

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные методы очистки сточных вод

Кафедра неорганической химии и химической экологии
химического факультета

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

Направленность (профиль) программы
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов

Форма обучения:
очная


Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками
образовательных отношений

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины «Современные методы очистки сточных вод» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии 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 «26» 02 2022г., протокол № 6

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

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «18» 03 2022г., протокол № 7.

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

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «31» 03 2022г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Современные методы очистки сточных вод» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений 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 методами защиты гидросферы от загрязнения вредными веществами.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных - ПК-3.

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 экзамена.

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

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР			консультации
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР				
4	144	54	20	34				90	экзамен	

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Современные методы очистки сточных вод» являются ознакомление с методами защиты гидросферы от загрязнения вредными веществами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Современные методы очистки сточных вод» входит в *часть, формируемую участниками образовательных отношений*; 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-3. Способен обосновывать выбор наилучшей доступной технологии утилизации отходов на закрепленной территории (в организации)	ПК-3.1. обосновывает конкретные технические решения при разработке технологических процессов с учетом наилучшей доступной технологии утилизации отходов на закрепленной территории (в организации)	Знает: современные достижения в области наилучших доступных технологии утилизации отходов Умеет: обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов с учетом наилучшей доступной технологии утилизации отходов на закрепленной территории (в организации) Владеет: навыками выбора наилучшей доступной технологии утилизации отходов для принятия технических решений	Устный опрос, письменный опрос
	ПК-3.2. выбирает технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом наилучшей доступной технологии утилизации отходов на закрепленной территории	Знает: основные методы обезвреживания и утилизации промышленных отходов, конструкции оборудования и инженерных сооружений для обезвреживания и утилизации промышленных отходов Умеет: выполнять необходимые технические и экономические расчеты по использованию той или иной схемы для обезвреживания опасных промышленных выбросов Владеет: навыками по расчетам аппаратов для практической деятельности с целью оценки эффективности работы проектируемого оборудования	Устный опрос, письменный опрос
	ПК-3.3. способен проектировать отдельные узлы (аппараты) технологии утилизации отходов на закрепленной территории с использованием автоматизированных прикладных систем и с учетом наилучшей доступной технологии утилизации	Знает: основы информационных технологий, основные возможности и правила работы с программными продуктами при решении профессиональных задач Умеет: применять программное обеспечение при решении задач охраны окружающей среды Владеет: навыками работы со специальными программами по проектированию узлов и аппаратов	Устный опрос, письменный опрос

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 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 промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятельная работа в т.ч. экзамен	
Модуль 1. Механические методы очистки сточных вод								
1	Антропогенное загрязнение природных водоемов. Методы водоочистки и водоподготовки.	4	2		4		10	Устный опрос
2	Удаление из сточных вод механических примесей, суспензий и эмульсий.	4	4		6		10	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 1:</i>	4	6		10		20	Коллоквиум
Модуль 2. Физико-химические методы очистки сточных вод								
	Очистка сточных вод физико-химическими методами	4	6		10		20	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 2:</i>	4	6		10		20	Коллоквиум
Модуль 3. Очистка сточных вод от металлов и их соединений. Очистка сточных вод от органических веществ								
	Удаление тяжелых металлов из сточных вод.	4	4		8		8	Устный опрос
	Очистка сточных вод от органических соединений	4	4		6		6	Устный опрос
	<i>Итого по модулю 3:</i>	4	8		14		14	Коллоквиум
Модуль 4. Подготовка к экзамену								
	Подготовка к экзамену	4					36	Экзамен
	<i>Итого по модулю 4:</i>	4					36	Экзамен
	ИТОГО:		20		34		90	Экзамен

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Механические методы очистки сточных вод

Тема 1. Антропогенное загрязнение природных водоемов. Источники загрязнения гидросферы, последствия антропогенного загрязнения водоемов. Классификация методов очистки сточных вод. Основные процессы очистки воды. Обеззараживание воды. Дегазация воды. Уравнение Бора. Жесткость воды и ее умягчение.

Тема 2. Удаление из сточных вод механических примесей. Осветлители. Песколовки. Расчет отстойников. Очистка сточных вод фильтрованием. Требования к фильтрам. Классификация фильтров. Зернистые фильтры. Магнитные фильтры.

Модуль 2. Физико-химические методы очистки сточных вод

Тема 3. Очистка сточных вод физико-химическими методами. Фотохимическое окисление сточных вод. Очистка сточных вод ультрафильтрацией. Очистка сточных вод экстракцией. Одноступенчатая и многоступенчатая экстракционная очистка.

Модуль 3. Очистка сточных вод от металлов и их соединений. Очистка сточных вод от органических веществ

Тема 4. Удаление тяжелых металлов из сточных вод. Очистка сточной воды от ионов тяжелых металлов методом осаждения Очистка сточных вод от ртути, меди, цинка, мышьяка, железа, марганца, свинца химическими и физико-химическими методами.

Тема 5. Очистка сточных вод от органических соединений. Биохимический показатель. Состав активного ила и биопленки. Виды аэротенков. Очистка в аэротенках. Очистка в биофильтрах. Механическое удаление всплывающих примесей. Очистка сточных вод от фенолов, нефтепродуктов, ПАВ химическим, адсорбционным, ионообменным, экстракционным, электрохимическим методами. Показатели, используемые для оценки эффективности электрохимических методов.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Механические методы очистки сточных вод

Тема 1. Антропогенное загрязнение природных водоемов. Классификация методов водоочистки и водоподготовки

Тема 2. Удаление из сточных вод механических примесей. Очистка воды с использованием зернистых фильтров

Модуль 2. Механические и физико-химические методы очистки сточных вод

Тема 3. Очистка сточных вод физико-химическими методами. Определение оптимальной дозы коагулянта. Очистка сточной воды от ионов никеля методом адсорбции. Семинар «Физико-химические методы очистки сточных вод»

Модуль 3. Очистка сточных вод от металлов и их соединений. Очистка сточных вод от органических веществ

Тема 4. Удаление тяжелых металлов из сточных вод. Очистка сточной воды от ионов тяжелых металлов методом осаждения Очистка сточной воды от ионов железа

Тема 5. Очистка сточных вод от органических соединений. Очистка сточных вод от красителей фотохимическим окислением. Очистка сточных вод от ПАВ

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 "Методы очистки газовых выбросов" и "Методы очистки сточных вод".

При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Занятия лекционного типа составляют 36% аудиторных занятий.

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

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 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	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа.

		текущей теме по рекомендованной литературе.	
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 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 устного экзамена.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

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 воды.
2. Тенденции в изменении качества воды.
3. Водоснабжение промышленности и сельского хозяйства
4. Классификация методов очистки сточных вод.
5. Нормирование качества воды.
6. Основные процессы очистки воды
7. Удаление дисперсных веществ отстаиванием и коагулированием.
8. Обеззараживание природных и сточных вод.
9. Жесткость воды и ее смягчение.
10. Дегазация воды.
11. Механические методы очистки сточных вод
12. Расчет отстойников
13. Схема осветлителя. Принцип работы.
14. Песколовки.
15. Очистка сточных вод методом фильтрования.
16. Зернистые фильтры.
17. Магнитные фильтры
18. Показатели, характеризующие эффективность использования воды в производстве.
19. Фотохимическое окисление сточных вод.
20. Очистка сточных вод ультрафильтрацией.
21. Очистка сточных вод методом экстракции.
22. Очистка сточных вод от соединений ртути.
23. Очистка сточных вод от солей железа.
24. Очистка сточных вод от соединений марганца.
25. Очистка сточных вод от соединений цинка.
26. Очистка сточных вод от соединений мышьяка.
27. Очистка сточных вод от соединений меди.
28. Очистка сточных вод от соединений свинца.
29. Удаление тяжелых металлов из сточных вод методом осаждения.

30. Механическая очистка сточных вод от всплывающих примесей.
31. Адсорбционная очистка сточных вод от органических соединений.
32. Ионообменная очистка сточных вод от органических соединений.
33. Электрохимическая очистка сточных вод от органических соединений.
34. Показатели, используемые для оценки эффективности электрохимических методов.
35. Термическая очистка сточных вод от органических соединений.
36. Биохимический показатель.
37. Состав активного ила и биопленки.
38. Аэротенки.
39. Очистка в аэротенках.
40. Очистка в биофильтрах.

Тестовые задания

1. Сточная вода – это вода
 - а) в которой в результате загрязнения изменился первоначальный химический состав или физические свойства
 - б) используемая в системах оборотного водоснабжения
 - в) применяемая в технологических процессах
2. Для очистки сточной воды от твердых нерастворимых частиц используют:
 - а) механическую очистку б) химическую очистку
 - в) термическую очистку г) биохимическую очистку
3. К механическим методам очистки сточных вод относятся
 - а) отстаивание, процеживание, удаление под действием центробежных сил
 - б) коагуляция, флокуляция, электродиализ
 - в) окисление, восстановление, нейтрализация
 - г) флотация, адсорбция, электрокоагуляция
4. Механическую очистку сточных вод можно провести в
 - а) электролизере, автоклаве б) фильтре, гидроциклоне
 - в) биофильтре, аэротенке г) кристаллизаторе, озонаторе
5. Для проведения процесса отстаивания используют
 - а) песколовки, отстойники и осветлители
 - б) циклоны, гидроциклоны, центрифуги
 - в) флотаторы, коагуляторы, автоклавы
 - г) адсорберы, скрубберы, сепараторы
6. Метод удаления из сточных вод растворимых примесей, основанный на связывании агрессивных и вредных компонентов различными добавляемыми реагентами - это
 - а) механическая очистка б) химическая очистка
 - в) термическая очистка г) биохимическая очистка
7. К какому методу очистки относится окисление:
 - а) механический б) химический
 - в) термический г) физико-химический
8. Для очистки сточных вод химическим методом используют следующие окислители
 - а) перманганат калия, бихромат калия, озон
 - б) хлорид натрия, сульфат натрия, водород
 - в) водород, железный порошок, гидросульфит натрия
 - г) сульфат кальция, пиролюзит, водород.
9. Для обезвреживания органических примесей, которые окисляются микроорганизмами используют:
 - а) механическую очистку б) физико-химическую очистку
 - в) термическую очистку г) биохимическую очистку
10. Для очистки сточных вод химическим методом используют следующие восстановители
 - а) перманганат калия, бихромат калия, озон
 - б) хлорид натрия, сульфат натрия, водород
 - в) водород, железный порошок, гидросульфит натрия
 - г) сульфат кальция, пиролюзит, водород.
11. Временная жесткость устраняется
 - а) подкислением б) добавлением хлорида натрия в) кипячением
12. Постоянная жесткость устраняется
 - а) кипячением, восстановлением б) абсорбцией, окислением
 - в) флотацией, коагуляцией г) ионным обменом, известково-содовым методом
13. Карбонатная жесткость обусловлена присутствием в воде
 - а) гидрокарбонатов кальция и магния б) карбонатов кальция и магния
 - в) нитратов кальция и магния
14. Некарбонатная жесткость определяется содержанием в воде
 - а) кальциевых и магниевых солей сильных кислот
 - б) кальциевых и магниевых солей кремниевой кислоты

- в) кальциевых и магниевых солей щавелевой кислоты
15. Удаление из воды газов (кислорода, углекислоты, сероводорода) может быть осуществлено
- биологическими, биохимическими, химическими методами
 - биологическими, биофизическими, физическими методами
 - физическими, физико-химическими, химическими методами
16. Для дехлорирования воды применяют
- сульфит, тиосульфат натрия или сернистый газ
 - сульфат, хлорид натрия или бурый газ
 - сульфат, нитрат натрия или бурый газ
17. Мутационное фильтрование
- пропуск воды через фильтры, загрузка которых не расходуется
 - пропуск воды через фильтры, в которых происходит физическое взаимодействие с удаляемым газом
 - пропуск воды через фильтры, загрузка которых постепенно расходуется в результате химического взаимодействия с удаляемым газом.
18. Для обеззараживания воды используют
- бром
 - хлор
 - фтор
19. Для обеззараживания воды используют
- кислород, α -излучение
 - кислород, γ -излучение
 - озон, ультрафиолетовое излучение
20. Коагуляция - это
- процесс мембранного разделения растворенных или диспергированных частиц, основанный на различиях в их молекулярной массе или размерах и протекающий под действием давления
 - процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей
 - процесс фильтрации воды через пористую перегородку, в ходе которого твердые частицы задерживаются, а вода полностью проходит сквозь нее
 - процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.
21. В качестве коагулянтов используют соли
- натрия и калия
 - железа и алюминия
 - магния и кальция
 - олова и свинца
22. В качестве коагулянтов используют следующие соединения
- NaAlO_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - NaCl , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
 - Na_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - NaCl , K_2SO_4
23. К какому методу очистки относится электрокоагуляция:
- механический
 - химический
 - термический
 - физико-химический
24. При проведении электрокоагуляционной очистки сточных вод в качестве анодов используют
- железо, алюминий
 - платину, графит
 - титан, платину
 - ОРТА, медь
25. Для экстракции органических соединений можно кроме органических растворителей использовать
- диоксид кремния
 - диоксид серы
 - диоксид свинца
 - диоксид углерода
26. Экстрагент – это
- извлекаемое вещество
 - остаточная исходная вода
 - растворитель, используемый для извлечения загрязняющего вещества
27. Рафинат – это
- извлекаемое вещество
 - остаточная исходная вода
 - растворитель, используемый для извлечения загрязняющего вещества
28. Экстракция - это
- процесс мембранного разделения растворенных или диспергированных частиц, основанный на различиях в их молекулярной массе или размерах и протекающий под действием давления
 - процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей
 - процесс фильтрации воды через пористую перегородку, в ходе которого твердые частицы задерживаются, а вода полностью проходит сквозь нее
 - процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты.
29. Очистка сточных вод экстракцией состоит из следующих стадий
- интенсивное смешение сточной воды с органическим растворителем, разделение экстракта и рафината, регенерация экстрагента из экстракта
 - поглощение загрязняющих веществ и их отгонка нагреванием
 - поглощение загрязняющих веществ, их отгонка острым водяным паром, сушка поглотителя горячим газом и охлаждение.
30. При концентрации загрязняющего вещества выше 3-4 г/л для очистки сточных вод используют метод
- сжигания
 - адсорбции
 - окисления
 - экстракции
31. При фотохимическом окислении сточных вод в качестве фотокатализатора используют
- диоксид серы
 - диоксид углерода
 - диоксид титана
 - диоксид свинца
32. Для фотохимического окисления сточных вод используют совместное действие УФ-излучения и
- хлора, диоксида углерода, азота
 - водорода, диоксида серы, фтора
 - пероксида водорода, кислорода, озона
 - натрия, калия, фосфора

33. Свет какой длины волны излучает лампа при фотокаталитической очистке
 а) 800 -1000 нм б) 600 – 800 нм в) 400 – 600 нм г) 200-400 нм
34. Какие радикалы образуются при действии УФ-излучения на окислитель
 а) бензильный б) гидроксильный в) дивинил г) карбоксильный
35. Ультрафильтрация - это
 а) процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты
 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 мембранного разделения растворенных или диспергированных частиц, основанный на различиях в их молекулярной массе или размерах и протекающий под действием давления.
36. Ультрафильтрационные мембраны подразделяются на следующие типы
 а) плотные, разреженные, статические
 б) уплотняющиеся, жесткие, динамические
 в) гибкие, статические, перфорированные
37. Ультрафильтрацию применяют для очистки сточных вод от
 а) твердых частиц
 б) растворенных веществ
 в) эмульгированных нефтепродуктов.
38. Для удаления из сточных вод ионов тяжелых металлов методом осаждения используют
 а) гидроксиды кальция и натрия, карбонат натрия, сульфид натрия
 б) гидроксиды кальция и натрия, карбонат натрия, сульфат натрия
 в) гидроксиды кальция и натрия, карбонат натрия, хлорид натрия
39. Более глубокая очистка от тяжелых металлов достигается при обработке сточных вод
 а) гидроксидом кальция б) гидроксидом натрия в) карбонатом натрия г) сульфидом натрия
40. Для очистки сточных вод от неорганических соединений ртути применяют методы
 а) осаждения, сорбции б) отстаивания, экстракции
 в) отстаивание, фильтрование г) фильтрования, центрифугирования
41. При очистке сточных вод от соединений цинка с использованием гидроксида натрия максимальное осаждение гидроксида цинка происходит при рН:
 а) 1-2 б) 4-5 в) 8-9 г) 12-13
42. Для окисления трехвалентного мышьяка используют
 а) пиролюзит б) галит в) магнетит г) доломит
43. Для очистки больших объемов воды с высоким содержанием мышьяка его осаждают в виде
 а) арсенатов и арсенитов щелочных металлов, нитрата мышьяка
 б) арсенатов и арсенитов щелочноземельных и тяжелых металлов, сульфида мышьяка
 в) арсенатов и арсенитов щелочных металлов, ацетата мышьяка
44. Одновременная очистка от марганца и от железа происходит при
 а) гидрировании, обработке воды перманганатом калия
 б) обработке воды перманганатом калия, аэрировании
 в) полимеризации, обработке воды перманганатом калия
45. При очистке сточных вод от соединений железа аэрированием происходит
 а) восстановление трехвалентного железа до двухвалентного
 б) степень окисления железа не изменяется
 в) восстановление двухвалентного железа до одновалентного
 г) окисление двухвалентного железа до трехвалентного
46. Какая реакция происходит при электрохимическом окислении фенола
 а) $C_6H_5OH + 14Cl_2 + 11H_2O \rightarrow 6CO_2 + 28HCl$
 б) $C_6H_5OH + 7H_2O \rightarrow HOOCCH=CHCOOH + 2CO_2 + 8H_2$
 в) $C_6H_5OH + 7O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$
 г) $2C_6H_5OH + Cl_2 \rightarrow C_6H_4ClOH + HCl$
47. Процесс электрокоагуляционной очистки сточных вод основан на следующих реакциях
 а) $Al - 3e \rightarrow Al^{3+}$ $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$ $Al^{3+} + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3$
 б) $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$ $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$
 в) $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$ $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 12e \rightarrow 2Cr + 7H_2O$
 г) $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$ $Me^+ + ne^- \rightarrow Me^0$
48. Процесс электрофлотационной очистки сточных вод основан на следующих реакциях
 а) $Al - 3e \rightarrow Al^{3+}$ $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$ $Al^{3+} + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3$
 б) $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$ $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$
 в) $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$ $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 12e \rightarrow 2Cr + 7H_2O$
 г) $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$ $Me^+ + ne^- \rightarrow Me^0$

49. В качестве анодов при электрохимическом окислении используют
- графит, платину, диоксид свинца, рутения, нанесенные на титановую основу
 - молибден, сплавы вольфрама с железом или никелем, сталь
 - оксид алюминия, хлорид натрия, алюминий
50. В качестве катодов при электрохимическом окислении используют
- графит, платину, диоксид свинца, рутения, нанесенные на титановую основу
 - молибден, сплавы вольфрама с железом или никелем, сталь
 - оксид алюминия, хлорид натрия, алюминий
51. Регенерацию углей после адсорбции фенола проводят
- охлаждением, нитратом натрия
 - термическим способом, растворителями
 - горячей водой, растворами кислот
52. Термическую регенерацию углей после адсорбции фенола проводят в
- многополочных печах
 - скрубберах
 - адсорберах
53. Термическую регенерацию углей после адсорбции фенола проводят при температуре
- 370-430 °С
 - 570-630 °С
 - 770-830 °С
 - 870-930 °С
54. Регенерацию углей после адсорбции ПАВ проводят
- охлаждением, нитратом натрия
 - термическим способом, содой
 - горячей водой, растворами кислот, щелочей
55. Регенерацию анионита при очистке сточных вод от фенола производят
- 4-10%-м водным или водно-спиртовым растворами едкого натра
 - 4-10%-м водным или водно-спиртовым растворами нитрата натрия
 - метанолом
56. Регенерацию катионита при очистке сточных вод от фенола производят
- 4-10%-м водным или водно-спиртовым растворами едкого натра
 - 4-10%-м водным или водно-спиртовым растворами нитрата натрия
 - метанолом
57. В качестве катализаторов при термическом жидкофазном окислении используют
- натрий, калий
 - кальций, магний
 - фосфор, мышьяк
 - медь, марганец
58. К термоокислительным методам очистки сточных вод относятся
- парофазное окисление, жидкофазное окисление, огневое обезвреживание
 - фильтрование, отстаивание, процеживание
 - восстановление, окисление, нейтрализация
 - электродиализ, электрофлотация, электроосмос
59. Процесс парофазного окисления сточных вод проводят при температуре
- 800-1100 °С
 - 400-600 °С
 - 200-300 °С
 - 50-100 °С
60. Процесс жидкофазного окисления сточных вод проводят при температуре
- 800-1100 °С
 - 400-600 °С
 - 200-300 °С
 - 50-100 °С
71. Конечными продуктами термоокислительной очистки сточных вод от органических соединений являются
- углекислый газ и вода
 - метан и сероводород
 - азот и кислород
 - озон и водяной пар
72. Для обезвреживания органических примесей, которые окисляются микроорганизмами используют:
- механическую очистку
 - физико-химическую очистку
 - термическую очистку
 - биохимическую очистку
73. Биохимическую очистку сточных вод в аэробных условиях проводят в
- аэротенке
 - флотаторе
 - осветлителе
 - фильтре.
74. Биохимическую очистку сточных вод в анаэробных условиях проводят в
- аэротенке
 - флотаторе
 - осветлителе
 - метатенке.
75. Биохимическую очистку сточных вод в искусственных условиях проводят в
- аэротенке
 - биологическом пруду
 - циклоне
 - фильтре.
76. Очистку в биологическом пруду можно проводить при температуре
- 8 - -4 °С
 - 0 - 4 °С
 - 8- 12 °С
77. Сточная вода, очищаемая в аэротенке, должна иметь рН
- 1,5 - 4
 - 3,5 - 6
 - 6,5 - 9
78. По типу загрузочного материала биофильтры делят на устройства
- с объемной и плоской загрузкой
 - с вертикальной и горизонтальной загрузкой
 - с органической и неорганической загрузкой
79. Поля фильтрации – это
- железобетонные аэрируемые резервуары
 - сооружения, в корпусе которых размещается кусковая насадка (загрузка) и предусмотрены распределительные устройства для сточной воды

- в) специально подготовленные земельные участки, используемые для очистки сточных вод и в агрокультурных целях
 - г) специально подготовленные земельные участки, используемые для очистки сточных вод
80. Аэротенки – это
- а) железобетонные аэрируемые резервуары
 - б) сооружения, в корпусе которых размещается кусковая насадка (загрузка) и предусмотрены распределительные устройства для сточной воды
 - в) специально подготовленные земельные участки, используемые для очистки сточных вод и в агрокультурных целях
 - г) специально подготовленные земельные участки, используемые для очистки сточных вод

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

1. 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) - 60баллов,

2. Промежуточный контроль по дисциплине включает:

письменная контрольная работа - 100 баллов.

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

а) основная литература:

1. Родионов А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов: основы проектирования технологических процессов / А.И. Родионов, Ю.П. Кузнецов, Г.С. Соловьёв. - М.: Химия, 2005. - 386 с.
2. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учеб. пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. - М.: Высшая школа, 2003. - 344 с.
3. Физико-химические основы процессов очистки воды : учебное пособие / А. Ф. Никифоров, А. С. Кутергин, И. Н. Липунов [и др.]. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 164 с. — ISBN 978-5-7996-1618-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68500.html>.
4. Гасанова Ф.Г. Современные методы очистки сточных вод. Метод. указания к выполнению лабораторных работ. Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2005 - 28 с.

б) дополнительная литература:

1. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования - М.: Форум: ИНФРА-М, 2007, 2004. - 255 с
2. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. — 2-е изд. — Москва : Инфра-Инженерия, 2019. — 296 с. — ISBN 978-5-9729-0277-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/86589.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. 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>.
4. Корзун, Н. Л. Современные методы исследования очистки сточных вод : учебное пособие для лекционных и лабораторных занятий магистрантов специальности 270800 «Строительство», магистерской программы «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков (ВВм) / Н. Л. Корзун, И. Б. Кузнецов. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 166 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20415.html>.

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 овсех 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 регист-рации 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.

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. 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.

Практические занятия. В ходе практических занятий студент под руководством преподавателя выполняет практические 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
Методы очистки сточных вод	- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; - проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях; - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка; - работа с вопросами для самопроверки; - написание рефератов (эссе).
Механическая очистка воды	
Химическая очистка сточных вод	
Химические загрязнители воды	
Физико-химические методы очистки сточных вод	
Биологическая очистка воды	
Нормативы качества природных вод.	
Оценка качества природных вод.	
Загрязняющие вещества в водоемах	
Очистка сточных вод от тяжелых металлов и органических соединений	

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 «Современные методы очистки сточных вод» 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 ФГОС3+ 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 каждого 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. Выпрямитель
8. Амперметр
9. Вольтметр
10. Набор лабораторной посуды.
11. Необходимые реактивы.