

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы анализа поверхности твердых материалов

Кафедра аналитической и фармацевтической химии
Химического факультета

Образовательная программа
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки
Аналитическая химия

Уровень высшего образования
Специалитет

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: дисциплина по выбору.

Махачкала, 2021 год

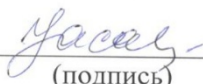
Рабочая программа дисциплины «Методы анализа поверхности твердых материалов» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия (уровень - специалитет) от «13» июля 2017 г. № 652.

Разработчик: кафедра аналитической и фармацевтической химии,
Абдуллаев М.Ш., к.х.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии
от «27» мая 2021 г., протокол № 10.

Зав. кафедрой  _____ Рамазанов А.Ш.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от « 23 » июня 2021 г., протокол № 10.

Председатель  _____ Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением

«30» _____ июля 2021 г.  _____

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы анализа поверхности твердых материалов» является дисциплиной по выбору ОПОП специальности 04.05.01 фундаментальная и прикладная химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физико-химическими основами и аналитическими возможностями экспериментальных методов исследования поверхности и тонких слоев материалов с целью диагностирования микро- и наноструктур, а также возможностью применения этих методов в микро- и нанотехнологиях.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК – 6; профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, тестирования, решения расчетных задач, отчеты по лабораторным работам и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе 108 академических часа по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
	Всег о	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
8	108	20	38	-	-	-	50	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы анализа поверхности твердых материалов» является изучение физико-химических основ и аналитических возможностей экспериментальных методов исследования поверхности и тонких слоев материалов с целью диагностирования микро- и наноструктур, а также возможностей применения этих методов в микро- и нанотехнологиях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалиста

Дисциплина «Методы анализа поверхности твердых материалов» является дисциплиной по выбору ОПОП специальности 04.05.01 фундаментальная и прикладная химия.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6 Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1 Грамотно составляет отчет о проделанной работе в письменной форме	Знает: требования к рабочему журналу химика; правила составления протоколов отчетов химических опытов; требования к представлению результатов исследований в виде курсовых и квалификационных работ. Умеет: представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии; представить результаты химических исследований в соответствии с требованиями к квалификационным работам. Владеет: опытом представления результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ в виде протоколов испытаний, отчетов, курсовых и квалификационных работ	Фронтальный опрос, контрольная работа, коллоквиум
	ОПК-6.2 Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке	Знает: требования к тезисам и научным статьям химического профиля; Умеет: составить тезисы доклада и отдельные разделы статьи на русском и английском языке Владеет: навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде	
	ОПК-6.3 Представляет результаты работы в устной форме на русском и английском	Знает: грамматику, орфографию и орфоэпию русского и английского языка. Умеет: представить результаты	

	языке	исследований в виде постера; формулировать вопросы к членам профессионального сообщества и отвечать на вопросы по теме проведенного исследования; грамотно и логично изложить результаты проделанной работы в устной форме на русском и английском языке. Владеет: свободно русским и английским языком.	
ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.1. Собирает информацию по тематике научного проекта в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных	Знает: Знает перечень открытых источников информации и специализированных баз данных в области аналитической химии. Умеет: Пользоваться электронными ресурсами и базами данных, а так же периодическими изданиями в области аналитической химии. Владеет: навыками сбора информации по тематике научного проекта в области аналитической химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных, в том числе Scopus и Web of Science.	Мини-конференция, контрольная работа, коллоквиум
	ПК-1.2. Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии	Знает: знает методы систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области аналитической химии. Умеет: систематизировать и классифицировать литературные данные по тематике исследования в области аналитической химии. Владеет: навыками систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области аналитической химии.	
ПК-2. Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или	ПК-2.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.	Знает: методы составления планов отдельных стадий и общего плана исследования в области аналитической химии. Умеет: составлять планы отдельных стадий и общий плана исследования в области аналитической химии. Владеет: навыками составляет общего плана исследования в области аналитической химии и детальных планов отдельных стадий.	Фронтальный опрос, контрольная работа, коллоквиум

смежных с химией науках	ПК-2.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Знает: экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области аналитической химии. Умеет: выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области аналитической химии исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. Владеет: навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя в области аналитической химии из имеющихся материальных и временных ресурсов.	
	ПК-2.3. Планирование и проведение научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	Знает: методы нормативные документы по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство. Умеет: планировать и проводить научно-исследовательские работы по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство. Владеет: навыками планирования и проведения научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	
ПК-3. Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические работы по заданной теме в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-3.1. Проводит экспериментальные исследования по заданной теме в выбранной области химии	Знает: методы проведения экспериментальных исследований по заданной теме в области аналитической химии. Умеет: проводить экспериментальные исследования по заданной теме в области аналитической химии. Владеет: навыками проведения экспериментальных исследований под руководством руководителя по заданной теме в области аналитической химии.	Фронтальный опрос, контрольная работа, коллоквиум
	ПК-3.2. Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области	Знает: методы расчетно-теоретических исследования по заданной теме в области аналитической химии. Умеет: проводит расчетно-теоретические исследования по	

	химии	заданной теме в области аналитической химии. Владеет: необходимыми навыками качественного проведения расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области аналитической химии.	
	ПК-3.3. Управляет высокотехнологичным химическим оборудованием	Знает: технические характеристики высокотехнологического аналитического оборудования. Умеет: управлять высокотехнологичным аналитическим оборудованием. Владеет: навыками управления и обслуживания высокотехнологичного аналитического оборудования.	
	ПК-3.4. Проводит испытания новых образцов продукции	Знает: методы проведения анализа новых образцов продукции. Умеет: проводить анализ новых образцов продукции. Владеет: навыками качественного и количественного анализа образцов новых реальных объектов.	
	ПК-3.5. Разрабатывает новые методики контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции	Знает: методологию разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. Умеет: проверять правильность новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. Владеет: навыками разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции и проверки их правильности.	
ПК-4. Способен обрабатывать и интерпретировать результаты проведенных работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов.	ПК-4.1. Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации.	Знает: современные методы анализа информации. Умеет: применять современные методы анализа информации для обработки полученных данных. Владеет: навыками обработки полученных результатов анализа реальных объектов с использованием современных методов анализа информации.	Фронтальный опрос, контрольная работа, коллоквиум
	ПК-4.2. Грамотно интерпретирует результаты исследований в выбранной области химии.	Знает: методы интерпретации результатов исследований в области аналитической химии. Умеет: грамотно интерпретировать результаты исследований в области аналитической химии. Владеет: навыками интерпретации и наглядного представления результатов исследований в	

		области аналитической химии.	
	ПК-4.3. Анализирует результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценивает степень их соответствия нормативным документам (стандартам и технологическим регламентам).	Знает: стандарты и технологические регламенты сырья, прекурсоров, готовой продукции. Умеет: анализировать результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции. Владеет: навыками статистической обработки результатов испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценки степени их соответствия стандартам и технологическим регламентам.	
ПК-5. Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-5.1. Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки	Знает: методы критического анализа полученных результатов исследований в области аналитической химии, способы выявления достоинств и недостатков. Умеет: критически анализировать полученные результаты анализа реальных объектов и научных исследований в области аналитической химии. Владеет: навыками критического анализа полученных результатов анализа реальных объектов и научных исследований в области аналитической химии.	Фронтальный опрос, контрольная работа, коллоквиум
	ПК-5.2. Готовит отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии	Знает: методологию подготовки отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии. Умеет: готовить отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в области аналитической химии. Владеет: навыками подготовки отдельных разделов отчетов по результатам НИР и НИОКР в области аналитической химии.	
	ПК-5.3. Формулирует рекомендации по продолжению исследования в выбранной области химии.	Знает: способы подготовки рекомендаций по продолжению исследования в области аналитической химии. Умеет: формулировать рекомендации по продолжению исследования в области аналитической химии. Владеет: навыками формулировки рекомендаций по продолжению исследования в области аналитической химии.	
	ПК-5.4. Анализирует полученные	Знает: методы анализа полученных результатов и оптимизации	

	результаты и формулирует предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.	отдельных стадий технологического процесса. Умеет: анализировать полученные результаты и формулировать предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса. Владеет: навыками анализа полученных результатов и разработки предложений по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.	
	ПК-5.5. Разрабатывает техническую документацию и регламенты	Знает: виды технической документации и регламентов в области аналитической химии. Умеет: разрабатывать техническую документацию и регламенты в области аналитической химии. Владеет: навыками и практическим опытом разработки технической документации и регламентов в области аналитической химии.	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятельна я работа в т.ч. экзамен	
	Модуль 1. Исследование поверхности твердых тел спектроскопическими методами							
1	Нanomатериалы, нанотехнологии. Сорбционные методы	8	3		6		9	Устный опрос. Тестирование.

	исследования поверхности твердых тел							
2	Рентгенофазовый анализ поверхности твердых тел	8	3		6		9	Отчет по лабораторным работам.
	<i>Итого по модулю 1:</i>	8	6		12		18	Рубежная контрольная работа
	Модуль 2. Анализ поверхности твердых тел термогравиметрией.							
1	Термогравиметрическ ий анализ твердых тел	8	3		6		8	Устный опрос.
2	Спектральный метод анализа	8	4		6		9	Устный опрос.
	<i>Итого по модулю 2:</i>	8	7		12		17	Тестирование
	Модуль 3. Анализ поверхности твердых тел РФА и методом Боэма							
1	Использование методов электронной спектроскопии (РФЭС, Оже- спектроскопия, ДМЭ) в анализе поверхности твердых тел	8	4		7		8	Устный опрос
2	Физико-химические методы анализа поверхности: метод Боэма,	8	3		7		7	Устный опрос.
	<i>Итого по модулю 3:</i>		7		14		15	зачет
	ИТОГО: 108	8	20		38		50	зачет

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Исследование поверхности твердых тел спектроскопическими методами

Тема 1. Наноматериалы, нанотехнологии. Сорбционные методы исследования поверхности твердых тел

Классификация наноматериалов. Физические причины специфики наноматериалов. Основные области применения наноматериалов. Методы получения наноматериалов.

Тема 2. Рентгенофазовый анализ поверхности твердых тел

Основные модели пористых тел. Пористость. Удельная поверхность. Адсорбция физическая и химическая. Адсорбция газов на твердой поверхности. Изотермы адсорбции. Изотерма полимолекулярной адсорбции БЭТ. Использование интегрального метода БЭТ для определения величин удельной поверхности. Методики расчета распределения мезопор по размерам. Динамический метод измерения величин адсорбции: преимущества и недостатки. Динамические приборы серии СОРБИ. Измерение удельной поверхности, пористости, распределения пор по размерам активированного угля

Модуль 2. Анализ поверхности твердых тел термогравиметрией.

Тема 1. Термогравиметрический анализ твердых тел

Основы метода термогравиметрии. Простая и дифференциальная термогравиметрические кривые. Получение и анализ термогравиметрических кривых образцов активированных углей.

Теоретические основы метода. Используемая аппаратура. Примеры практического использования метода. Термогравиметрия (ТГ) назначение, преимущества по сравнению с родственными методами измерений, устройство, калибровка, режимы работы

Тема 2. Спектральный метод анализа.

Основы спектральных методов анализа. Спектральный анализ в дуге.

Спектральный анализ в искре.

Модуль 3. Анализ поверхности твердых тел РФА и методом Боэма

Тема 1. Использование методов электронной спектроскопии (РФЭС, Оже-спектроскопия, ДМЭ) в анализе поверхности твердых тел

Электронная оже-спектроскопия (ЭОС). Физические основы метода. Энергия оже-электронов. Факторы, влияющие на выход оже-электронов. Сечение ионизации внутреннего уровня. Вероятность оже-процесса. Средняя длина свободного пробега электронов. Быстрые обратно-рассеянные электроны. Химические сдвиги. Количественная оже-спектроскопия. Основное уравнение оже-спектроскопии. Метод внешних эталонов. Метод, использующий коэффициенты элементной чувствительности. Специальные методы для изучения тонкослойных структур. Абсолютная чувствительность методики электронной оже-спектроскопии. Применение спектров $N(E)$ и dN/dE . Устранение фона. Применение электронной оже-спектроскопии. Совмещение растровой электронной микроскопии и электронной оже-спектроскопии. Приборы.

Тема 2. Физико-химические методы анализа поверхности: метод Боэма, Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Физические основы метода. Факторы, влияющие на величину фотоэмиссионного тока.

Количественная РФЭС. Химические сдвиги. Учет зарядки поверхности. Использование РФЭС в химии поверхности. Аппаратура. Дифракция медленных электронов (ДМЭ). Дифракционные картины от чистых поверхностей и адсорбированных слоев. Основы кинематической и динамической теории ДМЭ. Применение методики. Аппаратура.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Лабораторные работы

№ п/п	Лабораторная работа	Цель и содержание лабораторной работы
	Модуль 1. Исследование поверхности твердых тел спектроскопическими методами	
1	Адсорбционные методы анализа поверхности твердых тел.	Ознакомление с прибором SORBI для определения текстуры твердых тел. Приготовление образцов.
2	Адсорбционные методы анализа поверхности твердых тел.	Определение удельной поверхности ($S_{уд}$), пористости и распределения пор по размерам различных материалов.
	Модуль 2. Анализ поверхности твердых тел термогравиметрией.	
3	Термогравиметрический анализ твердых тел.	Получение и анализ термогравиметрических кривых образцов активированных углей.
4	Спектральный анализ чугуна.	Определение состава чугуна спектральным анализом в дуге.
	Модуль 3. Анализ поверхности твердых тел РФА и методом Бозма	
5	Метод сканирующей электронной микроскопии в исследовании поверхности твердых тел.	Устройство растрового микроскопа, изучение морфологии и химического состава поверхности различных твердых тел.
6	Рентгенофазовый анализ в исследовании структуры твердых тел.	Исследование структуры и фазового состава поверхности АУ методом РФА.

5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

- ✓ Выполнение лабораторных работ с элементами исследования.
- ✓ Отчетные занятия по разделам «капиллярного электрофореза».
- ✓ Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу реального объекта с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 54 часа аудиторных занятий. Занятия лекционного типа (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция консультация, проблемная лекция) составляет 44% аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-метод. Обеспечение
1	Подготовка к сдаче лабораторных работ.	Проверка конспекта лабораторной работы, алгоритм выполнения, оформление, построение графиков, расчет.	См. Разделы 4.3, 7.1, 8 и 9 данного документа.
2	Подготовка к текущим контрольным работам, защита рефератов	Подготовка и доклад реферата в форме презентации (до 10 мин.).	См. Разделы 4.3, 7.1, 8 и 9 данного документа.
3	Решение задач, составление обзоров по тематике дисциплин из научно - периодической литературы.	Проработка конспектов по дисциплине, подготовка лит. Обзора, проработка алгоритма решения задач.	См. Разделы 4.3, 7.1, 8 и 9 данного документа.
4	Подготовка к тестированию.	Промежуточная аттестация в форме тестов.	См. Разделы 4.3, 7.1, 8 и 9 данного документа.
5	Подготовка к зачету.	Итоговая аттестация в форме зачета.	См. Разделы 4.3, 7.1, 8 и 9 данного документа.

Формы контроля

1. Что такое наноматериалы и нанотехнологии?
2. Назовите типы адсорбции.
3. Каким методом проводится определение удельной поверхности твердых тел?
4. С помощью какого прибора осуществляют съемку дифрактограмм?
5. Каковы возможности метода сканирующей электронной микроскопии в исследовании поверхности твердых тел?
6. Какую информацию о поверхности твердого тела можно получить с помощью рентгенофлуоресцентного метода?
7. Что такое простая и дифференциальная термогравиметрические кривые?
8. Какие растворы и почему используются в методе Бозма?

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

7.1. Типовые контрольные задания

1. Основные понятия и определения. Адсорбция как самопроизвольный процесс, приводящий к различию в концентрациях компонентов в поверхностном слое и в фазе.
2. Изотермы, изобары, изостеры, изопикны адсорбции. Виды графических зависимостей.
3. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта, Теллера (БЭТ). Предпосылки теории.
4. Математическая основа теории БЭТ. Вывод уравнения адсорбции.
5. Физический смысл константы C .
6. Выбор экспериментального метода получения изотермы адсорбции
7. Условия удаления летучих и хемосорбированных веществ из адсорбента перед измерениями.
8. Условия измерения изотермы адсорбции.
9. Определение возможности оценки распределения мезопор по размерам.

Примерные вопросы к зачету

1. Особенности ультрадисперсных (наноразмерных) систем. Роль поверхности в таких системах.
2. Адсорбция в границе раздела твердое тело – газ. Особенности процесса. Методы определения количества адсорбированного вещества.
3. Принципы весового и объемного методов определения количества адсорбированного (сорбированного) вещества. Единицы измерения количества адсорбированного газа или пара на твердой поверхности.
4. Изотермы, изобары, изостеры, изопикны адсорбции. Виды графических зависимостей.
5. Типы изотерм адсорбции по классификации С. Брунауэра, Л.Деминга, У. Деминга.
6. Адсорбционные силы. Специфическая и неспецифическая адсорбция. Типы адсорбентов и адсорбатов по классификации Киселева.
7. Реальные твердые тела. Энергетическая и геометрическая неоднородность твердой поверхности.
8. Внешняя и внутренняя поверхности твердого тела. Пористые и непористые тела с большой удельной поверхностью.
9. Удельная поверхность твердого тела ($S_{уд}$). Соотношения между удельной поверхностью и размером частиц твердых тел разной структуры. Связь величины $S_{уд}$ с емкостью монослоя.
12. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта, Теллера (БЭТ). Вывод уравнения адсорбции.
13. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта,

Теллера (БЭТ). Уравнение БЭТ в линейной форме. Приложение уравнения к экспериментальным данным.

Определение удельной поверхности твердого тела методом БЭТ.

14. Определение величины удельной поверхности методом БЭТ. Требования к адсорбатам.

15. Определение величины удельной поверхности методом БЭТ Проверка надежности определения емкости монослоя по ур. БЭТ.

16. Условия, применения метода БЭТ для определения величины удельной поверхности твердых тел.

17. Метод определения величины удельной поверхности по одной точке на изотерме адсорбции.

18. Использование стандартных изотерм адсорбции для анализа адсорбционных данных. Критерии выбора стандартных изотерм.

19. Анализ изотерм адсорбции с помощью t -графиков: кривые зависимости величины адсорбции от толщины адсорбционной пленки. Расчет величины удельной поверхности по t -графикам. Влияние микро- и мезопористости на форму t - графиков.

20. Анализ изотерм адсорбции с помощью a_s -графиков. Нормализованная величина адсорбции. Отклонения от линейности a_s -графиков. Преимущества a_s -графиков.

21. Оценка величины удельной поверхности по a_s —графикам. Преимущества a_s -графиков.

22. Анализ изотерм адсорбции с помощью сравнительных графиков.

Сравнение изотерм адсорбции на данном твердом теле и эталоне с помощью t -графиков.

23. Точность определения удельной поверхности по адсорбционным данным. Источники погрешностей.

24. Требования к определению удельной поверхности из адсорбционных данных по методу БЭТ. Выбор адсорбтивов в соответствии со значениями константы C уравнения БЭТ.

25. Требования к определению удельной поверхности из адсорбционных данных по методу БЭТ. Выбор адсорбата.

Азот как наиболее широко используемый адсорбат для определения удельной поверхности. Возможности применения других адсорбатов.

26. Классификация пор по размерам, предложенная Дубининым. Механизмы сорбции газов и паров пористыми твердыми телами. Влияние размера пор.

27. Классификация пор по размерам Дубинина. Взаимосвязь механизма заполнения пор с видом изотерм сорбции.

28. Классификация сорбентов по виду изотерм сорбции, предложенная Киселевым. Анализ изотерм сорбции IV типа.

29. Изотермы сорбции мезопористых сорбентов. Механизм процесса адсорбции в мезопорах. Капиллярная конденсация в мезопорах.

30. Уравнение Томсона (Кельвина), связывающее давление пара жидкости с радиусом кривизны ее поверхности. Вывод уравнения.

31. Расчет распределения пор по размерам с помощью уравнения Кельвина. Соотношение между радиусом кривизны мениска и размером пор. Радиусы пор и радиусы «кор». Адсорбционная пленка на стенках пор.
32. Использование уравнения Кельвина для расчета распределения пор по размерам. Интервал применимости уравнения Кельвина.
33. Адсорбция в мезопорах. Механизм процесса. Предельный объем адсорбированного вещества. Правило Гурвича.
34. Сорбционно-десорбционный гистерезис, его причины. Использование десорбционной ветви изотермы для расчета распределения пор по размерам.
35. Адсорбция в мезопорах. Расчет распределения пор по размерам по изотерме десорбции. Учет двойственной природы десорбируемого адсорбата и толщины десорбционной пленки на стенках пор.
36. Методы вычисления распределения пор по размерам, учитывающие толщину адсорбционной пленки на стенках пор.
37. Анализ вида изотерм на микропористых адсорбентах. Механизм адсорбции в микропорах. Оценка объема микропор из адсорбционных данных.
38. Изотермы адсорбции на микропористых адсорбентах. Влияние развитой внешней поверхности и наличия мезопор на форму изотерм. Оценка микропористости из изотермы адсорбции.
39. Адсорбция на микропористых адсорбентах. Вид изотерм. Оценка объема микропор с помощью a_s -графиков.
40. Адсорбция на микропористых адсорбентах. Влияние микро- и мезопористости на форму t -графиков.
41. Адсорбция на микропористых адсорбентах. Использование t -графиков для определения объема микропор.
42. Теория адсорбции в микропорах Дубинина-Радушкевича. Уравнение Дубинина-Радушкевича и его анализ.
43. Адсорбция на микропористых адсорбентах. Использование уравнения Дубинина-Радушкевича для расчета суммарного объема микропор.
44. Условия применения адсорбции газов для оценки параметров пористой структуры и удельной поверхности. Выбор адсорбтива. Способы подготовки адсорбента.
45. Условия применения адсорбции газов для оценки параметров пористой структуры и удельной поверхности. Весовой и объемный методы получения изотермы адсорбции.
46. Условия измерения изотермы адсорбции. Источники экспериментальных погрешностей. Необходимость проверки воспроизводимости изотерм.
47. Условия применения адсорбции газов для оценки параметров пористой структуры и удельной поверхности. Анализ типа изотермы и петли гистерезиса.
48. Условия анализа изотермы адсорбции с помощью метода БЭТ.
49. Условия применения адсорбции газов для оценки параметров пористой структуры и удельной поверхности. Определение возможности оценки распределения мезопор по размерам.

50. Условия применения адсорбции газов для оценки параметров пористой структуры и удельной поверхности. Оценка микропористости образца по изотерме адсорбции.

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 - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 30баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 15баллов.
- тестирование - 7баллов.
- письменная контрольная работа - 8 баллов,

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- зачет и экзамен – 30 баллов.

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

а) основная литература:

1. В. Лебухов, Анна Окара, Л. Павлюченкова Физико-химические методы исследования. Издательство: Лань Серия: Учебники для вузов. Специальная литература 2013 г. 480 стр.
2. В. В. Старостин. Материалы и методы нанотехнологии. Москва. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2008. 431 с.
3. Физико-химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : методические указания / . — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 64 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63530.html>

б) дополнительная литература:

1. Наноструктурные материалы / ред. Р. Ханнинк, А. Хилл ; пер. А.А. Шустиков. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2009. - 488 с. - (Мир материалов и технологий). - ISBN 978-5-94836-221-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115678>
2. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2012. — 656 с. — 978-5-94275-662-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18532.html>
3. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур : учебное пособие / А.А. Барыбин, В.А. Бахтина, В.И. Томилин, Н.П. Томилина. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 236 с. - ISBN 978-

5-7638-2396-7; То же [Электронный ресурс]. -
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229593>

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) 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>
- 3) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>
- 4) ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/>.
- 5) ЭБС book.ru[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: www.book.ru/
- 6) ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html>.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Методические указания обучающимся должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать аспиранта к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых аспирантам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые аспирантам во время занятий:

- рабочие тетради;
- наглядные пособия;
- гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины);
- тезисы лекций,
- раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа аспирантов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать обучающихся на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решение задач, упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
 - выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации аспиранта (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

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 используются следующие информационные технологии:

1. Программа для ЭВМ Microsoft, 3 years, Renewal. Производитель: Microsoft Corporation Товарный знак: Майкрософт Корпорейшн (Microsoft®) Страна происхождения: Ирландия.

2. Acrobat Professional 9 Academic Edition и Acrobat Professional 9 DVD Set Russian Windows ГК №26-ОА от «07» декабря 2009 г

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий, помещения для практических работ на группу из 12 человек и вспомогательное помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования. Учебные и научно-исследовательские лаборатории кафедры аналитической и фармацевтической химии №№ 14, 15, 16, 17, 19, 26 для проведения практических занятий оснащенные следующим оборудованием: Атомно – абсорбционный спектрометр congAA 700; Газожидкостный хроматограф JC-14A (Shimatzu, Япония); Спектрофлюориметрический анализатор «Флюорат-02 Панорама»; Спектрофотометр СФ- 56 для снятия спектров УФ и видимой области, с приставкой диффузного отражения ПОД-6 и компьютерным интер-фейсом; Спектрофотометр СФ- 46 для снятия спектров УФ и видимой области; Сканирующий спектрофотометр Shimadzu UV-3600; Сканирующий электронный микроскоп LEO - 1450 с микрозондовым анализатором ISYS с системой EDX; ИК-Фурье спектрометр VERTEX 70 с расширенным спектральным диапазоном; Конфокальный КР - спектрометр - микроскоп SENTERRA 785; Автоматизированный спектрометр комбинационного рассеяния света ДФС-24; Акустооптический спектрометр Рамановского рассеивания РАОС-3; Рентгеновский дифрактометр XRD-7000S; Лазерный атомно-эмиссионный спектрометр LAES- Matrix; Комплекс для измерения текстурных характеристик дисперсных и порошковых материалов "СОРБИ-MS"; Система капиллярного электрофореза «Капель-103»; Полярнограф ABC 1.1; Потенциостат ПИ 50-1.

В библиотеке ДГУ и на кафедре аналитической и фармацевтической химии имеется необходимая литература, методические разработки, лекции в виде слайдов размещенные на сайте химического факультета.