

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР и КО

_____ Льянова С.А.

« 29 » июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СОРБЕНТЫ В ХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

Факультет: химико-биологический

Направление подготовки /специальность: 04.05.01

Фундаментальная и прикладная химия

Программа: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очная

**МАГАС
2023**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями изучения дисциплины «Модифицированные сорбенты в химическом анализе» являются:

- получение глубоких теоретических основ по способам применения модифицированных природных и синтетических материалов в анализе;
- освоение и практическое применение современной аппаратуры по установлению механизма сорбции синтезированных модифицированных сорбентов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Модифицированные сорбенты в химическом анализе» относится к обязательной части Блока 1; изучается в 8-м семестре.

Данный курс опирается на знания, полученные студентами при изучении органической, физической и аналитической химии и физических методов исследования.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Модифицированные сорбенты в химическом анализе» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Модифицированные сорбенты в химическом анализе»	Семестр изучения
Б1.О.12	Математика	1,2
Б1.О.13	Физика	1,2
Б1.О.18	Аналитическая химия	3,4
Б1.О.16	Физические методы исследования	8

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Модифицированные сорбенты в химическом анализе» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, последующие дисциплине «Модифицированные сорбенты в химическом анализе»	Семестр изучения
Б1.В.05	Теоретические основы неорганической химии	10
Б1.В.ДВ.03.01	Химия и технология нефти и газа	8

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- принципы работы и уметь работы на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований;
- необходимость и способность приобретения новых знаний с учетом современных научных методов.

Уметь:

- анализировать научную литературу в области современных сорбционно-спектроскопических методов анализа;
- использовать современные научные методы для решения прикладных задач.

Владеть:

- теорией и навыками практической работы в области сорбционно-спектроскопического и хроматографического анализа;
- современными научными методами на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание при выполнении профессиональных обязанностей.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Таблица 3.1.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
Универсальные компетенции и индикаторы их достижения			
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способности ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания	Знать: свои личностные особенности и ресурсы Уметь: адекватно оценивать свои способности и возможности в соответствии конкретной ситуации Владеть: навыками самодиагностики личностных коммуникативных способностей в деловом взаимодействии

		УК-6.2 Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности	Знать: способы самосовершенствования своей деятельности с учетом своих личностных, деловых, коммуникативных качеств. Уметь: определять приоритеты личностного и профессионального роста. Владеть: приемами целеполагания и планирования своей профессиональной деятельности
		УК-6.3 Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда	Знать: возможные варианты решения типичных задач. Уметь: использовать инструменты непрерывного самообразования. Владеть: методиками саморазвития и самообразования
Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения			
ОПК-1	Способен анализировать интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, правила ТБ Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам
		ОПК-1.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	Знать: методы получения, идентификации исследования веществ (материалов), стандартные обработки результатов эксперимента Владеть: навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов Уметь: проводить многостадийный синтез, выбирать методы диагностики веществ материалов, проводить стандартные измерения, обрабатывать результаты эксперимента

Профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения			
ПК-3	Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	ПК-3.1. Владеет навыками поиска необходимой информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных) ПК-3.2. Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знать: методы ведения конструкторских работ и технологических испытаний Уметь: оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания Владеть: знаниями по видам конструкторских работ и технологических испытаний в выбранной области профессии.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	8 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия	88	88
Лекции	44	44

Лабораторные занятия	44	44
Самостоятельная работа студентов	56	56

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 5.1.

5.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной ра боты, включая самост. работу			Форма текущего контроля успеваемости.
			Лек ции	лабор. раб.	СРС	
	Модуль 1. Теоретические основы сорбционных процессов					
1	Тема 1. Сорбционные процессы и технологии на их основе. Основные понятия и термины. Механизм сорбционных процессов. Физическая сорбция и хемосорбция. Удельная поверхность сорбентов, методы ее определения.	8	4	4	8	тестирование
2	Тема 2. Сорбенты: их классификация, состав, свойства и применение. Иониты: их классификация, строение и кислотно-основные свойства. Теория ионного обмена. Выбор оптимальных условий использования ионита.	8	4	4	8	контрольная работа № 1
	Модуль 2. Физико-химические свойства и технологические показатели сорбентов.					

3	Тема 3. Физико-химические характеристики сорбентов. Влажность, кажущийся объем, насыпной вес сорбента. Истинная плотность и коэффициент набухания ионита. Методы их определения.	8	6	6	8	тестирование
4	Тема 4. Технологические показатели сорбентов. Статическая, динамическая и полная обменные емкости ионитов. Методы их определения.	8	6	6	6	тестирование
Модуль 3. Основные закономерности сорбционных процессов						
5	Тема 5. Кинетические свойства сорбентов. Константа скорости реакции ионного обмена.	8	6	6	6	тестирование
6	Тема 6. Сорбционное равновесие. Изотермы сорбции и их характеристики. Уравнение изотермы моно- и полимолекулярной адсорбции. Определение максимальной сорбционной емкости сорбента. Зависимость обменной емкости от величины pH.	8	6	6	6	тестирование
Модуль 4. Применение сорбентов в химической технологии						
7.	Тема 7. Технология получения химических соединений на	8	6	6	8	контрольная работа 2

	основе сорбционных процессов. Технология ионообменного синтеза заданного продукта. Выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей.					
8	Тема 8. Сорбционные технологии в экологии и медицине. Сорбционные методы очистки воды и газов. Лекарственные препараты для детоксикации организма. Энтеросорбенты, теория и практика их использования.	8	6	6	6	тестирование
Итого:			44	44	56	

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1. Теоретические основы сорбционных процессов

Тема 1. Сорбционные процессы и технологии на их основе. Основные понятия и термины. Механизм сорбционных процессов. Физическая сорбция и хемосорбция. Удельная поверхность сорбентов, методы ее определения.

Тема 2. Сорбенты: их классификация, состав, свойства и применение. Иониты: их классификация, строение и кислотно-основные свойства. Теория ионного обмена. Выбор оптимальных условий использования ионита.

Модуль 2. Физико-химические свойства и технологические показатели сорбентов.

Тема 3. Физико-химические характеристики сорбентов. Влажность, кажущийся объем, насыпной вес сорбента. Истинная плотность и коэффициент набухания ионита. Методы их определения.

Тема 4. Технологические показатели сорбентов. Статическая, динамическая и полная обменные емкости ионитов. Методы их определения.

Модуль 3. Основные закономерности сорбционных процессов.

Тема 5. Кинетические свойства сорбентов. Константа скорости реакции ионного обмена.

Тема 6. Сорбционное равновесие. Изотермы сорбции и их характеристики. Уравнение изотермы моно- и полимолекулярной адсорбции. Определение максимальной сорбционной емкости сорбента. Зависимость обменной емкости от величины pH.

Модуль 4. Применение сорбентов в химической технологии.

Тема 7. Технология получения химических соединений на основе сорбционных процессов. Технология ионообменного синтеза заданного продукта. Выбор сорбента для

очистки органических препаратов от примесей.

Тема 8. Сорбционные технологии в экологии и медицине. Сорбционные методы очистки воды и газов. Лекарственные препараты для детоксикации организма. Энтеросорбенты, теория и практика их использования.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподнесение теоретического материала осуществляется с применением электронных средств обучения.

Некоторые разделы теоретического курса рассматриваются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются письменные и устные контрольные работы.

Теоретический материал закрепляется при выполнении лабораторных работ. Работа выполняется студентами в малых группах (2-3 человека). Каждая группа получает индивидуальное исследовательское задание в рамках темы лабораторной работы. Отчеты по лабораторным работам защищаются.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Лекционные занятия проводятся 1 раз неделю в объеме 2 часов и 2 часов лабораторных занятий в 8 семестре. После окончания изучения каждой темы студенты проходят тестирование, собеседование, выполняют контрольные работы.

7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Комиссаренков А.А. Сорбционные технологии. Определение свойств сорбентов. Учебно-методическое пособие. – СПбГТУРП, 2015.
2. Лурье А.А. Сорбенты и хроматографические носители: справочник. – М.:Химия, 1972. 320 с.
3. Технологии химической активации неорганических природных минеральных сорбентов. – Казань: КНИТУ, 2009. 118 с.

7.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 7.1..

Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
----------------------	---	--------------	--------------

1.	Сорбционные процессы и технологии на их основе. Основные понятия и термины. Механизм сорбционных процессов. Физическая сорбция и хемосорбция. Удельная поверхность сорбентов, методы ее определения.	8	собеседование, тестовый контроль
2.	Сорбенты: их классификация, состав, свойства и применение. Иониты: их классификация, строение и кислотно-основные свойства. Теория ионного обмена. Выбор оптимальных условий использования ионита.	8	собеседование, тестовый контроль
3.	Физико-химические характеристики сорбентов. Влажность, кажущийся объем, насыпной вес сорбента. Истинная плотность и коэффициент набухания ионита. Методы их определения.	8	собеседование, тестовый контроль
4.	Технологические показатели сорбентов. Статическая, динамическая и полная обменные емкости ионитов. Методы их определения.	6	собеседование, тестовый контроль
5.	Сорбционное равновесие. Изотермы сорбции и их характеристики. Уравнение изотермы моно- и полимолекулярной адсорбции. Определение максимальной сорбционной емкости сорбента. Зависимость обменной емкости от величины pH.	6	собеседование, тестовый контроль
6.	Сорбционное равновесие. Изотермы сорбции и их характеристики. Уравнение изотермы моно- и полимолекулярной адсорбции. Определение максимальной сорбционной емкости сорбента. Зависимость обменной емкости от величины pH.	6	собеседование, тестовый контроль
7	Технология получения химических соединений на основе сорбционных процессов. Технология ионообменного синтеза заданного продукта. Выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей.	8	собеседование, тестовый контроль
8.	Сорбционные технологии в экологии и медицине. Сорбционные методы очистки воды и газов. Лекарственные препараты для детоксикации организма. Энтеросорбенты, теория и практика их использования.	6	собеседование, тестовый контроль

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы для собеседования:

1. Сорбционное взаимодействие. Понятия: сорбция и адсорбция, сорбаты и сорбенты.

2. Причины, механизм и термодинамика сорбционных процессов. Энергия Гиббса.
3. Природа сорбционных сил. Физическая сорбция и хемосорбция. Энергия сорбционного взаимодействия.
4. Обратимость сорбционных процессов.
5. Ионообменная сорбция.
6. Удельная поверхность материала, как критерий оценки поверхностной активности сорбента.
7. Пористая структура сорбентов. Классификация сорбентов по размеру и однородности пор.
8. Классификация сорбентов по природе и происхождению исходного сырья. Примеры.
9. Природные и синтетические иониты.
10. Физико-химические характеристики сорбентов, методы их определения.
11. Кинетические свойства сорбентов и критерии их оценки.
12. Кинетические кривые сорбции, их построение и анализ.
13. Сорбционное равновесие. Равновесие ионного обмена.
14. Применение сорбентов в химической технологии органических и неорганических веществ.
15. Применение сорбентов в аналитической химии.

Примерные тестовые задания

1. Указать неподвижную фазу в распределительной бумажной хроматографии: а) твердый сорбент; б) вода, закрепленная в порах хроматографической бумаги; в) компоненты смеси; г) органический растворитель.
2. Хроматографические методы основаны на использовании процессов: а) осаждения и соосаждения; б) сорбции и десорбции; в) экстракции и реэкстракции; г) всех перечисленных.
3. Величина коэффициента разделения характеризует: а) качественный состав пробы; б) количественное содержание компонентов пробы; в) полноту разделения компонентов пробы; г) адсорбционные свойства сорбента.
4. Укажите параметр, характеризующий хроматографическую колонку: а) химический состав сорбента; б) природа неподвижной фазы; в) высота колонки; г) материал колонки.
5. Кратность абсолютного концентрирования при извлечении вещества из 500 мл водной фазы в 20 мл экстракта равна: а) 25; б) 100; в) 10; г) 250.
6. Закончите формулировку: метод ионообменной хроматографии основан на: а) распределении вещества между двумя жидкими фазами; б) обратимом стехиометрическом обмене ионов, содержащихся в растворе, на ионообменные группы ионита; в) различиях в адсорбционных свойствах распределяемых компонентов; г) различной подвижности ионов.
7. Закончить формулировку: сорбционную способность ионита количественно характеризует: а) удельная поверхность; б) размер частиц ионита; в) обменная емкость; г) коэффициент распределения.
8. Метод разделения, основанный на различной растворимости соединений смеси: а) хроматография; б) жидкостная экстракция; в) твердофазная экстракция; г) осаждение.
9. Метод ионообменной хроматографии основан на: а) растворимости; б) адсорбции; в) ионном обмене; г) экстракции.
10. В основе хроматографических методов лежат процессы: а) осаждения и соосаждения; б) сублимации и отгонки; в) сорбции и десорбции; г) дистилляции.
11. Каким параметром характеризуется относительное сродство вещества к сорбенту: а) зарядом; б) концентрацией; в) ионным радиусом; г) всеми перечисленными.

12. Какой из способов получения сорбатов более эффективен: а) ковалентная иммобилизация; б) нековалентная иммобилизация; в) физическая сорбция; г) все перечисленные.
13. Внешние факторы, влияющие на ионообменные свойства сорбентов: а) температура; б) кислотность среды; в) облучение; г) все перечисленные.
14. Преимущества природных органических сорбентов (гуминовые вещества, бурые угли, торф, целлюлоза и др.): а) высокая сорбционная емкость; б) низкая стоимость; в) химическая стоимость; г) все перечисленные.
15. Какой из неорганических сорбентов может быть и анионитом и катионитом в зависимости от термической обработки: а) Al_2O_3 ; б) SiO_2 ; в) $C_{акт}$; г) все перечисленные.

Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Примерная тематика рефератов

1. Адсорбционная хроматография и ее место в практике анализа.
2. Адсорбционно-комплексобразовательная хроматография, применение в анализе.
3. Ионообменная хроматография и ее место в практике анализа.
4. Трехфазная спектрофотометрия, применение в анализе.
5. Сорбционно-спектроскопическое определение неметаллов в природных объектах.
6. Концентрирование и определение тяжелых металлов с использованием модифицированных сорбентов.
7. Аналитическое применение модифицированных ионообменников.

8. Сорбционное концентрирование и раздельное определение в фазе сорбента методами диффузионного отражения.
9. Модифицированные и иммобилизованные органические реагенты.
10. Возможности использования цифрового фотосенсора в сорбционно-спектроскопических методах анализа.
11. Электродоактивные вещества на основе ионных ассоциатов с катионными красителями и ионометрии.
12. Применение силикагелей химически модифицированных сера-, азотсодержащими группами, для сорбционного концентрирования и определения благородных и цветных металлов.
13. Пленочные сенсоры на основе пластифицированных модифицированных сорбентов и применение в анализе.
14. Потенциометрический сенсор для определения лекарственных форм на основе модифицированных сорбентов.
15. Твердофазная спектроскопия – эффективный метод определения тяжелых металлов в пищевых объектах.

Критерии оценивания реферата

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если работа студента написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснованна, в работе присутствуют ссылки на нормативно-правовые акты, примеры из судебной практики, мнения известных учёных в данной области. Студент в работе выдвигает новые идеи и трактовки, демонстрирует способность анализировать материал.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если работа написана грамотным научным языком, имеет чёткую структуру и логику изложения, точка зрения студента обоснованна, в работе присутствуют ссылки на нормативно-правовые акты, примеры из судебной практики, мнения известных учёных в данной области.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент выполнил задание, однако не продемонстрировал способность к научному анализу, не высказывал в работе своего мнения, допустил ошибки в логическом обосновании своего ответа.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не выполнил задание, или выполнил его формально, ответил на заданный вопрос, при этом не ссылаясь на мнения учёных, не трактовал нормативно-правовые акты, не высказывал своего мнения, не проявил способность к анализу, то есть в целом цель реферата не достигнута.

Вопросы к экзамену

1. Сорбционное взаимодействие. Понятия: сорбция и адсорбция, сорбаты и сорбенты.
2. Причины, механизм и термодинамика сорбционных процессов. Энергия Гиббса.

3. Природа сорбционных сил. Физическая сорбция и хемосорбция. Энергия сорбционного взаимодействия.
4. Обратимость сорбционных процессов.
5. Ионообменная сорбция.
6. Удельная поверхность материала, как критерий оценки поверхностной активности сорбента.
7. Пористая структура сорбентов. Классификация сорбентов по размеру и однородности пор.
8. Классификация сорбентов по природе и происхождению исходного сырья. Примеры.
9. Природные и синтетические иониты.
10. Физико-химические характеристики сорбентов, методы их определения.
11. Кинетические свойства сорбентов и критерии их оценки.
12. Кинетические кривые сорбции, их построение и анализ.
13. Сорбционное равновесие. Равновесие ионного обмена.
14. Применение сорбентов в химической технологии органических и неорганических веществ.
15. Применение сорбентов в аналитической химии.
16. Механизм, основные стадии и кинетика ионного обмена.
17. Определение лимитирующей стадии ионного обмена методом прерывания сорбции.
18. Характеристика внутридиффузионных процессов сорбции. Коэффициент диффузии.
19. Математическое моделирование кинетики сорбции.
20. Изотермы сорбции, их построение, формы и анализ.
21. Классификация изотерм сорбции. Выбор модели изотермы сорбции.
22. Изотерма адсорбции Фрейндлиха на неоднородной поверхности сорбента.
23. Уравнение изотермы Фрейндлиха и вычисление ее констант.
24. Критерии оценки природы сорбционного взаимодействия на основе кинетических кривых и изотерм сорбции.
25. Методы поверхностного модифицирования сорбционных материалов.
26. Поверхностная модификация сорбентов методом электромагнитной обработки.
27. Назначение и использование сорбентов в гидрометаллургической промышленности.
28. Сорбционные технологии для подготовки воды в теплоэнергетике и в химической промышленности.
29. Сорбционные методы очистки сточных вод от ионов жесткости и тяжелых металлов.
30. Ионообменный синтез сорбента с заданными свойствами.
31. Выбор сорбента для очистки органических перпаратов от примесей.
32. Применение сорбционных процессов в медицине и фармакологии.
33. Сорбционные методы концентрирования и очистки крови.
34. Сорбционные свойства энтеросорбентов.
35. Применение сорбентов в производстве минеральных удобрений.

Критерии оценки ответа на экзамене

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает

	<p>решения практического задания;</p> <p>3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);</p> <p>4. Самостоятельность ответа;</p> <p>5. Культура речи;</p> <p>6. и т.д.</p>	<p>дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.</p>
Хорошо (базовый уровень)		<p>Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.</p>
Удовлетворительно (пороговый уровень)		<p>Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.</p>
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		<p>Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при</p>

		дополнительных наводящих вопросах преподавателя.
--	--	--

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебная литература:

а) основная:

1. Комиссаренков А.А. Сорбционные технологии. Определение свойств сорбентов. Учебно-методическое пособие. – СПбГТУРП, 2015.
2. Лурье А.А. Сорбенты и хроматографические носители: справочник. – М.:Химия, 1972. 320 с.
3. Технологии химической активации неорганических природных минеральных сорбентов. – Казань: КНИТУ, 2009. 118 с.
4. Рудаков О.Б. Сорбаты, сорбенты и элюенты. – монография. – Воронеж, 216. – 205 с.

б) дополнительная:

1. Основы аналитической химии. В 2-х томах. Под редакцией Ю.А.Золотова. – М.: Академия, 2012. – 407 с.
2. Федоров В.А. Аналитическая химия. Введение в количественный анализ. Учебное пособие. – СПб: СПбГТУРП, 2011. – 45 с.

9.2. Интернет-ресурсы:

<http://fizrast.ru/sitemap.html>
<http://www.don-agro.ru>
<http://xn-80abucjiibhv9a.xn-plai/>
<http://www.agroxxi.ru/> (РГБ)
<http://elibrary.rsl.ru> Научная электронная библиотека
<http://elibrary.ru/default.asp> Российская национальная библиотека
<http://primo.nl.ru> <http://nbmgu.ru> Электронная библиотека Российской государственной библиотеки

9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
 - 1.1. Microsoft Windows 7
 - 1.2. Microsoft Office 2007
 - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
 - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32

1.5. Справочно-правовая система «Гарант»

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Таблица 9.1.

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	http://polpred.com/news
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://www.studentlibrary.ru -
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://e.lanbook.com -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При чтении лекционного курса используется интерактивная доска.

Часть лабораторных работ выполняется в лаборатории «Физико-химические методы исследования» ИнГГУ.

Теоретический курс:

1. Лекции, презентации
2. Контрольные тесты.
3. Варианты заданий для контрольных работ.
4. Набор реактивов и оборудования для лекционных опытов.

Лабораторный практикум:

1. Тематика и описание лабораторных работ (специально разработанный и изданный лабораторный практикум для студентов химического направления).
2. Набор химических реактивов к каждой лабораторной работе.
3. Лабораторные установки, оборудование.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Модифицированные сорбенты в химическом анализе» направлена на формирование компетенций: УК-6, ОПК-1, ПК-3.

Промежуточная аттестация предполагает экзамен.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала для бакалавров необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, экзамену. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Модифицированные сорбенты в химическом анализе» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01. «Фундаментальная и прикладная химия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652

Программу составила: к.х.н., доцент кафедры химии Темирханов Б.А.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 10 от «20» июня 2023 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом химико-биологического факультета

Протокол заседания № 10 от «26» июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

Протокол заседания № 10 от «28» июня 2023 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой