

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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

Хагуров Т.А.



подпись:

май

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02 НОВЫЕ НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Направление подготовки – 20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) – Безопасность технологических процессов и
производств

Программа подготовки - академическая

Форма обучения - очная

Квалификация (степень) выпускника - магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Новые наноструктурные материалы для обеспечения безопасности» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность.

Программу составил:

Р.В. Горохов, доцент кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии, канд. хим. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины «Новые наноструктурные материалы для обеспечения безопасности» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (разработчика)

протокол № 10 «15» мая 2020г.

Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (выпускающей)

протокол № 10 «15» мая 2020г.

Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической химии (выпускающей)

протокол № 10 «15» мая 2020г.

Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий

протокол № 5 «25» мая 2020г.

Председатель УМК факультета к.х.н., доцент Беспалов А.В.



Рецензенты:

Максимович В.Г., председатель совета директоров ООО «Агентство «Ртутная безопасность», к.т.н.

Шельдешов Н.В., профессор кафедры физической химии Кубанского государственного университета, д.х.н.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - получение студентами теоретических знаний в области наноструктурных материалов и их применения для обеспечения безопасности, а также овладение методологией исследования структуры и свойств таких материалов.

1.2 Задачи дисциплины

Освоение студентами профессиональных знаний и получении профессиональных навыков в области наноструктурных материалов и их применения для обеспечения безопасности.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 «Новые наноструктурные материалы для обеспечения безопасности» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления 20.04.01 Техносферная безопасность, направленность (профиль) «Безопасность технологических процессов и производств».

Данный курс опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Мониторинг безопасности», «Процессы и аппараты современных средств защиты человека и окружающей среды», «Физико-химия природных и производственных процессов» «Физико-химические процессы в техносфере».

Знания, приобретенные при освоении курса, могут быть использованы при решении различных задач по дисциплинам: «Устойчивость объектов техносферы»/ «Технический контроль и диагностика промышленного оборудования», «Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в промышленной безопасности»/ «Методология ведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области защитных процессов».

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций: ОК-5, ОК-11, ОПК-2, ПК-23

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-5	способностью к анализу и синтезу, критическому мышлению, обобщению, принятию и аргументированному отстаиванию решений	методы прогнозирования свойств наноматериалов	применять методы прогнозирования свойств наноматериалов для решения задач в новом приложении; качественно оценивать количественные результаты	методами прогнозирования свойств наноматериалов для решения задач в новом приложении; способностью качественно оценивать количественные результаты
2.	ОК-11	способностью представлять итоги профессиональной деятельности в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с предъявляемыми	критерии и методы представления рукописных работ	пользоваться современными машинными методами оформления работ	программными методами и средствами оформления материала

№ п.п.	Индекс компе- тенции	Содержание компе- тенции (или её ча- сти)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		требованиями			
3.	ОПК-2	способностью гене- рировать новые идеи, их отстаивать и целенаправленно реализовывать	технологиче- ские режимы получения и обработки наноматериа- лов; совре- менные мето- ды исследова- ния наномате- риалов	использовать технологиче- ские режимы получения и обработки наноматериа- лов для полу- чения матери- алов с задан- ными свой- ствами; при- менять основ- ные совре- менные мето- ды исследова- ния наномате- риалов	способностью использовать технологиче- ские режимы получения и обработки наноматериа- лов для полу- чения матери- алов с задан- ными свой- ствами; со- временными методами ис- следования наноматериа- лов
4.	ПК-23	способностью про- водить экспертизу безопасности объек- та, сертификацию изделий машин, ма- териалов на безопас- ность	области при- менения со- временных наноструктур- ных материа- лов для обес- печения без- опасности	использовать современные наноструктур- ные материа- лы для обес- печения без- опасности	использовать современные наноструктур- ные материа- лы для обес- печения без- опасности

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр (часы)			
		2			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	28	28	-	-	-
Занятия лекционного типа	8	8	-	-	-
Лабораторные занятия	20	20	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практиче- ские занятия)	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:	43,8	43,8			
Проработка учебного (теоретического) материала	20	20	-	-	-
Подготовка отчетов к лабораторным работам	10	10			
Подготовка к текущему контролю	13,8	13,8	-	-	-

Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-	-
	в том числе контактная работа	28,2	28,2			
	зач. ед	2	2			

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2 семестре (для студентов ОФО)

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы нанотехнологии	15	1	-	4	10
2.	Особенности строения и свойств наноматериалов	15	1	-	4	10
3.	Получение наноматериалов	12	2	-	4	6
4.	Методы исследования наноматериалов	14	2	-	4	8
5.	Применение наноматериалов для обеспечения безопасности	15,8	2	-	4	9,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>		8	-	20	43,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основы нанотехнологии	Базовые термины и понятия. Основные классы наноразмерных систем. Место наноразмерных объектов в окружающем нас мире. Определение понятий: нанотехнология, наноматериалы, наносистемные устройства, наноструктура. Нанообъекты. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Квантовые точки. Основные типы наноразмерных систем. Углеродные наноструктуры (фуллерены и нанотрубки). Неуглеродные наноструктуры. Нанокompозиты и наножидкости. Степень интеграции и перспективы нанотехнологий.	Тестирование, разбор лабораторных работ

2	Особенности строения и свойств наноматериалов	Положение нанообъектов на шкале размеров, понятие о критических размерах наночастиц в наноматериалах, их функциональные свойства; квантовые представления в нанохимии: корпускулярно-волновой дуализм нанообъектов, квантовые пределы точности измерений, вероятностный характер поведения наночастиц, квантовых размерные эффекты, виды химической связи в нанообъектах, особенности строения и свойств; – химические свойства наноматериалов, влияние размерных эффектов на их активность в процессах окисления, каталитических процессах, самовозгорание и пиррофорность наносред; физические свойства нанообъектов, влияние размерного фактора на свойства веществ (параметры кристаллической решетки, теплоемкость, температуру Дебая), электропроводность и магнитные свойства наноматериалов.	Тестирование, разбор лабораторных работ
3	Получение наноматериалов	История развития методов синтеза наноматериалов; два основных технологических подхода: диспергационный («сверху–вниз»), конденсационный («снизу–вверх»). Методы синтеза нанопорошков: физические методы, химические методы. Методы получения наноструктурированных материалов. Понятие об образовании зародышей. Механизмы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Формирование кластеров и наночастиц. Формирование сложных наноструктур. Понятие о самоорганизации. Самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур. Роль температурного фактора. Типы упорядоченных структур и их параметры. Физико-математические модели нанообъектов.	Тестирование, разбор лабораторных работ
4	Методы исследования наноматериалов	Зондовые методы микроскопии и спектроскопии: атомно-силовая, сканирующая туннельная, магнитно-силовая и др. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия, в том числе высокого разрешения. Люминесцентная микроскопия. Дифракционные методы (рентгеновские, электронные, нейтронные). Рентгеновская спектроскопия (XAS, EXAFS и др.). Электронная спектроскопия. Магнитно-резонансные методы. Терагерцовая спектроскопия. Масс-спектрометрия. Нелинейно-оптические методы, в том числе рамановская спектроскопия.	Тестирование, разбор лабораторных работ
5	Применение наноматериалов для обеспечения безопасности	Приоритетные направления и критические технологии РФ. Классификация задач внедрения нанотехнологии. Экономические аспекты внедрения нанотехнологии.	Тестирование, разбор лабораторных работ

Формы **текущего контроля**: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

2.3.2 Занятия семинарского типа

не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основы нанотехнологии	Примеры наноматериалов. Оптические волокна.	Отчет, контрольная задача, тест
2	Особенности строения и свойств наноматериалов	Анализ дисперсности наноразмерного модификатора. Определение размеров и формы частиц.	Отчет, контрольная задача, тест
3	Получение наноматериалов	Синтез наноразмерного модификатора для композитов различного назначения.	Отчет, контрольная задача, тест
4	Методы исследования наноматериалов	Зондовая микроскопия нанообъектов. Электронная микроскопия нанообъектов. Электронная спектроскопия нанообъектов	Отчет, контрольная задача, тест
5	Применение наноматериалов для обеспечения безопасности	Применение соединений титана для наномодификации композитов полифункционального назначения. Экономические аспекты внедрения нанотехнологий.	Отчет, контрольная задача, тест

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

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.	Проработка учебного (теоретического) материала. Подготовка к текущему контролю	1. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2009. — 416 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2173 . 2. Годымчук, А.Ю. Экология наноматериалов [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 152200 "Наноинженерия" / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова; под ред. Л. Н. Патрикеева, А. А. Ревинной. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 272 с. 3. 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 отчетов к лабораторным работам	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.

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,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

При изучении студентами дисциплины используются следующие технологии:

- технологии проблемного обучения (проблемные лекции, проводимые в форме диалога, решение учебно-профессиональных задач);
- информационно-коммуникативные образовательные технологии (моделирование изучаемых явлений, презентация учебных материалов).

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

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценка качества освоения дисциплины обучающимися включает промежуточный и текущий контроль усвоения знаний.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации 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,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Полный фонд оценочных средств оформлен как отдельное приложение к рабочей программе.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Фонд оценочных средств включает тестовые задания, контрольные работы, лабораторные работы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

4.1.1 Примерные темы рефератов, докладов, эссе

1. Наноразмерные полиактивные добавки.
2. Технологии гомогенизации композиций с наноразмерными объектами.
3. Технологии прививки наноразмерных объектов к поверхности минеральных носителей.
4. Технологии синтеза наноразмерных структур на минеральных дисперсных фазах.
5. Технологии наномодифицированных пенобетонов.
6. Технологии наномодифицированных мелкозернистых бетонов.
7. Технологии наномодифицированных высокопрочных бетонов.
8. Технологии синтеза наноразмерных органоминеральных модификаторов для асфальтобетонов.
9. Технологии синтеза наноразмерных добавок для нейтрализации эмиссии токсичных газов из асфальтобетонов.
10. Технологии наномодифицированных композитов на термопластичном вяжущем.
11. Технологии синтеза наномодификатора на основе гидросиликатов бария.
12. Технологии наномодифицированных функциональных композитов на основе гидросиликатов бария.
13. Технологии наномодифицированных композитов на термореактивном вяжущем: исследование закономерностей структурных преобразований на межфазных границах наномодифицированных композитов.
14. Технологии наномодифицированных композитов на термореактивном вяжущем: надмолекулярные структуры на границе раздела фаз композитов функционального назначения.
15. Технологии наномодифицированных композитов на термореактивном вяжущем: композиты с повышенными показателями барьерных свойств.
16. Технологии наномодифицированных композитов на термореактивном вяжущем: композиты с повышенной трещиностойкостью.
17. Технологии наномодифицированных композитов на термореактивном вяжущем: композиты, структурированные магнитным полем.
18. Технологии наномодифицированных композитов на термореактивном вяжущем: композиты, структурированные электромагнитным полем.
19. Технологии наномодифицированных композитов на термореактивном вяжущем: композиты, структурированные акустическим полем.
20. Оксидные наномодификаторы для гидрофобных покрытий.
21. Технологии наномодифицированных композитов на термореактивном вяжущем: полифункциональные композиты для покрытий различного назначения.

22. Технологии градиентных наноструктурированных композитов на терморек-
тивном вяжущем: щелочестойкие эпоксисилоксановые функциональные материалы для
гидрофобных покрытий.

Компетенции, проверяемые оценочным средством: ОК-5, ОК-11, ОПК-2, ПК-23

4.1.2 Примеры вариантов контрольных работ, тестов

ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант 1.

- 1) Приведите пример процесса, позволяющего получить наночастицы с использо-
ванием нисходящего подхода.
- 2) Сколько наночастиц состава Au_2O можно получить из 3 см^3 металла, если сум-
марный выход всех операций составляет 90%? Плотность золота равна $19,32 \text{ г/см}^3$
- 3) Какие методы можно использовать для получения нанопорошка оксида алюми-
ния?
- 4) Дайте определение следующим терминам – нанотрубка, квантовая точка, ком-
плементарность.
- 5) Объясните, почему перманганат калия нерастворим в бензоле, но может быть
растворен в нем в присутствии краун-эфиров.

Компетенции, проверяемые оценочным средством: ОК-5, ОК-11, ОПК-2, ПК-23

ВАРИАНТ ТЕСТА

1. Что такое нано?
 - a. одна миллионная
 - b. одна миллиардная
 - c. одна десятая
2. Использование наночастиц золота впервые запатентовали в
 - a. Италии эпохи Просвещения
 - b. Советском Союзе
 - c. США
3. Карбон – это
 - a. углепластик
 - b. пластик
 - c. пластилин
4. Первым заговорил о нано...
 - a. Ленин
 - b. Фейнман
 - c. Чубайс
5. За счет нанотехнологий в природе реализуется
 - a. цикл цветения пасленовых
 - b. эффект лотоса
 - c. фотосинтез

6. Солнечная энергия преобразуется в электрическую с помощью
 - a. батарей центрального отопления
 - b. солнечный батарей
 - c. солнечных зайчиков
7. Светодиоды хороши тем, что они
 - a. дают много тепла
 - b. дешевые
 - c. экономичные
8. Квантовая точка – это...
 - a. объект на евклидовой плоскости
 - b. точка кипения
 - c. нанокристалл полупроводника
9. Сканирующий зондовый микроскоп нужен чтобы
 - a. забивать гвозди
 - b. смотреть на звезды
 - c. изучать нанометровые объекты
10. Что такое в буквальном переводе термин "форсайт", используемый для построения "дорожных карт" нанотехнологий?
 - a. ускорение
 - b. взгляд в будущее
 - c. ретроспективный анализ

Компетенции, проверяемые оценочным средством: ОК-5, ОК-11, ОПК-2, ПК-23

Критерии оценки выполнения заданий в тестовой форме:

- "5" (отлично) - 90-100% правильных ответов;
- "4" (хорошо) - 80-89% правильных ответов;
- "3" (удовлетворительно) - 70-79% правильных ответов;
- "2" (неудовлетворительно) - 69% и менее правильных ответов.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету

1. Дайте определения терминам: наночастица, наносистема, нанокомпозит, нанонаука, нанотехнология.
2. Каким образом можно классифицировать наноразмерные системы?
3. Что такое квантовые наноструктуры с размерностью 0D-, 1D-, 2D-? Приведите примеры.
4. Какие типы композиционных наноматериалов вам известны?
5. Какие два основных технологических подхода используется для получения наноразмерных структур? Чем это обусловлено?
6. Какие методы синтеза нанопорошков могут быть отнесены к диспергационным методам? Какие – к методам конденсационным?
7. Каким образом можно получить нанопорошок, состоящий из частиц примерно одинаковых по размеру?
8. Какие методы синтеза углеродные нанотрубок вам известны?
9. Каким образом можно исследовать механические свойства наноматериалов?

10. Почему для объяснения особых свойств вещества в наноразмерном состоянии мы вспоминаем о свойствах поверхности? Чем поверхность отличаются от объема вещества?
11. Что такое поверхностная энергия? Какие методы определения поверхностных энергий твердых тел вам известны?
12. В каких условиях возможна самоорганизация наноразмерных структур?
13. Каковы особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии?
14. Как изменяются магнитные свойства вещества при переходе в наноразмерное состояние? Почему?
15. Что такое наноэлектроника и нанофотоника? Какими видятся перспективы дальнейшего развития данных областей знания?
16. Каковы возможности использования наночастиц в каталитических процессах? Приведите конкретные примеры.
17. В каких областях медицины нанотехнологии уже используются или могут быть использованы в будущем? Каким образом на основе нанотехнологий улучшают хирургический инструментарий?
18. Можно ли использовать нанотехнологии при создании топливных элементов? Приведите конкретные примеры.
19. Какие области практического применения углеродных нанотрубок вам известны?
20. Основные классы наноразмерных систем (перечислить, охарактеризовать)
21. Нанотрубки и их свойства. Использование нанотрубок в качестве элементной базы микроэлектроники.
22. Углеродные наноструктуры. Фуллерен. История открытия, структура, возможности модифицирования, области применения.
23. Порошковые наноматериалы. Основные методы получения и направления практического использования.
24. Наноструктурированные материалы. Основные методы получения и направления практического использования.
25. Квантовые точки.
26. Наноэлектроника как одно из направлений применения нанотехнологий.
27. Роль нанотехнологий в развитии фотоники.
28. Нанокompозитные материалы. Классификация нанокompозитов (по химической природе матрицы, по форме и характеру наполнителей из наночастиц и др.).
29. Нанокompозиты. Общие методы получения нанокompозитов, возможности практического использования.
30. Нанотехнология. Основные технологические принципы: «сверху–вниз» и «снизу–вверх». Механизмы самоорганизации.
31. Физические методы синтеза нанопорошков (метод электровзрыва, механическое и ультразвуковое диспергирование).
32. Химические методы синтеза нанопорошков.
33. Методы получения структурированных наноматериалов. Химическое осаждение из газовой фазы, физическое осаждение из газовой фазы.
34. Пленочные технологии получения наноматериалов (химическое осаждение из газовой фазы (CVD), физическое осаждение из газовой фазы (PVD), электроосаждение, ионно-лучевая эпитаксия, золь-гель осаждение).
35. Особые свойства вещества в нанометровом диапазоне размеров. Размерные эффекты в наносистемах. Причины их возникновения.
36. Термодинамика поверхности. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение.

37. Основы физической химии наносистем; уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах; особенности поверхностных процессов в наноструктурах.

38. Структурные переходы в наноматериалах. Термодинамическое объяснение возможности стабилизации неравновесных структур для веществ в наноразмерном состоянии.

39. Проблемы устойчивости наночастиц; факторы, обуславливающие стабильность. Способы стабилизации наночастиц

Компетенции, проверяемые оценочным средством: ОК-5, ОК-11, ОПК-2, ПК-23

Критерии оценки промежуточной аттестации (зачета):

1. Оценка «зачтено» предполагает:

- Хорошее знание основных терминов и понятий курса;
- Хорошее знание и владение методами и средствами решения задач;
- Последовательное изложение материала курса;
- Умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов;
- Достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена;
- Умение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответе на экзамене.

2. Оценка «не зачтено» предполагает:

- Неудовлетворительное знание основных терминов и понятий курса;
- Отсутствие логики и последовательности в изложении материала курса;
- Неумение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов

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

5.1 Основная литература:

1. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2009. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2173>.

2. Годымчук, А.Ю. Экология наноматериалов [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 152200 "Наноинженерия" / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова; под ред. Л. Н. Патрикеева, А. А. Ревинной. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 272 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 5-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. - <https://e.lanbook.com/book/94117>.

2. Наноматериалы: свойства и перспективные приложения [Электронный ресурс] / отв. ред. А. Б. Ярославцев. - Москва: Научный мир, 2014. - 455 с. - http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468346&sr=1.

3. Пул, Чарльз П. Нанотехнологии [Текст]: учебное пособие для студентов / Ч. Пул-мл., Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - Изд. 4-е, испр. и доп. - М.: Техно-

сфера, 2009. - 335 с.: ил. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 0471079359. - ISBN 9785948362014

5.3 Периодические издания:

1. Журнал физической химии
2. Журнал «Перспективные материалы»
3. Журнал «Координационная химия»

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Открытая база российских государственных стандартов: <http://standartgost.ru/>
2. Электронная энциклопедия: <https://ru.wikipedia.org>
3. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
4. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
5. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
6. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
7. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
8. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных www.rusnano.com
9. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий и лабораторных работ.

Лекция – форма организации учебного процесса, направленная на формирование ориентировочной основы для последующего усвоения учащимися учебного материала. Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над курсом. Деятельность студентов: обязательное посещение лекций, желательна предварительная подготовка к лекции по учебной литературе, активная работа на лекции: внимательно слушать, осмысливать, перерабатывать материал, кратко записывать (конспектировать), быть готовыми отвечать на вопросы лектора, участвовать в дискуссии, задавать вопросы, если они возникают по ходу лекции, высказывать свою точку зрения.

Лабораторные занятия - форма организации обучения, интегрирующая теоретико-методологические знания, практические умения и навыки студентов в едином процессе учебно-исследовательского характера. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием.

Этапы выполнения лабораторной работы:

- 1) подготовительный этап (самостоятельная работа студентов);
- 2) получение допуска к выполнению экспериментальной части лабораторной работы (контактная работа с преподавателем каждой малой группы);
- 3) выполнение экспериментальной части лабораторной работы под контролем преподавателя;

4) анализ полученных результатов, формулировка вывода и подготовка к защите лабораторной работы (может выполняться как самостоятельная работа студента дома, или под контролем преподавателя в течение времени, выделенного на лабораторные работы или в ходе иной контактной работы с преподавателем);

5) защита лабораторной работы (контактная работа с преподавателем).

После выполнения всех этих этапов лабораторная работа считается выполненной.

Отчеты по лабораторной работе должны содержать: наименование и цель выполнения лабораторной работы, описание технических данных приборов, которые помогали выполнять работу (указываются наименование приборов и их типы, пределы шкал, цена одного деления), структурная или принципиальная схема установки, используемой в работе, ход работы, таблицы с результатами исследований, расчеты (при необходимости), графики (при необходимости), выводы.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа. Целью самостоятельной работы студента является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю направления подготовки, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы использованы следующие формы: проработка учебного (теоретического) материала, подготовка отчетов к лабораторным работам.

Работа с конспектом лекций. Студенту необходимо просматривать конспект сразу после занятий, отмечать материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверять свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Работа с учебной и научной литературой. Приступая к работе над книгой, следует сначала ознакомиться с материалом в целом: оглавлением, аннотацией, введением и заключением путем беглого чтения-просмотра, не делая никаких записей. Этот просмотр позволит получить представление обо всем материале, который необходимо усвоить. После этого следует переходить к внимательному чтению - штудированию материала по главам, разделам, параграфам. Изучая книгу, надо обращать внимание на схемы, таблицы, карты, рисунки: рассматривать их, обдумывать, анализировать, устанавливать связь с текстом. Это поможет эффективнее понять и усвоить изучаемый материал. Читая книгу, следует делать выписки, зарисовки, составлять схемы, тезисы, выписывать цифры, цитаты, вести конспекты.

Информация о длительности работы, отводимой на самостоятельную работу по каждому разделу представлена в таблице.

№	Наименование раздела	Содержание раздела (темы) для самостоятельной работы	Самостоятельная работа, ч
1	2	3	4
1.	Основы нанотехнологии	Нанообъекты. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Квантовые точки. Основные типы наноразмерных систем. Углеродные наноструктуры (фуллерены и нанотрубки). Неуглеродные наноструктуры. Нанокompозиты и наножидкости. Степень интеграции и	10

№	Наименование раздела	Содержание раздела (темы) для самостоятельной работы	Самостоятельная работа, ч
1	2	3	4
		перспективы нанотехнологий.	
2.	Особенности строения и свойств наноматериалов	– химические свойства наноматериалов, влияние размерных эффектов на их активность в процессах окисления, каталитических процессах, самовозгорание и пирофорность наносред; физические свойства нанообъектов, влияние размерного фактора на свойства веществ (параметры кристаллической решетки, теплоемкость, температуру Дебая), электропроводность и магнитные свойства наноматериалов.	10
3.	Получение наноматериалов	Понятие об образовании зародышей. Механизмы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Формирование кластеров и наночастиц. Формирование сложных наноструктур. Понятие о самоорганизации. Самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур. Роль температурного фактора. Типы упорядоченных структур и их параметры. Физико-математические модели нанообъектов.	6
4.	Методы исследования наноматериалов	Зондовые методы микроскопии и спектроскопии: атомно-силовая, сканирующая туннельная, магнитно-силовая и др. Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия, в том числе высокого разрешения. Люминесцентная микроскопия. Дифракционные методы (рентгеновские, электронные, нейтронные). Рентгеновская спектроскопия (XAS, EXAFS и др.). Электронная спектроскопия. Магнитно-резонансные методы. Терагерцовая спектроскопия. Масс-спектрометрия. Нелинейно-оптические методы, в том числе рамановская спектроскопия.	8
5.	Применение наноматериалов для обеспечения безопасности	Приоритетные направления и критические технологии РФ. Экономические аспекты внедрения нанотехнологий.	9,8
	Всего		43,8

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

8.1 Перечень информационных технологий.

Использование электронных презентаций

8.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения

Microsoft Office Professional Plus
Microsoft Windows

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, подвесным проектором, ноутбуком, меловой доской и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 126с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
2	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория химической технологии и материаловедения, укомплектованная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, средствами оказания первой медицинской помощи и средствами пожарной безопасности, специализированным лабораторным оборудованием и комплектами реактивов (ауд. 435с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149).
3	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций (ауд. 435с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, подвесным проектором, ноутбуком, меловой доской и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 126с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
4	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций (ауд. 435с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149). Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, подвесным проектором, ноутбуком, меловой доской и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 126с,

		г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
5	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы студентов, оснащенное комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченное доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. (ауд. 401с, 431с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)