

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.

Подпись

2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 ФИЗИКО-ХИМИЯ ПОВЕРХНОСТИ И НАНОЧАСТИЦ

индекс и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия

код и наименование направления подготовки/специальности

Направленность (профиль) Физическая химия

наименование направленности (профиля)

Программа подготовки академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 «Физико-химия поверхности и наночастиц» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия (утвержден Приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 № 210).

Программу составила:

канд. хим. наук, доцент кафедры
физической химии Шкирская С.А.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры (выпускающей) физической химии протокол № 22 от «26» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) физической химии
д-р хим. наук, профессор Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «27» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета
доцент, канд. хим. наук Стороженко Т.П.



Эксперты:

Соколов М.Е., канд. хим. наук, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий физико-технологического факультета ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО «Интеллектуальные композиционные решения»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

получение студентами теоретических знаний в области физической химии поверхности жидкостей, твёрдых тел и наночастиц, навыков практического применения методов для изучения поверхности и наночастиц.

1.2 Задачи дисциплины

- сформировать знания о современных методах изучения поверхности и наночастиц;
- обеспечить усвоение методов синтеза наночастиц;
- обеспечить усвоение некоторых методов исследования физико-химических и структурных характеристик поверхности и наночастиц;
- развить у студентов навыки работы с учебной и научной литературой.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.05 «Физико-химия поверхности и наночастиц» включена в обязательные дисциплины вариативной части учебного плана по направлению 04.03.01 Химия. Изучению дисциплины «Физико-химия поверхности и наночастиц» должно предшествовать изучение дисциплин «Введение в термодинамику», «Физическая химия ионполимеров», «Композитные и гибридные материалы в электрохимии», «Мембраны и каталитические системы». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь базовые знания по термодинамике и физической химии ионполимеров, умение работать с химической посудой и реактивами.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5; ПК-1, ПК-3

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач		использовать полученные знания теоретических основ химии при решении профессиональных задач	способностью использовать знания теоретических основ химии при решении профессиональных задач
2	ОПК-2	владением навыками проведения химического	основные методы получения наночастиц	пользоваться химическим оборудованием для изучения	методиками получения и исследования наночастиц

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций		структуры поверхности и наночастиц	
3	ОПК-5	способностью к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации		пользоваться электронными ресурсами и базами данных научной информации	навыками работы с учебной и научной литературой
4	ПК-1	способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам		выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам эксперимента	
5	ПК-3	владением системой фундаментальных химических понятий	основы термодинамики поверхности жидкости и твердых тел	выявить взаимосвязь между свойствами наночастиц и их строением	системой фундаментальных химических понятий

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часа, из них – 52,2 контактных часов: лекционных 24 ч., лабораторных 24 ч., 4 часа КСР и 0,2 часа ИКТ; 55,8 часов самостоятельной работы), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		8
Контактная работа, в том числе:	52,2	52,2
Аудиторные занятия (всего):	48	48
Занятия лекционного типа	24	24
Лабораторные занятия	24	24
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-

Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		55,8	55,8
Подготовка отчета по лабораторным работам		25,8	25,8
Подготовка к текущему контролю		30	30
Контроль:			
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	52,2	52,2
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	КСР	
1	Введение. Основные методы получения наночастиц	30	8		6	1	15
2	Электронная микроскопия, как метод изучения поверхности и наночастиц Физические размерные эффекты.	30	8		6	1	15
3	Термодинамика поверхности жидкости. Пленки Ленгмюра-Блоджетт	23,8	4		6	1	12,8
4	Термодинамика поверхностей твёрдых тел. Электронная структура поверхности	24	4		6	1	13
	<i>Всего:</i>	107,8	24		24	4	55,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Основные методы получения наночастиц	Нанонаука и нанохимия, основные понятия и определения. Классификация наносистем по виду дисперсной фазы; по размерам частиц. Основные типы наносистем: порошковые наноматериалы, углеродные наноструктуры, нанокомпозиты, нанопористые материалы, наноструктурированные многослойные материалы. Два принципа создания наноматериалов: «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Методы механического, физического и химического диспергирования.	Самостоятельная работа
2.	Электронная микроскопия, как метод изучения поверхности и наночастиц Физические размерные эффекты	Просвечивающие электронные микроскопы и сканирующие электронные микроскопы. Туннельный эффект. Сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Другие методы исследования нанообъектов. Собственный и внешний размерные эффекты. Физические размерные эффекты.	Тест
3.	Термодинамика поверхности жидкости. Пленки Ленгмюра-Блоджетт	Виды структурообразования: структурообразование за счёт самоорганизации исходных молекул. Плёнки Ленгмюра-Блоджетт.	Устный опрос
4.	Термодинамика поверхностей твёрдых тел. Электронная структура поверхности	Термодинамика гомогенного зародышеобразования по теории Фольмера. Критический размер зародыша новой фазы. Современные взгляды и развитие представлений о зародышеобразовании и росте нанокластеров металлов. Нуклеация и рост нанокластеров в нанопорах вещества. Структурные особенности наноструктур. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа не предусмотрены учебным планом.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Основные методы получения наночастиц	Получение наночастиц серебра и изучение УФ-характеристик в зависимости от величины синтезированных частиц.	защита лабораторной работы
2.	Электронная микроскопия, как метод изучения поверхности и наночастиц Физические размерные эффекты	Исследование наноструктур методом зондовой микроскопии.	защита лабораторной работы
		Изучение структуры наноматериалов методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).	защита лабораторной работы
3.	Термодинамика поверхности жидкости. Пленки Ленгмюра-Блоджетт	Получение плёнок Ленгмюра –Блоджетт.	защита лабораторной работы
4.	Термодинамика поверхностей твёрдых тел. Электронная структура поверхности	Синтез нанокомпозтных ионообменных мембран МФ-4СК/полианилин	защита лабораторной работы

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Подготовка отчета по лабораторной работе	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов:

		методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2.	Подготовка к устному опросу	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. 2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий. СПб.: Лаборатория знаний. 2015. 434 с. https://e.lanbook.com/reader/book/66203/#1 [Электронный ресурс] 3. Физикохимия поверхности [Текст] / В. И. Ролдугин. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. - 565 с.
3.	Подготовка к тесту	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. 2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий. СПб.: Лаборатория знаний. 2015. 434 с. https://e.lanbook.com/reader/book/66203/#1 [Электронный ресурс] 3. Физикохимия поверхности [Текст] / В. И. Ролдугин. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. - 565 с.
4.	Подготовка к зачету	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с. 2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий. СПб.: Лаборатория знаний. 2015. 434 с. https://e.lanbook.com/reader/book/66203/#1 [Электронный ресурс] 3. Физикохимия поверхности [Текст] / В. И. Ролдугин. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. - 565 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации. В рамках практических и лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, метод конкретных ситуаций. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимую коррекцию, как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Колич ество часов
8	ЛР	Выполнение лабораторных работ в малых группах	18
<i>Итого:</i>			18

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Тест по теме: Электронная микроскопия, как метод изучения поверхности и наночастиц

Вопрос 1 Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?

- a) Дуговой
- b) Лазерно-термический
- c) Пиролитический
- d) Биотехнологический

Вопрос 2 Какими обязательными свойствами должен обладать кантилевер?

- a) Должен проводить электрический ток
- b) Должен быть выполнен из магнитного материала
- c) Должен быть выполнен из закалённой стали
- d) должен быть гибким с известной жесткостью

Вопрос 3 Какой из микроскопов изобретён позже остальных?

- a) Сканирующий силовой микроскоп
- b) Сканирующий туннельный микроскоп
- c) Растровый микроскоп
- d) Просвечивающий электронный микроскоп
- e)

Вопрос 4 Кто ввел в научную литературу термин наноматериалы?

- a) Г. Глейтер
- b) Ж. И. Алферов
- c) Р. Фейнман
- d) Э. Дрекслер

Вопрос 5 В каком микроскопе используется кантилевер?

- a) Сканирующий силовой микроскоп
- b) Сканирующий туннельный микроскоп
- c) Растровый микроскоп
- d) Просвечивающий электронный микроскоп

Вопрос 6 Что такое кантилевер?

- a) Компьютерный блок в силовом микроскопе
- b) Компьютерная программа обработки данных сканирующего микроскопа
- c) Подложка для образцов в растровом микроскопе
- d) Зонд в сканирующем силовом микроскопе

Вопрос 7 Что такое нанотрубки?

- a) Протяженные структуры, состоящие из свёрнутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах
- b) Семейство шарообразных полых молекул общей формулой C_n
- c) Протяженные структуры из углеродных переплетённых цепей
- d) Металлоорганические витые полимер

Вопрос 8 Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?

- a) Изменение свойств нанообъектов в зависимости от размера элементов их структуры
- b) Изменение размера нанообъектов в зависимости от внешних условий
- c) Изменение свойств нанообъектов в зависимости от внешних условий
- d) Изменение размера нанообъектов в зависимости от состава

Вопрос 9 Какое название для нанопорошков и наноматериалов использовалось в СССР начиная с 50-х годов?

- a) Ультрадисперсные
- b) Высокодисперсные
- c) Нанодисперсные
- d) Сверхдисперсные

Вопрос 10 Что означает термин "нано"?

- a) Нано (по-гречески nanos) означает карлик
- b) Нано (по-древнегермански nanor) означает гном
- c) Нано (по-итальянски nano) означает маленький человек
- d) Нано (по-испански panes) означает мелкое животное

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Новые качества наночастиц. Разнообразие и многообразие форм наночастиц. Трёхмерные, двумерные и одномерные наночастицы.
2. Классификация способов получения наноразмерных материалов. Диспергирование и конденсационные способы получения наночастиц.
3. Элементарные процессы и стадии механического диспергирования. Физические и химические способы получения наночастиц. Варианты процесса диспергирования.
4. Образование наночастиц конденсационными способами. Жидкостное восстановление и радиолиз.

5. Стадия метода молекулярного наращивания. Получение наночастиц кристаллизацией из раствора. Особенности получения частиц путём золь-гель перехода.
6. Какими способами можно получить наночастицы серебра? Физическими? Химическими? Какие вещества в качестве восстановителя можно использовать при получении наночастиц золота?
7. Что такое самосборка? Что является движущими силами в самосборке? Какие виды сил вовлечены в самосборку? Является ли самосборка экзо- или эндотермическим процессом? Понижение или повышение температуры способствует этому процессу?
8. Дайте краткие описания методов «снизу-вверх» (bottom-up method) и «сверху-вниз» (top-down).
9. Чем объясняется возникновение на поверхности наночастиц избыточной поверхностной энергии?
10. По какому механизму происходит восстановление наночастиц серебра с помощью цитрат-аниона? Какой процесс приводит к росту наночастиц серебра при восстановлении ионов серебра тетрагидридоборатом натрия?
11. Сформулируйте общий принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Какова физическая основа работы сканирующего силового микроскопа и, в частности, атомно-силового микроскопа?
12. На чем основана работа оптической системы детектирования силы взаимодействия острия зонда атомно-силового микроскопа с поверхностью? Назовите основные характеристики зондов кантилеверного типа.
13. Опишите основные режимы работы атомно-силового микроскопа: контактный, бесконтактный и «полуконтактный».
14. Перечислите источники побочной информации, искажающей данные о морфологии и свойствах наноструктур, получаемые методом атомно-силовой микроскопии.
15. Наноструктуры в жидкостях. Золи. Мицеллы. Микроэмульсии. Жидкие кристаллы.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная

1. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий. СПб.: Лаборатория знаний. 2015. 434 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/66203/#1> [Электронный ресурс]
2. Физикохимия поверхности [Текст] / В. И. Ролдугин. - Долгопрудный : Интеллект, 2008. - 565 с.

5.2 Дополнительная

1. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Д. Мишина [и др.]. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. - <https://e.lanbook.com/book/94113#authors>

5.3. Периодические издания:

1. Журнал «Российские нанотехнологии».
2. Журнал «Физикохимия поверхности и защита материалов».

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Федеральный интернет-портал "Нанотехнологии и наноматериалы" <http://portalnano.ru/>
2. Нанотехнологическое Общество России <http://ntsr.info/>

3. Российский электронный наножурнал www.nanojournal.ru
4. Интернет-журнал «Нанометр» www.nanometr.ru
5. Информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети www.rusnanonet.ru

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет - источниками;
- подготовка к зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, полученный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Получите все необходимое методическое обеспечение. Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями, справочными или литературными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по

работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)
2. Программное обеспечение для слабовидящих.

8.2 Перечень информационных справочных систем:

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения лекционных занятий используется мультимедийный проектор и ноутбук. Лабораторные занятия проводятся в химической лаборатории, снабженной как общелабораторным (химическая посуда, реактивы), так и специализированным оборудованием, необходимым для проведения отдельной лабораторной работы.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 332, корп. С (улица Ставропольская, 149). Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория физической химии – ауд. 334, корп. С (улица Ставропольская, 149). Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, лабораторной посудой и оборудованием: термостат – 1 шт; водяная баня – 1 шт; иономеры – 3 шт; водоструйный вакуумный насос; технические весы – 1 шт; аналитические весы – 1 шт; кондуктометрические ячейки для измерения электропроводности растворов – 3 шт; измерители иммитанса Е7-21 – 3 шт;
3.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета - ауд. 329, корп. С (улица Ставропольская, 149)