному зачету.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.
4.	Подготовка к дифференцированному зачету.	Устный или письменный опрос, либо компьютерное тестирование.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

Промежуточный контроль проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

Итоговый контроль проводится в виде дифференцированного зачета.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы

1. Антропогенное загрязнение атмосферы.
2. Классификация источников загрязнений воздушного пространства
3. Классификация вредных выбросов
4. Методы очистки газовых выбросов.
5. Свойства пыли.
6. Очистка газов в пылесадительных камерах. Расчет пылесадительной камеры.

7. Очистка газов в инерционных пылеуловителях
8. Очистка газов в циклонах. Расчет циклона.
9. Очистка газов в фильтрах
10. Очистка газов в электрофильтрах
11. Очистка газов в скрубберах
12. Очистка газов в пенном пылеуловителе
13. Устройства для улавливания туманов.
14. Теоретические основы процесса абсорбции.
15. Конструкции абсорберов.
16. Методы термического обезвреживания.
17. Концентрирование сточных вод в выпарных установках.
18. Очистка вымораживанием и кристаллизацией.
19. Термоокислительные методы обезвреживания сточных вод.
20. Теоретические основы процесса теплопередачи.
21. Способы распространения тепла, теплопроводность.
22. Уравнение Фурье.
23. Теплопередача.
24. Теплообменные аппараты, их классификация и сравнительная характеристика.
25. Расчет теплообменников.
26. Методы выпаривания.
27. Основные конструкции выпарных установок.
28. Основные закономерности процесса выпаривания.
29. Выпаривание при атмосферном давлении, при повышенном давлении под вакуумом.
30. Классификация и основные конструктивные типы выпарных аппаратов.
31. Последовательность расчета выпарного аппарата.
32. Виды процессов массопередачи.
33. Использование массопередачи для очистки сточных вод.
34. Материальный процесс массопередачи.
35. Уравнение рабочей линии.
36. Молекулярная диффузия.
37. Конвективная диффузия.
38. Механизм и модели процессов массопередачи.
39. Расчет массообменных аппаратов.
40. Теоретические основы процесса адсорбции.
41. Показатели, характеризующие процесс адсорбции.
42. Десорбция, методы ее проведения.
43. Основные типы промышленных адсорбентов.
44. Очистка сточных вод адсорбцией.
45. Адсорбционные установки с неподвижным, движущимся и псевдоожиженным слоем адсорбента.
46. Простая перегонка и ректификация.
47. Жидкостная экстракция.
48. Материальный баланс процесса экстракции.

49. Выбор экстрагента.
50. Методы экстрагирования.
51. Одноступенчатая экстракция.
52. Многоступенчатая экстракция.
53. Классификация, устройство и принцип действия экстракторов.
54. Определение динамической и статической обменной емкости адсорбента

Тестовые задания

1. Газ вращается внутри аппарата, двигаясь сверху вниз, а затем движется вверх. Частицы пыли отбрасываются центробежной силой к стенке. Центробежное ускорение в несколько сот, а то и тысячу раз больше ускорения силы тяжести, поэтому даже весьма маленькие частицы пыли не в состоянии следовать за газом, а под влиянием центробежной силы движутся к стенке. Принцип работы какого аппарата описан выше:
а) пылеосадительная камера б) инерционный пылеуловитель,
в) циклон г) скруббер.
2. Аэрозоли, содержащие твердые частицы размером от 0,1 до 5 мкм – это:
а) пыли б) туманы в) дымы.
3. Битумы относятся к:
а) гидрофильным материалам
б) гидрофобным материалам,
в) абсолютно гидрофобным.
4. К мокрым пылеуловителям относятся:
а) пылеосадительная камера
б) скруббер
в) электрофильтр
5. Источники производственных загрязнений воздушного пространства разделяют по назначению на:
а) технологические, вентиляционные;
б) незатененные; затененные; наземные;
в) точечные, линейные.
6. При слеживании возрастает в 1,2—1,5 раза:
а) кажущаяся плотность
б) насыпная плотность,
в) истинная плотность.
7. Какой механизм осаждения использован в вихревых пылеуловителях:
а) гравитационный
б) инерционный
в) центробежный.
8. Процесс абсорбции тетрафторида кремния проводят в
а) полых колоннах,
б) насадочных колоннах
в) тарельчатых колоннах
9. Наиболее доступными твердыми хемосорбентами фторида водорода являются
а) известняк, алюмогели, фторид натрия
б) карбонат натрия, силикагель, хлорид натрия

- в) карбонат калия, силикагель, нитрат натрия
10. В промышленности при абсорбции тетрафторида кремния получают
а) раствор H_2SiF_6 б) раствор HF в) раствор H_2SiO_3
11. Очистку газа от диоксида углерода водой под давлением используют, если содержание углекислого газа
а) 1- 4 % б) 5 -10% в) 12-15 % г) <1 %
12. При очистке газовых выбросов от диоксида углерода водой под давлением регенерацию поглотителя проводят:
а) водяным паром в) снижением давления
б) воздухом г) нагреванием
13. Абсорбцию оксида углерода медно-аммиачным раствором проводят в следующих условиях
а) давление 2- 10 МПа, температура -20- 0°C
б) давление 12- 30 МПа, температура 0-20°C
в) давление 32-50 МПа, температура 40-100°C
14. Абсорбция – это
а) процесс поглощения паров или газов из газовых или паро-газовых смесей жидкими поглотителями
б) процесс поглощения паров или газов из газовых или паро-газовых смесей твердыми поглотителями
в) связывание агрессивных и вредных компонентов различными добавляемыми реагентами
15. Поглощаемый при абсорбции газ – это
а) экстрагент б) абсорбент в) абсорбтив
16. Паро-газовая смесь проходит сверху вниз через слой поглотителя. Затем подача газовой смеси прекращается и в аппарат подается водяной пар. Смесь десорбированного компонента и паров воды удаляется через верхнюю часть колонны. Следующая фаза – сушка поглотителя. Перекрывается вход и выход водяного пара, влажный поглотитель сушится горячим воздухом. Потом прекращается подача горячего воздуха, идет охлаждение поглотителя холодным воздухом. Работа какого аппарата описана выше?
а) адсорбер с кипящим слоем поглотителя
б) абсорбер типа СМ
в) адсорбер с неподвижным слоем поглотителя
17. Механическую очистку сточных вод можно провести в
а) электролизере, автоклаве
б) фильтре, гидроциклоне
в) биофильтре, аэротенке
г) кристаллизаторе, озонаторе
18. Для очистки сточных вод химическим методом используют следующие окислители
а) хлор, диоксид хлора, перманганат калия, бихромат калия, озон
б) хлорид натрия, сульфат натрия, пиролюзит, водород
в) водород, железный порошок, гидросульфит натрия
г) сульфат натрия, сульфат кальция, пиролюзит, водород
19. Для очистки сточных вод от ртути и ее соединений восстановлением используют
а) перманганат калия, бихромат калия, пероксид водорода
б) хлорид натрия, сульфат натрия, пиролюзит

- в) сульфид железа, гидросульфит натрия, железный порошок
20. К какому методу очистки относится адсорбция:
- а) механический
 - б) химический
 - в) термический
 - г) физико-химический
21. Если процесс адсорбционной очистки сточной воды ведут при фильтровании воды через слой адсорбента используют активный уголь в виде частиц размером
- а) 0,1 мм и меньше
 - б) 0,5 - 1мм
 - в) 1,5—5 мм
 - г) 10-15 мм
22. Если процесс адсорбционной очистки сточной воды ведут в псевдоожиженном слое используют активный уголь в виде частиц размером
- а) 0,1 мм и меньше
 - б) 0,5 - 1мм
 - в) 1,5—5 мм
 - г) 10-15 мм
23. Иониты, способные поглощать из растворов электролитов положительные ионы, называются
- а) катионитами
 - б) анионитами
 - в) амфотерными
24. К неорганическим природным ионитам относятся
- а) силикагели, пермутиты, оксиды и гидроксиды алюминия, хрома, циркония
 - б) гуминовые кислоты почв и углей
 - в) цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты
25. К неорганическим синтетическим ионитам относятся
- а) силикагели, пермутиты, оксиды и гидроксиды алюминия, хрома, циркония
 - б) гуминовые кислоты почв и углей
 - в) цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты
26. Катиониты регенерируют
- а) 2-8% растворами щелочей
 - б) 2-8% растворами кислот
 - в) 2-8% раствором йода
27. Аниониты регенерируют
- а) 2-8% растворами щелочей
 - б) 2-8% растворами кислот
 - в) 2-8% раствором йода
28. Коагуляция - это
- а) процесс мембранного разделения растворенных или диспергированных частиц, основанный на различиях в их молекулярной массе или размерах и протекающий под действием давления
 - б) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей
 - в) процесс фильтрации воды через пористую перегородку, в ходе которого твердые частицы задерживаются, а вода полностью проходит сквозь нее
 - г) процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.
29. В качестве коагулянтов используют соли
- а) натрия и калия,
 - б) железа и алюминия
 - в) магния и кальция
 - г) олова и свинца

30. В качестве флокулянтов используют
- а) гидроксид алюминия
 - б) хлорид натрия
 - в) полиакриламид
31. Эффективность электрохимических методов оценивается
- а) производительностью труда, качеством работы
 - б) сопротивлением, расходом окислителя, выходом продукта реакции
 - в) плотностью тока, коэффициентом полезного использования напряжения, выходом по току
32. В качестве анодов при электрохимическом окислении используют
- а) графит, диоксид свинца, рутения, которые наносят на титановую основу
 - б) молибден, сплавы вольфрама с железом или никелем
 - в) оксид алюминия, хлорид натрия, алюминий
33. При проведении электрокоагуляционной очистки сточных вод в качестве анодов используют
- а) ОРТА, медь
 - б) платину, графит
 - в) титан, платину
 - г) железо, алюминий
34. К какому методу очистки относится электрофлотация:
- а) механический
 - б) химический
 - в) термический
 - г) физико-химический
35. Процесс электрофлотационной очистки сточных вод основан на следующих реакциях
- а) $\text{Al} - 3\text{e} \rightarrow \text{Al}^{3+}$ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
 - б) $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 - в) $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 12\text{e} \rightarrow 2\text{Cr} + 7\text{H}_2\text{O}$
 - г) $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ $\text{Me}^+ + \text{ne}^- \rightarrow \text{Me}^0$
36. Процесс жидкофазного окисления сточных вод проводят при температуре
- а) 800-1100 °С
 - б) 400-600 °С
 - в) 200-300 °С
 - г) 50-100 °С
37. Концентрирование сточных вод проводят в
- а) горизонтальных, вертикальных, радиальных отстойниках
 - б) испарительных, вымораживающих и кристаллогидратных установках
 - в) циклонных, шахтных, камерных печах
38. Процесс парофазного окисления сточных вод проводят при температуре
- а) 50-100 °С
 - б) 200-300 °С
 - в) 400-600 °С
 - г) 800-1100 °С
39. Грохочение – это
- а) процесс получения из крупных кусков перерабатываемых материалов продуктов крупностью 5мм
 - б) процесс получения из крупных кусков перерабатываемых материалов продуктов крупностью 50мм
 - в) процесс разделения на классы по крупности различных по размерам кусков (зерен) материала при его перемещении на ячеистых поверхностях
40. Для проведения процесса измельчения используют
- а) щековые, валковые, конусные дробилки
 - б) ножевые, стержневые, ножевые мельницы

- в) вибрационные, ротационные грануляторы
41. Для проведения процесса грохочения используют
- а) щековые, валковые, конусные дробилки
 - б) ножевые, стержневые, ножевые мельницы
 - в) сита, колосниковые решетки
42. Эффективность дробления определяют по формуле:

а) $\Gamma = \frac{N}{Q}$

б) $E = \frac{10^4 \cdot m_{\text{кон}}}{m_{\text{исх}} \cdot \alpha}$

в) $Q = K \cdot D^2$

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий (допуск, выполнение, сдача работ) – 60 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

письменная контрольная работа - 100 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) адрес сайта курса: <http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=2627>

б) основная литература:

1. Сосновский, В. И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Абсорбция газов : учебное пособие / В. И. Сосновский, Н. Б. Сосновская, С. В. Степанова ; Федеральное агентство по образованию, Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2009. – 114 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259096>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7245-0514-2. – Текст : электронный.
2. Ветошкин, А. Г. Основы инженерной защиты окружающей среды : учебное пособие : [16+] / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 461 с. : ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриата). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564894>. – Библиогр.: с. 451 - 453. – ISBN 978-5-9729-0347-4. – Текст : электронный.
3. Кольцов, В. Б. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебник для вузов: [16+] / В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева; ред. В. Б. Кольцов. – Москва: Прометей, 2018. – 734 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483194>. – Библиогр.: с. 661-663. – ISBN 978-5-906879-79-0. – Текст : электронный.

в) дополнительная литература:

1. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии": учебное пособие : [16+] / В.Ф. Фролов. – 4-е изд. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2020. – 608 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98347>. – Библиогр.: с. 605-607. – ISBN 978-5-93808-348-7. – Текст : электронный.
2. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. для хим.-технол. специальностей вузов / А. Г. Касаткин. - Изд. 8-е, перераб. - М.: Химия, 1971. - 784 с.
3. Фролов, В. Ф. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии: примеры и задачи / В. Ф. Фролов, П. Г. Романков, О. М. Флисюк. – 5-е изд. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. – 544 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345> . – ISBN 978-5-93808-349-4. – Текст : электронный.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- 1). eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. элек-трон.б-ка. – Москва, 1999. –Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. – Яз. рус., англ.
- 2). Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный
- 3). Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>.
- 4) ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/>
5. ЭБС book.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: www.book.ru/.
6. ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html> .

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе 8.

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, с целью формирования у студентов знаний и умений в области экологической паспортизации и аттестации. Что особенно важно инженерам, специализирующимся в области защиты окружающей среды. В тетради для конспектирования лекций записи должны быть избирательными, полностью

следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студентов в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях, и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Студенту необходимо активно работать с конспектом лекций: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям экзамену, модульным контрольным, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия. Перед началом лабораторных занятий, студент должен самостоятельно изучить методику выполнения и получить допуск у преподавателя. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет лабораторные задания, позволяющие закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

Самостоятельная работа выполняется студентом в виде конспектирования первоисточника, закрепления материала при выполнении практических работ по теме. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводится: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Расчет циклонов	Чертеж циклона с рассчитанными данными
Расчет пылеосадительных камер	Решение задач на расчет пылеосадительной камеры
Расчет пористых металлических фильтров для очистки выбросов от пыли	Расчет эффективности работы пористого металлического фильтра
Расчет процессов очистки газовых выбросов методом абсорбции	Решение задач
Расчет коэффициента теплопередачи	Решение задач
Расчет площади поверхности теплообменных аппаратов	Решение задач
Расчет вакуум-выпарной установки	Решение задач
Очистка сточных вод от органических соединений методом экстракции.	Подготовка конспекта лабораторной работы
Адсорбционная очистка сточных вод. Расчет коэффициента адсорбции.	Подготовка конспекта лабораторной работы
Определение динамической и статической	Подготовка конспекта лабораторной

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Программы пакета Microsoft Office

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

В соответствии с требованиями ФГОСЗ+ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждых двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы

1. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.
2. Весы теххимические Leki B5002.
3. Иономеры в комплекте со штативами и электродами «Эксперт-001».
4. Магнитные мешалки LS220.

5. Дистиллятор А-10.
6. Колориметры фотоэлектрические КФК-2, КФК-2МП, КФК-3.
7. Аспиратор стеклянный
8. Выпрямитель
9. Амперметр
10. Вольтметр
11. Набор лабораторной посуды.
12. Необходимые реактивы.