

МИНОБРНАУКИ 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: вариативная по выбору

Махачкала, 2018 год

Рабочая программа дисциплины «Методы анализа поверхности твердых материалов» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия (уровень - специалитет) от «12» сентября 2016 г. № 1174.

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

Рабочая программа дисциплины одобрена:

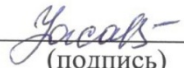
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии

от «29» мая 2018 г., протокол № 10.

Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета

от « 22 » июня 2018 г., протокол № 10.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

« 18 » 06 2018 г. 



Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы анализа поверхности твердых материалов» входит в вариативную часть и является дисциплиной по выбору образовательной программы по 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: профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-7.

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 часо по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
7	108	18	18	-	-	-	72	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 специалитета

Дисциплина «Методы анализа поверхности твердых материалов» входит в вариативную часть и является дисциплиной по выбору образовательной программы по специальности 04.05.01 фундаментальная и прикладная химия.

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

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	Знает: теорию проведения анализа по сформулированной тематике. Умеет: проводить анализ поверхности твердых материалов Владеет: методикой проведения анализа
ПК-2	Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Знает: теоретические основы проведения исследований на современной аппаратуре. Умеет: калибровать и проводить анализ на современной аппаратуре Владеет; навыками проведения анализов на аппаратуре
ПК-5	Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающие при выполнении	Знает: теоретические основы современных методов анализа. Умеет: использовать современные научные методы для решения естественнонаучных задач. Владеет: владеть навыками работы на современной аппаратуре

1	Термогравиметрический анализ твердых тел	7	10 - 12	6		6		24	Устный опрос.
	<i>Итого по модулю 2:</i>	7		6		6		24	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	7	13 - 15	3		3		12	Устный опрос
2	Физико-химические методы анализа поверхности: метод Боэма,	7	16 - 19	3		3		12	Устный опрос.
	<i>Итого по модулю 3:</i>			6		6		24	зачет
	ИТОГО: 108	7	19	1 8		18		72	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

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.
Модуль 3. Анализ поверхности твердых тел РФА и методом Бозма		
4	Метод сканирующей электронной микроскопии в исследовании поверхности твердых тел.	Устройство растрового микроскопа, изучение морфологии и химического состава поверхности различных твердых тел.
5	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	См. Разделы 4.3, 7.2, 8 и 9 данного документа.

		графиков, расчет.	
2	Подготовка к текущим контрольным работам, защита рефератов	Подготовка и доклад реферата в форме презентации (до 10 мин.).	См. Разделы 4.3, 7.2, 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, 7.2, 8 и 9 данного документа.
4	Подготовка к тестированию.	Промежуточная аттестация в форме тестов.	См. Разделы 4.3, 7.2, 8 и 9 данного документа.
5	Подготовка к зачету.	Итоговая аттестация в форме зачета.	См. Разделы 4.3, 7.2, 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. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения

ПК-1	Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	Знать: теорию проведения анализа по сформулированной тематике.	Устный опрос
		Уметь: проводить анализ поверхности твердых материалов	Письменный опрос
		Владеть: методикой проведения анализа	Письменный опрос
ПК-2	Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Знать: теоретические основы проведения исследований на современной аппаратуре.	Письменный опрос
		Уметь: калибровать и проводить анализ на современной аппаратуре	Письменный опрос
		Владеть: навыками проведения анализов на аппаратуре	Устный опрос
ПК-5	Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающие при выполнении профессиональных функций	Знать: теоретические основы современных методов анализа.	Устный опрос,
		Уметь: использовать современные научные методы для решения естественнонаучных задач.	Устный опрос,
		Владеть: навыками работы на современной аппаратуре	Письменный опрос
ПК-7	Готовность представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов,	Знать: алгоритм составления научных отчетов.	Устный опрос
		Уметь: использовать полученные результаты анализов при составлении научных отчетов.	Письменный опрос
		Владеть: навыками составления отчетов и научных публикаций, стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати	Круглый стол

	рефератов и статей в периодической научной печати)		
--	--	--	--

7.2. 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 С.
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.

7.3. 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 - 10 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 15 баллов.
- тестирование - 7 баллов.
- 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> (дата обращения: 22.05.2018). – 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>, свободный (дата обращения: 22.05.2018)
- 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/> (дата обращения: 22.05.2018).
- 4) ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/> (дата обращения: 22.05.2018).
- 5) ЭБС book.ru[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: www.book.ru/ (дата обращения: 22.05.2018).
- 6) ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html> (дата обращения: 22.05.2018).

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 «Нanomатериалы и нанотехнологии» используются следующие информационные технологии:

- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Занятия компьютерного тестирования.
- Компьютерные программы пакета MicrosoftOffice.
- Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint. AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, табличный процессор.

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); Спектрофлуориметрический 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 пористых материалов "СОРБИ-MS"; Система капиллярного электрофореза «Капель-103»; Полярограф 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.