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

Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УМР
_____ Кодзоева Ф.Д.
«25» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АДСОРБЦИЯ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Факультет: химико-биологический

Направление подготовки /специальность: 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки: «Физическая химия»

Программа подготовки: академическая магистратура

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

МАГАС
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления» являются:

- ознакомление с современными представлениями теории адсорбции, поверхностно-капиллярных и коллоидных явлений в системах с разной молекулярной структурой, изучение поверхностных явлений, химических сил, действующих на поверхности;
- описание вещества как фазовой системы.
- определение основных текстурных характеристик (удельной поверхности и пористости) различных материалов и установления ряда фундаментальных закономерностей формирования текстурных характеристик на типовых стадиях синтеза различных гетерогенных систем.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	A	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	A/01.6	6
				Воспитательная деятельность	A/02.6	6
				Развивающая деятельность	A/03.6	6
	B	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ Проведение работ в области химии	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	B/03.6	6

26.008 Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий	А	Мониторинг состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий	6	Осуществление экологической оценки состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий	А/01.6	6
				Оценка риска и осуществление мер профилактики возникновения очагов вредных организмов на поднадзорных территориях с применением природоохранных биотехнологий	А/02.6	6
				Разработка маркерных систем и протоколов проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов	А/06.6	6
				Составление прогнозных оценок влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий	А/04.6	6

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Адсорбция и поверхностные явления» относится к дисциплинам по выбору Б1. В.ДВ.3. Изучается во 2 семестре.

Дисциплина «Адсорбция и поверхностные явления» представляет собой теоретическую основу для углубленного изучения термодинамики и физической химии в целом, а также изучения таких курсов химического профиля как коллоидной химии, химии твердого тела, химической технологии, физико-химических методов исследования.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины: неорганическая химия, квантовая химия, физика, математика.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Адсорбция и поверхностные явления»	Семестр
Б1.В.ОД.5	Статистическая термодинамика конденсированных систем	1
Б1.В.ОД.7	Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория необратимых процессов	1
Б1.В.ДВ.4	Основные методы анализа	1

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Адсорбция и поверхностные явления»	Семестр
Б1.В.ОД.4	Химическая динамика элементарных процессов, катализ.	3
Б1.В.ОД.8	Современные проблемы физической химии	3
Б1.В.ДВ.5	Химическая кинетика и механизмы химических реакций	3

Связь дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления» со смежными дисциплинами

Таблица 2.3.

Код дисциплины	**Дисциплины, смежные с дисциплиной** «Адсорбция и поверхностные явления»	**Семестр**
Б1.В.01	Современные проблемы физической химии	4
Б1.В.10	Термодинамика растворов	4

В результате освоения дисциплины магистрант должен

Знать:

- физико-химические процессы, происходящие на поверхности и в пористом пространстве твердого тела при адсорбции, массообмене на молекулярном уровне и уровне наночастиц на типовых стадиях формирования твердой структуры;

- основные подходы, используемые для моделирования геометрической структуры твердых материалов;

- роль адсорбции и поверхностных явлений как теоретического фундамента современной физической химии и ее роли в современной химии;
- о возможностях применения основ дисциплины к решению практических задач.

Уметь:

- использовать закономерности поверхностно-капиллярных явлений и молекулярной химии для оптимизации формирования структуры катализаторов и носителей;
- исследовать процесс адсорбции и структуру поверхности;
- продемонстрировать связь фундаментальных экспериментов с теорией;
- самостоятельно формулировать задачу физико-химического исследования в химических системах;
- пользуясь полученными знаниями, уметь выбирать оптимальные пути и методы решения поставленных задач;
- проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов ФХМА;
- проводить физико-химические расчеты;
- пользоваться справочной литературой;
- графически отображать полученные зависимости;
- анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований;
- вести научную дискуссию.

Владеть:

- физико-химическими методами исследования веществ;
- приборной базой для физико-химических исследований.
- методами проведения адсорбционных экспериментов для определения удельной поверхности, пористости, распределения частиц и пор по характерным размерам;
- методами построения изотерм адсорбции и адсорбционного анализа.

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:

а) универсальные (УК) – УК-6

б) общепрофессиональных (ОПК) - ОПК-2;

б) профессиональных (ПК) - ПК-3.

Таблица 3.1.

Матрица связи компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины с временными этапами освоения ее содержания

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения:			
УК-6.	**Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки**	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 с соответствием 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
		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 (ОПК) и индикаторы их достижения			
ОПК-2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	**ОПК-2.1.** 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-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных эксперимен-	**Знать:** методы получения, идентификации Исследования веществ (материалов), Стандартные обработки результатов эксперимента **Владеть:** навыками проведения

		тальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	эксперимента и методами обработки его результатов **Уметь:** проводить многостадийный синтез, выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения, обрабатывать результаты эксперимента
ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работы выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	**ПК-3-1.** Систематизирует информацию, получен-ную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными. ПК-3.2. Определяет во-зможные направления развития работ и перспек-тивы практического применения полученных результатов	**Знать:** принципы работы на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований. **Уметь:** работать на современной научной аппаратуре при про-ведении научных исследований, выбирать средства измерений, методику анализа, оценивать уровень загрязнений; анализировать современные материалы и средства регистрации информации; делать выбор средств и материалов регистрации информации при проведении научных исследований. **Владеть:** навыками выбора оптимального метода исследования функциональных материалов в зависимости от объема и целей исследования для решения поставленных задач на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных .

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Адсорбция и поверхностные явления»

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, **108** час.

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	2 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия	68	68
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС)	40	40

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

Таблица 4.2.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*						
			Контактная работа					Самостоятельная работа										
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Другие виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект) и др.
1.	Основные положения дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления».	2	8	4	4	-	-	8	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
2.	Химия поверхности и структура адсорбентов	2	14	8	6	-	-	8	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
3.	Теория адсорбции газов и структура адсорбентов	2	14	6	8	-	-	8	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
4.	Термодинамика адсорбции из газовой фазы на твердом	2	16	8	8	-	-	8	-	-	-	-	1	1	-	-	-	
5.	Хроматография. Хроматографический адсорбционный анализ	2	16	8	8	-	-	8	-	-	-	-	1	1	-	1		

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

В разделе 4.2. программы учебной дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления» приводятся краткие аннотации структурных единиц материала дисциплины. Содержание

дисциплины структурируется по разделам, темам или модулям и раскрывается в аннотациях рабочей программы с достаточной полнотой, чтобы обучающиеся могли изучать материал самостоятельно, опираясь на программу.

Темы учебных занятий (общая трудоемкость учебной дисциплины —5 зачетных единиц

Таблица 4.3.

Раздел, тема	Содержание программы учебной дисциплины
Раздел 1.	**Основные положения**
	Поверхностное натяжение. Термодинамика однокомпонентных систем с поверхностью раздела. Образование центов конденсации. Краевой угол и сцепление с поверхностью. Поверхностное натяжение растворов. Уравнение Гиббса. Поверхностное давление. Метод абсолютных концентраций (или полного содержания) и метод избытков Гиббса.
Раздел 2.	**Химия поверхности и структура адсорбентов**
	Классификация адсорбентов по химической природе, геометрической структуре и среднему диаметру пор. Классификация адсорбентов и молекул адсорбатов по способности к различным видам межмолекулярных взаимодействий (классификация А.В.Киселева). Классификация пористых адсорбентов по размеру пор (классификация М.М.Дубинина) Адсорбционное и химическое модифицирование поверхности адсорбентов. Типы адсорбентов. Графитированная термическая сажа (ГТС). Особенности химического, геометрического и фазового строения поверхности ГТС. Применение ГТС и ее модифицированных аналогов для газохроматографического разделения структурных и пространственных изомеров. Карбохромы, карбораки, углеродные молекулярные сита, активные угли. Наноразмерные углеродные материалы: фуллерены, углеродные нанотрубки, углеродные волокна, графен. Их использование в современных сорбционных и нанотехнологиях. Ионные адсорбенты. Кристаллические непористые ионные адсорбенты. Сульфат бария и сульфид переходных металлов. Адсорбция на ионных адсорбентах молекул органических соединений различного электронного и пространственного строения. Цеолиты и оксиды. Тонкопористые ионные цеолиты. Особенности пористой структуры цеолитов, их молекулярно-ситовые свойства. Влияние полярности молекул адсорбатов на их адсорбцию на цеолитах. Адсорбенты-оксиды. Кремнеземные адсорбенты (силикалит, аэросил, силохромы, силикагели, пористые стекла) и их адсорбционные свойства. Гидроксилирование и дегидроксилирование поверхности кремнеземов. Химическое модифицирование поверхности кремнеземных адсорбентов. Оксид алюминия, его адсорбционные свойства. Органические пористые адсорбенты. Получение полярных и неполярных органических пористых адсорбентов. Регулирование пористой структуры. Наноструктура пор.
Раздел 3.	**Теории адсорбции газов и паров. Термодинамика адсорбции**

	Адсорбенты с однородной и неоднородной поверхностью. Типы поверхностных неоднородностей и влияние неоднородностей на адсорбцию. Локализованная адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Теории Генри, Ленгмюра и Брунауэра-Эммета-Теллера. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Классификация изотерм полимолекулярной адсорбции. Влияние межмолекулярных взаимодействий "адсорбат-адсорбент" и "адсорбат-адсорбат" на форму локализованной адсорбции. Нелокализованная адсорбция на однородной поверхности. Уравнение состояния монослоя, связь с уравнением изотермы адсорбции. Уравнение Хилла. Двумерные фазовые переходы в адсорбционном слое. Адсорбция паров в порах. Мезопоры. Капиллярная конденсация. Термодинамические и кинетические причины, приводящие к капиллярно-конденсационному гистерезису. Экспериментальное определение распределения пор по размерам. Адсорбция в микропорах. Теория Поляни. Теория объемного заполнения микропор, уравнение Дубинина-Радушкевича. Уравнение Бедекера-Фрейндлиха как предельный случай для широкопористых адсорбентов.
Раздел 4.	**Термодинамика адсорбции из газовой фазы на твердом адсорбенте**
	Термодинамическое и статистическое описание адсорбционной системы. Метод Гиббса: избыточная гиббсовскаяс адсорбция, её физический смысл. Термодинамические характеристики адсорбции, их физический смысл, зависимость от степени заполнения поверхности. Предельно малое ("нулевое") заполнение поверхности, константа Генри адсорбционного равновесия. Газохроматографический метод изучения термодинамики адсорбции в области "нулевого" заполнения поверхности. Молекулярно-статистическая теория адсорбции. Статистико-термодинамическое описание адсорбции. Анализ адсорбционного равновесия с использованием большого канонического ансамбля. Вириальное выражение для гиббсовской адсорбции. Связь константы Генри с потенциальной энергией молекулы адсорбата в силовом поле адсорбента. Молекулярно-статистическая теория адсорбции на адсорбентах с однородной плоской поверхностью. ГТС как модельный адсорбент для молекулярно-статистических расчетов. Общие принципы построения потенциальной функции межмолекулярного взаимодействия "адсорбат-адсорбент".
Раздел 5.	**Хроматография. Хроматографический адсорбционный анализ**
	Сущность метода хроматографии. Хроматограмма. Молекулярная хроматография. Ионообменная хроматография Разделение смесей. Газовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Основное оборудование для хроматографии. Использование хроматографии в решении практических задач.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе обучения используются традиционные образовательные технологии (лекции, семинары, практические работы) и активные инновационные образовательные технологии:

1. Семинар в диалоговом режиме применяется в основном при обсуждении выступлений магистрантов с докладами (рефератами)
2. Групповой разбор результатов контрольных работ
3. Встречи с сотрудниками и руководителями профильных лабораторий и предприятий - потенциальными работодателями выпускников.

В целом при изучении курса активные и интерактивные формы проведения занятий составляют не менее 30% аудиторных занятий.

Активные и интерактивные формы проведения учебных занятий по дисциплине «Адсорбция и поверхностные явления»

Таблица 5.1.

№	Семе-стр	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии	Кол-во аудит.часов
1.	**2**	Основные положения дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления».	Интерактивная лекция.	8
2.	**2**	Химия поверхности и структура адсорбентов	Лекция с презентацией	14
3.	2	Теория адсорбции газов и структура адсорбентов	Лекция с презентацией	14
4.	2	Термодинамика адсорбции из газовой фазы на твердом адсорбенте	Интерактивная лекция. Групповая, научная дискуссия, диспут	16
5.	2	Хроматография. Хроматографический адсорбционный анализ	Интерактивная лекция. Групповая, научная дискуссия, диспут	16

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

Таблица 6.1.

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Основные положения дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления».	Собеседование	Изучить предмет, задачи, методы	3,5	14

2.	Химия поверхности и структура адсорбентов	Собеседование	Наноразмерные углеродные материалы: фуллерены, углеродные нанотрубки, углеродные волокна, графен. Их использование в современных сорбционных и нанотехнологиях. Ионные адсорбенты. Цеолиты и оксиды. Тонкопористые ионные цеолиты. Особенности пористой структуры цеолитов, их молекулярно-ситовые свойства.	1,2,4	14
3.	Теория адсорбции газов и структура адсорбентов	Коллоквиум	Двумерные фазовые переходы в адсорбционном слое. Адсорбция паров в порах. Мезопоры. Капиллярная конденсация. Адсорбция в микропорах. Теория Поляни. Теория объемного заполнения микропор, уравнение Дубинина-Радушкевича.	2,3,4,5	16
4.	Термодинамика адсорбции из газовой фазы на твердом адсорбенте	Коллоквиум	Молекулярно-статистическая теория адсорбции на адсорбентах с однородной плоской поверхностью. ГТС как модельный адсорбент для молекулярно-статистических расчетов.	2,3,4,5	16
5.	Хроматография. Хроматографический адсорбционный анализ	Контрольная работа	Методы хроматоргафии. Газовая хроматография, газожидкостная хроматография, ВЭЖХ, ТСХ и др. Практическое применение	2,3,4,5	14

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы магистрантов

Учебным планом направления подготовки 04.04.01. Химия по дисциплине «Адсорбция и поверхностные явления» предусматривается самостоятельная работа магистранта, которая выполняется следующими видами самостоятельной работы: написание контрольной работы по дисциплине, сдача коллоквиума.

6.2.1. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Общие указания

Контрольная работа – самостоятельный труд магистранта, который способствует

углублённому изучению пройденного материала. Перечень тем разрабатывается преподавателем.

Цель выполняемой работы:

- получить специальные знания по выбранной теме;

Основные задачи выполняемой работы:

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработка навыков самостоятельной работы;

3) выяснение подготовленности магистранта к изучению следующей темы.

Весь процесс написания контрольной работы можно условно разделить на следующие этапы:

а) выбор темы и составление предварительного плана работы;

б) сбор научной информации, изучение литературы;

в) анализ составных частей проблемы, изложение темы;

г) обработка материала в целом.

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций, прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае магистрант, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

Требования к содержанию контрольной работы

В содержании контрольной работы необходимо показать знание рекомендованной литературы по данной теме, но при этом следует правильно пользоваться первоисточниками, избегать чрезмерного цитирования. При использовании цитат необходимо указывать точные ссылки на используемый источник: указание автора (авторов), название работы, место и год издания, страницы.

В процессе работы над первоисточниками целесообразно делать записи, выписки абзацев, цитат, относящихся к избранной теме. При изучении специальной юридической литературы (монографий, статей, рецензий и т.д.) важно обратить внимание на различные точки зрения авторов по исследуемому вопросу, на его приводимую аргументацию и выводы, которыми опровергаются иные концепции.

Кроме рекомендованной специальной литературы, можно использовать любую дополнительную литературу, которая необходима для раскрытия темы контрольной работы. Если в период написания контрольной работы были приняты новые нормативно-правовые акты, относящиеся к излагаемой теме, их необходимо изучить и использовать при её выполнении.

В конце контрольной работы приводится полный библиографический перечень использованных нормативно-правовых актов и специальной литературы. Данный список условно можно подразделить на следующие части:

1. Нормативно-правовые акты (даются по их юридической силе).

2. Учебники, учебные пособия.

3. Монографии, учебные, учебно-практические пособия.

4. Периодическая печать.

Первоисточники 1,2,3,4 даются по алфавиту.

Оформление библиографических ссылок осуществляется в следующем порядке:

1. Фамилия и инициалы автора (коллектив авторов) в именительном падеже. При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилии и инициалы первых двух и добавить «и др.». Если книга написана авторским коллективом, то ссылка делается на название книги и её редактора. Фамилию и инициалы редактора помещают после названия книги.

2. Полное название первоисточника в именительном падеже.

3. Место издания.

4. Год издания.

5. Общее количество страниц в работе.

Ссылки на журнальную или газетную статью должны содержать кроме указанных выше данных, сведения о названии журнала или газеты.

Ссылки на нормативный акт делаются с указанием Собрания законодательства РФ, исключение могут составлять ссылки на Российскую газету в том случае, если данный нормативный акт еще не опубликован в СЗ РФ.

Ссылки на используемые первоисточники можно делать в конце каждой страницы, либо в конце всей работы, нумерация может начинаться на каждой странице.

Структурно контрольная работа состоит только из нескольких вопросов (3-6), без глав. Она обязательно должна содержать теорию и практику рассматриваемой темы.

3. Порядок выполнения контрольной работы

Контрольная работа излагается логически последовательно, грамотно и разборчиво.

Она обязательно должна иметь титульный лист. Он содержит название высшего учебного заведения, название темы, фамилию, инициалы, учёное звание и степень научного руководителя, фамилию, инициалы автора, номер группы.

На следующем листе приводится содержание контрольной работы. Оно включает в себя: введение, название вопросов, заключение, список литературы.

Введение должно быть кратким, не более 1 страницы. В нём необходимо отметить актуальность темы, степень ее научной разработанности, предмет исследования, цель и задачи, которые ставятся в работе. Изложение каждого вопроса необходимо начать с написания заголовка, соответствующему оглавлению, который должен отражать содержание текста. Заголовки от текста следует отделять интервалами. Каждый заголовок обязательно должен предшествовать непосредственно своему тексту. В том случае, когда на очередной странице остаётся место только для заголовка и нет места ни для одной строчки текста, заголовок нужно писать на следующей странице.

Излагая вопрос, каждый новый смысловой абзац необходимо начать с красной строки. Закончить изложение вопроса следует выводом, итогом по содержанию данного раздела.

Изложение содержания всей контрольной работы должно быть завершено заключением, в котором необходимо дать выводы по написанию работы в целом.

Страницы контрольной работы должны иметь нумерацию (сквозной). Номер страницы ставится внизу в правом углу. На титульном листе номер страницы не ставится. Оптимальный объём контрольной работы 10-15 страниц машинописного текста (размер шрифта 12-14) через полуторный интервал на стандартных листах формата А-4, поля: верхнее –15 мм, нижнее – 15мм, левое –25мм, правое –10мм.

В тексте контрольной работы не допускается произвольное сокращение слов (кроме общепринятых).

Срок выполнения контрольной работы определяется преподавателем. По результатам проверки контрольная работа оценивается на 2-5 баллов. В случае отрицательной оценки, студент должен ознакомиться с замечаниями и, устранив недостатки, повторно сдать работу на проверку.

6.2.2. Методические рекомендации по подготовке и сдаче коллоквиума

Коллоквиум (в переводе с латинского «беседа, разговор») – форма текущего контроля знаний магистрантов, которая проводится в виде собеседовании преподавателя и магистранта по самостоятельно подготовленной магистрантом теме.

Он применяется для проверки знаний по определенному разделу (или объемной теме) и принятия решения о том, можно ли переходить к изучению нового материала. Коллоквиум — это беседа с магистрантами, целью которой является выявление уровня овладения новыми

знаниями. В отличие от семинара главное на коллоквиуме — это проверка знаний с целью их систематизации.

Целью коллоквиума является формирование у магистранта навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.

На коллоквиум выносятся крупные, проблемные, нередко спорные теоретические вопросы. Коллоквиум может проводиться по вопросам, обсуждавшимся на семинарах. Конкретные вопросы для коллоквиума магистрантам не сообщаются, однако заранее формулируются преподавателем. Предполагаемый объем ответа не должен быть большим (примерно 1,5-2 минуты), чтобы преподаватель мог успеть опросить всех студентов.

От студента требуется:

- владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой проблеме;
- наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.

Коллоквиум — это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе собеседования преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у студента в процессе изучения данного источника.

Задача коллоквиума добиться глубокого изучения отобранного материала, пробудить у магистранта стремление к чтению дополнительной экономической литературы.

Подготовка к проведению коллоквиума.

Подготовка к коллоквиуму предполагает несколько этапов:

1. Подготовка к коллоквиуму начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения коллоквиума.
2. Как правило, на самостоятельную подготовку к коллоквиуму магистранту отводится 3–4 недели. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы и (по указанию преподавателя) конспектирование важнейших источников.
3. Коллоквиум проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым магистрантом или беседы в небольших группах (3–5 человек).
4. Преподаватель задает несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень добросовестности работы с литературой, контролирует конспект. Далее более подробно обсуждается какая-либо сторона проблемы, что позволяет оценить уровень понимания.
6. По итогам коллоквиума выставляется дифференцированная оценка, имеющая большой удельный вес в определении текущей успеваемости магистранта.

Особенности и порядок сдачи коллоквиума. Магистрант может себя считать готовым к сдаче коллоквиума по избранной работе, когда у него есть им лично составленный и обработанный конспект сдаваемой работы, он знает структуру работы в целом, содержание работы в целом или отдельных ее разделов (глав); умеет раскрыть рассматриваемые проблемы и высказать свое отношение к прочитанному и свои сомнения, а также знает, как убедить преподавателя в правоте своих суждений.

Проведение коллоквиума позволяет магистранту приобрести опыт работы над первоисточниками, что в дальнейшем поможет с меньшими затратами времени работать над литературой по курсовой работе и при подготовке к зачету

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний магистрантов

Контроль освоения компетенций

Таблица 6.2.

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	**Контрольная работа**	Хроматография	**ПК-3**
2.	**Коллоквиум**	Основные положения дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления». Химия поверхности и структура адсорбентов. Теория адсорбции газов и структура адсорбентов. Термодинамика адсорбции из газовой фазы на твердом адсорбенте.	**УК-6, УК-3, ОПК-2, ПК-3**
3.	**Экзамен**	Хроматография. Хроматографический адсорбционный анализ. Хроматография. Хроматографический адсорбционный анализ.	**УК-6, УК-3, ОПК-2, ПК-3**

6.3.1. Текущий и итоговый контроль успеваемости проводится в форме коллоквиумов.

Вопросы к коллоквиуму:

1 Основные компоненты природоохранного права.

2 Природные сорбенты: диатомит, трепел, опоки – сравнительные характеристики и области использования.

3 Природные сорбенты: слоистые силикаты с расширяющейся структурной ячейкой (монтмориллонит, вермикулит); слоистые силикаты с жесткой структурной ячейкой (гидрослюда, каолинит); слоисто-ленточные силикаты (палыгорскит). Достоинства и применение в промышленности.

4 Природные сорбенты: каркасные алюмосиликаты– примеры использования в промышленности. Основные достоинства.

5 Промышленные сорбенты, способы получения и области использования для очистки жидких и газовых сбросов.

6 Основы адсорбции из воды, сравнение с адсорбцией газов и паров из газовых сред.

7 Примеры рационального функционирования химической и перерабатывающей промышленности.

8 Применяемые адсорбенты для очистки жидких сред. Аппаратурное оформление.

9 Использование активного угля для очистки газовых сред.

10 Регенерация адсорбентов. Примеры вытеснительной и вакуумной десорбции. Алгоритм

Итоговый контроль:
Вопросы к зачету:

1. Явление адсорбции. Основные понятия и определения.

2. Классификация адсорбентов и адсорбатов по Киселеву.

3. Углеродные адсорбенты. Особенности структуры поверхности.

4. Неорганические соли как адсорбенты. Методы приготовления адсорбентов с заданными свойствами (на примере сульфата бария).

5.Кремнеземные адсорбенты. Химически связанная вода и модифицированные кремнеземы. Области применения.

6.Органические пористые адсорбенты. Распределение пор по размерам. Методы получения и области применения.

7.Типы поверхностных неоднородностей и влияние неоднородностей на адсорбцию.

8.Локализованная адсорбция газов и паров на однородной поверхности.

9.Теории Генри, Ленгмюра и Брунауэра-Эммета-Теллера.

10.Классификация изотерм полимолекулярной адсорбции. Влияние межмолекулярных взаимодействий "адсорбат-адсорбент" и "адсорбат-адсорбат" на форму локализованной адсорбции.

11.Адсорбция паров в порах. Мезопоры.

12.Капиллярная конденсация. Капиллярно-конденсационной гистерезис.

13.Адсорбция в микропорах. Теория Поляни.

14.Теория объемного заполнения микропор, уравнение Дубинина-Радушкевича.

15.Метод Гиббса. Основные положения.

16.Термодинамические характеристики адсорбции, их физический смысл, зависимость от степени заполнения поверхности.

17.Газовая хроматография как метод химии поверхности. Связь хроматографических параметров удерживания с основными адсорбционными характеристиками.

18.Основные положения молекулярно-статистической теории адсорбции Киселева. Возможности и ограничения.

19.Связь константы Генри с потенциальной энергией молекулы адсорбата в силовом поле адсорбента.

20.Общие принципы построения потенциальной функции межмолекулярного взаимодействия

"адсорбат-адсорбент".

21.Метод атом-атомных потенциалов в адсорбции. Различные формы атом-атомных потенциальных функций взаимодействия ""адсорбат-адсорбент". 22.Приближение Кирквуда-Мюллера.

23.Общая характеристика экспериментальных методов изучения адсорбции

24. Методы хроматографии

24. Практическое применение хроматографии

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебная литература:

а) основная литература:

1. Химия привитых поверхностных соединений / Под ред. Лисичкина Г.В. М.: ФИЗМАТ ЛИТ, 2003, 590 с.
2. Экспериментальные методы в адсорбции и молекулярной хроматографии/ Под ред. Ю.С. Никитина и Р.С. Петровой. М.: Изд-во МГУ, 1990. 318 с.
3. Еремин В.В., Каргов СИ. Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи. М.: МГУ, 2005, 480 с.
4. Киселев А.В. Межмолекулярные взаимодействия в адсорбции и хроматографии. М.: Высшая школа, 1986. 360 с.
5. Ягодовский В.Д. Статистическая термодинамика в физической химии. М.: БИНОМ, 2005, 495 с.
6. Комаров В. С. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры: Монография / В.С. Комаров, С.В. Бесараб. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014 - 203с.

б) дополнительная литература

1. Курс физической химии /Под ред. ГерасимоваЯ.И., М.: Химия, 1969 (Т.1), 592 с; 1973 (Т.2), 624 с.
2. Авгуль Н.Н., Киселев А.В., Пошкус Д.П. Адсорбция газов и паров на однородных поверхностях. М.: Химия, 1975. 384 с.
3. Адамсон А. Физическая химия поверхности. М.: Мир, 1979, 564 с.
4. Киселев А.В. Физическая химия. Современные проблемы / Под ред. Я.М. Колотыркина. М.:Химия, 1982. С. 180-213.
5. Киселев А.В., Яшин Я.И. Адсорбционная газовая и жидкостная хроматография. М.:Химия, 1979. 288 с.
6. Лопаткин А. А. Теоретические основы физической адсорбции. М.:Изд-во МГУ, 1982г. 344 с.
7. Рогинский С.З., Яновский М.И., Берман А.Д. Основы применения хроматографии в катализе. М.: Наука, 1972. 376 с.
8. Товбин Ю.К. Теория физико-химических процессов на границе газ-твердое тело. М.: Наука, 1990, 345 с.

7.2. 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.nlr.ru http://nbmgu.ruЭлектронная библиотека Российской государственной библиотеки

7.3. 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 “Консультант”
   1.6. Справочно-правовая система “Гарант”

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

Таблица 7.1.

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 «Информио»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.4. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины/модуля «Адсорбция и поверхностные явления»

Материально-техническая база университета позволяет обеспечивать качественное проведение теоретических и практических занятий.

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления»:

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

Используемое общее и специализированное учебное оборудование, наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий с перечнем основного лабораторного оборудования, средств измерительной техники приведены в табл. 7.2.

Перечень технических средств, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7.2.

№ п/п	Перечень основного оборудования
1.	Лаборатория
2.	Центрифуга
3.	Прибор для определения пористости Pascal 140 Evo
4.	Компьютеры (2 шт.)
5.	Микроскопы бинокулярные Микмед 6
6.	Электронные лабораторные весы CASMWP-300H, ЕК-300i
7.	pH-метры
8.	Химические реактивы
9.	Лабораторная посуда (предметные и покровные стекла, препаровальные иглы и др.)
10.	Экспериментальная (промышленная) установка Дуга-4М
11.	Спектрофотометр двухлучевой Specord 210 Plus
12.	Установка У-СТРГ
13.	ИК Фурье-спектрометр «ИнфраЛЮМ ФТ-»
14.	СВЧ-минерализатор «Минотавр-2»
15.	Установка дифференциально-термического и термографического анализа «Термоскан-2»
16.	Спектрометр атомно-абсорбционный «МГА-915»

17.	Мельница лабораторная ЛМ 202
18.	Электропечь SNOL 7.2./1100
19.	Система капиллярного электрофореза Капель-105
20.	Анализатор жидкости «ФЛЮОРАТ-02-3М»

Рабочая программа дисциплины «Адсорбция и поверхностные явления»_составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01. Химия (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «13» _июля 2017_ г. №_655

Программу составила:

к.т.н., профессор кафедры химии /Арчакова Р.Д./

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 10 от « 21 » июня 2021 г.

Заведующий кафедрой

_____ / Султыгова З.Х. /

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом

химико-биологического факультета

Протокол заседания № 10 от « 23 » июня 2021 г.

Председатель учебно-методического совета

_____ / Плиева А.М. /

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

Протокол заседания № 10 от « 30 » июня 2021 г.

Председатель Учебно-методического совета университета

_____ Хашагульгов Ш.Б. /

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

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