

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Биологическая очистка муниципальных сточных вод

Кафедра неорганической химии и химической экологии
химический факультет

Образовательная программа

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

Профиль подготовки

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов

Уровень высшего образования

Магистратура

Форма обучения

Очно-заочная

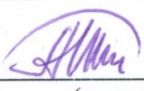
Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками
образовательных отношений, дисциплина по выбору

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины «Биологическая очистка муниципальных сточных вод» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии** (уровень магистратуры), утвержденный приказом Минобрнауки России от «07» августа 2020 г. №909.

Разработчик: кафедра неорганической химии и химической экологии, Исаев А.Б. к.х.н., доцент.

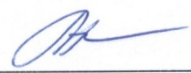
Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии
от «16» 01 2021г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «19» 02 2021г., протокол № 6

Председатель  Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «03» 03 2021г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Биологическая очистка муниципальных сточных вод» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, является дисциплиной по выбору ОПОП магистратуры по направлению 18.04.02 - 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 закономерностями биохимической очистки муниципальных сточных вод с использованием культивированных на активном иле бактерий.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника – ПК-10, ПК-12.

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 зачета, экзамена.

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		
3	144	32	10	22				112	зачет, экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биологическая очистка муниципальных сточных вод» является формирование знаний, связанных с закономерностями биохимической очистки муниципальных сточных вод с использованием культивированных на активном иле бактерий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Биологическая очистка муниципальных сточных вод» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, является дисциплиной по выбору ОПОП магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии и является дисциплиной по выбору.

До освоения дисциплины «Биологическая очистка муниципальных сточных вод» должны быть изучены следующие дисциплины «Физическая химия», «Массообменные процессы и аппараты», «Промышленная экология», «Охрана воздушного бассейна и утилизация газообразных выбросов», «Основы теории эксперимента и математической обработки результатов» и т.д.

При изучении указанных дисциплин формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Биологическая очистка муниципальных сточных вод».

Дисциплина «Биологическая очистка муниципальных сточных вод» является основой для осуществления научно-исследовательской работы, выполнения их магистерской диссертации, а также других дисциплин из учебного плана магистров.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-10. Владеет знаниями технологий глубокой переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства и способен их разрабатывать в том числе с использованием биотехнологий	ПК-10.1 Владеет знаниями об инновационных технологиях переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства	Знает: условия образования отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства, основные их физико-химические и химические характеристики. Умеет: определять возможность использования тех или иных методов обезвреживания отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства с позиций повышения экологической безопасности. Владеет: навыками расчетов основных технологических процессов утилизации отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа, Зачет экзамен
	ПК-10.2 Способен разрабатывать технологии	Знает: технологии утилизации отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства и системы обеспечения	Устный опрос, письменный

	переработки отходов с учетом современных достижений науки и техники в том числе с использованием биотехнологий	экологической безопасности производства с учетом современных достижений науки и техники, в том числе с использованием биотехнологий Умеет: создавать технологии утилизации отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства и системы обеспечения экологической безопасности производства с учетом современных достижений науки и техники, в том числе с использованием биотехнологий Владеет: приемами и методами разработки элементов технологии утилизации отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства и организации экологической безопасности производства с учетом современных достижений науки и техники, в том числе с использованием биотехнологий	ый опрос Контроль ная работа, Зачет экзамен
	ПК-10.3 Владеет знаниями о биологических методах очистки муниципальных сточных вод и переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства	Знает: существующие способы биологической очистки муниципальных сточных вод и переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства Умеет: осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по биологической очистке муниципальных сточных вод и переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства Владеет: навыками анализа процессов биологической очистки муниципальных сточных вод и переработки отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства и разработке рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений	Устный опрос, письменный опрос Контроль ная работа, Зачет экзамен
ПК-12 способен разрабатывать проекты биологической очистки почв, поверхностных и грунтовых вод;	ПК-12.1 способен разрабатывать технологии биологической очистки почв, поверхностных и грунтовых вод с учетом современных достижений науки и техники	Знает: современные технологии биологической очистки почв, поверхностных и грунтовых вод с учетом современных достижений науки и техники Умеет: разрабатывать технологии биологической очистки почв, поверхностных и грунтовых вод с учетом современных достижений науки и техники Владеет: навыками проведения исследований по разработке технологии биологической очистки почв, поверхностных и грунтовых вод с учетом современных достижений науки и техники	Устный опрос, письменный опрос Контроль ная работа, Зачет экзамен
	ПК-12.2 способен внедрять новые технологии на биологических очистных	Знает: основы проектирования биологических очистных сооружений Умеет: внедрять новые технологии на биологических очистных сооружениях обработки бытовых сточных вод	Устный опрос, письменный опрос Контроль

	сооружениях обработки бытовых сточных вод	Владеет: проектировать внедрять новые технологии на биологических очистных сооружениях обработки бытовых сточных вод	ная работа, Зачет экзамен
	ПК-12.3 способен осуществлять эксплуатацию существующего оборудования по биологической очистке почв, поверхностных и грунтовых вод	Знает: теоретические основы культивирования микроорганизмов и оборудование для культивирования, используемых на биологических сооружениях Умеет: определять эффективность биологической очистки оборудования почв, поверхностных и грунтовых вод Владеет: навыками эксплуатации оборудования по биологической очистке почв, поверхностных и грунтовых вод	Устный опрос, письменный опрос Контрольная работа, Зачет экзамен

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

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

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практически е занятия	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб		
	Модуль 1. Муниципальные сточные воды: состав, показатели.							
1	Состав и свойства сточных вод	3	1		4		14	Устный опрос, домашняя работа
2	Аэробные и анаэробные процессы	3	1		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	Итого по модулю 1:		2		8		26	Коллоквиум
	Модуль 2. Приемники муниципальных сточных вод							
1	Загрязнение водоемов сточными водами	3	2		2		14	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Оценка степени загрязненности воды органическими веществами	3	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	Итого по модулю 2:		4		6		26	Коллоквиум
	Модуль 3. Сооружения для биологической очистки сточных вод							
1	Аппаратура для биологической очистки сточных вод	3	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Биологические пруды	3	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа

	<i>Итого по модулю 3:</i>		4		8		24	Коллоквиум
	Модуль 4. Подготовка к экзамену							
1	Подготовка к экзамену	3					36	зачет, экзамен
	<i>Итого по модулю 4:</i>						36	зачет, экзамен
	ИТОГО:		10		22		112	зачет, экзамен

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Муниципальные сточные воды: состав, показатели.

Тема 1. Состав и свойства сточных вод. Нерастворенные вещества в сточных водах. Растворимые вещества в сточных водах. Минеральные и органические загрязнители. Основные показатели сточных вод. Бытовые сточные воды.

Тема 2. Аэробные и анаэробные процессы. Минерализация органических веществ. Биохимическая потребность в кислороде. Нитрификация и денитрификация. Реакция сточных вод. Бактериальное загрязнение сточных вод. Использование сточных вод.

Модуль 2. Приемники муниципальных сточных вод.

Тема 3. Загрязнение водоемов сточными водами. Естественное самоочищение водоемов. Разбавление сточных вод в водоемах. Влияние температуры и выпадающего осадка на процесс самоочищения водоема. Бактериальное загрязнение и самоочищение водоемов. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

Тема. 4. Оценка степени загрязненности воды органическими веществами. Химическое окисление. Биохимическое окисление. Соотношение между БПК₅ и ХПК. Измерение органического углерода. Измерение органического азота.

Модуль 3. Сооружения для биологической очистки сточных вод

Тема. 5. Аппаратура для биологической очистки сточных вод. Преаэраторы и биокоагуляторы. Биологические фильтры. Аэрофильтры. Аэротенки. Вторичные отстойники. Илоотделители. Поля фильтрации. Поля подземной фильтрации. Обработка сточных вод. Нейтрализация сточных вод. Реагентные установки. Сооружения для обработки осадка сточных вод. Уплотнители и сгустители осадка перед обезвоживанием или сбраживанием. Метантенки. Аэробные стабилизаторы.

Тема 6. Биологические пруды. Сооружения для насыщения очищенных сточных вод кислородом. Обеззараживание сточных вод. Сооружения для глубокой очистки сточных вод. Фильтры с зернистой загрузкой. Сетчатые барабанные фильтры. Утилизация осадков биологических водоочистных сооружений. Состав осадка и его паспортизация. Утилизация осадка сточных вод. Сооружения для механического обезвоживания осадка. Иловые площадки. Сооружения для обеззараживания, компостирования, термической сушки и сжигания осадка. Сооружения для хранения и складирования осадка.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Муниципальные сточные воды: состав, показатели.

Тема 1. Состав и свойства сточных вод. Определение состав муниципальных сточных вод.

Тема 2. Аэробные и анаэробные процессы. Биохимическая потребность в кислороде

Модуль 2. Приемники муниципальных сточных вод.

Тема 3. Загрязнение водоемов сточными водами. Определение органического углерода.

Тема. 4. Оценка степени загрязненности воды органическими веществами. Определение ХПК сточной воды.

Модуль 3. Сооружения для биологической очистки сточных вод

Тема. 5. Аппаратура для биологической очистки сточных вод. Реактор для культивирования бактерий. Нейтрализация сточных вод, обеззараживание гипохлоритом натрия.

Тема 6. Биологические пруды. Устройство оборудования биологической очистки сточных вод. Комплексная биологическая очистка термальных вод от фенола

5. Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии:

- ✓ на лекциях используется демонстративный материал в виде презентаций;
- ✓ решение ситуационных задач;
- ✓ расчетные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем и с консультацией преподавателя.

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 (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция) составляют 30% 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.
7. Подготовка к экзамену.

№	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, 8, 9 данного документа
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7, 8, 9 данного документа
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7, 8, 9 данного документа
4.	Подготовка к зачету.	Устный или письменный опрос, либо компьютерное тестирование.	См. разделы 7, 8, 9 данного документа
5.	Подготовка к экзамену.	Компьютерное тестирование или опрос по экзаменационным билетам	См. разделы 7, 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 либо в виде устного экзамена, либо в форме тестирования.

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. Муниципальные сточные воды: состав, показатели.
2. Нерастворенные вещества в сточных водах.
3. Растворимые вещества в сточных водах.
4. Минеральные и органические загрязнители.
5. Основные показатели сточных вод.
6. Бытовые сточные воды.
7. Аэробные и анаэробные процессы.
8. Минерализация органических веществ.
9. Биохимическая потребность в кислороде.
10. Нитрификация и денитрификация.
11. Реакция сточных вод.
12. Бактериальное загрязнение сточных вод.
13. Использование сточных вод.
14. Приемники муниципальных сточных вод.
15. Загрязнение водоемов сточными водами.
16. Естественное самоочищение водоемов.
17. Разбавление сточных вод в водоемах.
18. Влияние температуры и выпадающего осадка на процесс самоочищения водоема.
19. Бактериальное загрязнение и самоочищение водоемов.
20. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.
21. Оценка степени загрязненности воды органическими веществами.
22. Химическое окисление.
23. Биохимическое окисление.
24. Соотношение между БПК₅ и ХПК.
25. Измерение органического углерода.
26. Измерение органического азота.
27. Сооружения для биологической очистки сточных вод
28. Аппаратура для биологической очистки сточных вод.
29. Преаэраторы и биокоагуляторы.
30. Биологические фильтры.
31. Аэрофильтры.
32. Аэротенки.
33. Вторичные отстойники.
34. Илоотделители.
35. Поля фильтрации.
36. Поля подземной фильтрации.
37. Биологические пруды.
38. Сооружения для насыщения очищенных сточных вод кислородом.
39. Обеззараживание сточных вод.

40. Сооружения для глубокой очистки сточных вод.
41. Фильтры с зернистой загрузкой.
42. Сетчатые барабанные фильтры.
43. Физико-химическая обработка сточных вод после биологической очистки
44. Обработка сточных вод.
45. Нейтрализация сточных вод.
46. Реагентные установки.
47. Сооружения для обработки осадка сточных вод.
48. Уплотнители и сгустители осадка перед обезвоживанием или сбраживанием.
49. Метантенки.
50. Аэробные стабилизаторы.
51. Утилизация осадков биологических водоочистных сооружений.
52. Состав осадка и его паспортизация.
53. Утилизация осадка сточных вод.
54. Сооружения для механического обезвоживания осадка.
55. Иловые площадки.
56. Сооружения для обеззараживания, компостирования, термической сушки и сжигания осадка.
57. Сооружения для хранения и складирования осадка.

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) основная литература:

1. Калыгин В.Г. Промышленная экология. - М.: Академия, 2007, 2006. - 431 с.
2. Барабаш, Н. В. Биохимические методы очистки сточных вод : учебное пособие / Н. В. Барабаш. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 98 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/63076.html> (дата обращения: 27.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

3. Витковская, Р. Ф. Техника и технология защиты окружающей среды. Биологическая очистка сточных вод : учебное пособие / Р. Ф. Витковская, А. Н. Петров. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. — 80 с. — ISBN 978-5-7937-1561-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102567.html> (дата обращения: 27.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102567>

б) дополнительная литература:

1. Корзун, Н. Л. Биотехнологии очистки сточных вод городов и предприятий : учебное пособие для лекционных и практических занятий магистрантов специальностей 270800 «Строительство», магистерской программы 27080.68 «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков» (ВВм) / Н. Л. Корзун. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 187 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20405.html> (дата обращения: 27.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Бычкова, О. В. Экологическая биотехнология. Ч. 1. Биологическая очистка сточных вод : учебное пособие / О. В. Бычкова. — Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2021. — 100 с. — ISBN 978-5-4377-0137-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111171.html> (дата обращения: 27.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> — Яз. рус., англ.

2. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [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/>

3. 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.

4. Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Нац. электрон. б-ка. — Москва — .Режим доступа: <https://нэб.рф>. — Яз. рус., англ.

5. ProQuest Dissertation &Theses Global (PQDT Global) [Электронный ресурс]: база данных зарубежных диссертаций. — Режим доступа: <http://search.proquest.com/>

6. Springer Nature [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства SpringerNature - Режим доступа: <https://link.springer.com/>
<https://www.nature.com/siteindex/index.html>
<http://materials.springer.com/>
<http://www.springerprotocols.com/>
<https://goo.gl/PdhJdo>
<https://zbmath.org/>. – Яз., англ.
7. Королевское химическое общество (Royal Society of Chemistry) [Электронный ресурс]: журналы издательства. – Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/>. – Яз., англ.
8. Американское химическое общество (ACS) [Электронный ресурс]: база данных полнотекстовых научных журналов Американского химического общества (ACS) коллекции Core+. – Режим доступа: <http://pubs.acs.org> . – Яз., англ.
9. American Physical Society (APS) [Электронный ресурс]: журналы издательства American Physical Society(Американского физического общества). - Режим доступа: <http://journals.aps.org/about>. – Яз., англ.
10. SAGE Premier[Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства SAGE Premier. – Режим доступа: <http://journals.sagepub.com/>. – Яз., англ.
- 11.Журнал «Катализ в промышленности»
<http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1556908>
- 12.Журнал «Химия в интересах устойчивого развития»
<http://www.sibran.ru/journals/KhUR/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Лекционный курс. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, с целью формирования у студентов знаний и умений в области процессов и аппаратов в химической технологии. 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
Моделирование реакторов каталитических реакций	-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;
Каскадные каталитические реакции.	
Физическая и химическая адсорбция на поверхности твердых тел	
Роль электронов в каталитических свойствах твердых тел	
Свойства твердого тела и каталитическая активность в кислотно-основных реакциях	
Кислотно-основные реакции	
Каталитические реакции полимеризации	

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 «Каталитические технологии защиты окружающей среды» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

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

В соответствии с требованиями ФГОС 3+ 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). Имеется компьютерный класс для проведения некоторых лабораторных занятий.

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. Оборудование химического факультета и Центра коллективного пользования «Аналитическая спектроскопия»: Атомноабсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Микроволновая система минерализации проб под давлением, TOPwavelV, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Система капиллярного электрофореза, Капель-105М, ЛЮМЕКС, Санкт-Петербург; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; Лабораторная экстракционная система, SFE1000M1-2-FMC-50, Waters, США; Хромато-масс-спектрометр, 7820 Маэстро, США, Россия; Высокоэффективный жидкостной хроматограф, Agilent 1220 Infinity, США.

2. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.

3. Весы теххимические Leki B5002.

4. Дистиллятор А-10.

5. Вытяжной шкаф

6. Сушильный шкаф

7. Муфельная печь

8. Установка для фотокаталитического окисления органических соединений

9. Титановые пластины

10. Набор лабораторной посуды.

11. Необходимые реактивы.