

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры



Ярмоленко И.В.

«21» апреля 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



Уваров В.А.

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Общая технология наноматериалов

Направление подготовки:

08.04.01 Строительство

Профиль программы:

**Производство строительных материалов, изделий и конструкций:
наносистемы в строительном материаловедении**

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра материаловедения и технологии материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 482 от 31 мая 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доц.  (Л.Н. Боцман)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » апреля 2021 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.В. Строкова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.В. Строкова)

« 12 » апреля 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 29 » апреля 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доц.  (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен организовывать и выполнять и научные исследования в сфере строительного материаловедения	ПК-6.1. Формулирует цели, постановку задач исследования в сфере строительного материаловедения	<p>Знать: принципы формулировки целей, постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения</p> <p>Уметь: Формулировать цели и задачи исследования в сфере строительного материаловедения</p> <p>Владеть: навыками формулирования целей и постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения</p>
		ПК-6.2 Выбирает метод и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения	<p>Знать: особенности проведения исследований в сфере строительного материаловедения</p> <p>Уметь: подбирать методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения</p> <p>Владеть: навыками подбора метода и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения</p>
		ПК-6.4 Определяет перечень ресурсов, необходимых для проведения исследования	<p>Знать: ресурсы, необходимые для проведения исследования</p> <p>Уметь: определять необходимый перечень ресурсов, необходимых для проведения исследования</p> <p>Владеть: навыками подбора ресурсов, необходимых для проведения исследования</p>
		ПК-6.5 Составляет аналитический обзор научно-технической информации в сфере строительного материаловедения	<p>Знать: особенности проведения аналитического обзора научно-технической информации в сфере строительного материаловедения</p> <p>Уметь: осуществлять аналитический обзор научно-технической информации в сфере строительного материаловедения</p> <p>Владеть: навыками составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере строительного материаловедения</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-6 Способен организовывать и выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Общая технология наноматериалов
2	Методы исследования и контроля качества наноструктурированных материалов
3	Физическая химия наноструктурированных материалов
4	Основы патентоведения
5	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
6	Производственная научно-исследовательская работа
7	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 2 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34	34
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	70	70
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	25	25
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Получение нанобъектов					
	Особенности получения наноструктур. Классификация методов получения нанобъектов	2		3	5
	Групповые методы получения нанобъектов. Метод молекулярных пучков. Сверхзвуковое истечение газов из сопла. Газофазный синтез. Ионная бомбардировка. Ударные волны	2			5
	Групповые методы получения нанобъектов. Вакуумное испарение. Катодное распыление. Низкотемпературная плазма. Плазмохимический синтез	2			6
	Групповые методы получения нанобъектов. Получение наночастиц путем диспергирования. Механохимический синтез. Сонохимическое диспергирование	2			4
	Групповые методы получения нанобъектов. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Взрывной синтез. Электрический взрыв проводников. Электроэрозионный метод	2			4
	Групповые методы получения нанобъектов. Золь-гель метод. Криогенный метод. Термическое разложение (пиролиз). Электрохимические методы получения наночастиц	1			5
2. Свойства и методы исследования нанобъектов					
	Свойства нанобъектов. Механические свойства. Каталитические свойства. Магнитные свойства	2		6	16
	Методы исследования нанобъектов. Спектроскопия. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Рентгеновские дифракционные методы.	2		2	15
3. Наноструктурированные материалы					
	Наноструктурированные композиционные материалы. Особенности получения и свойства	2	2	4	10
	ВСЕГО	17		17	70

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 1				
1	Тема 1. Получение нанобъектов	Получение двумерных наноструктур оксида алюминия методом анодного окисления	3	3
2	Тема 2. Свойства и методы исследования нанобъектов	Изучение магнитных свойств наноструктурированных материалов	2	2
		Анализ электрических свойств наноматериалов	2	2
		Оптические свойства наноконпонентов	2	2
		Наблюдение аномального двулучепреломления и дихроизма в анизотропных плазмонных метаматериалах	2	2
3	Тема 3. Наноструктурные материалы	СВЧ плазмохимическое травление поверхности подложек и наноразмерных пленок	4	4
ИТОГО:			17	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Каждому студенту преподаватель выдает тему поисковой работы, в которой отражена определенная группа материалов. В рамках ИДЗ студенту необходимо изучить текущее состояние вопроса в области наноструктурированных или наномодифицированных композитов общестроительного и специального назначения.

Цель выполнения ИДЗ – привить студентам навыки самостоятельной работы с научно-технической литературой и открытыми источниками информации.

Поисковая работа представляется в виде реферата объемом не менее 15 листов формата А4.

Темы индивидуальных заданий:

1. Наномодификаторы
2. Нанокремнезем
3. Углеродные наноматериалы
4. Защитные покрытия
5. Фибра как компонент бетона
6. Наноструктурированное вяжущее
7. Наноструктурирующий гранулированный наполнитель
8. Фотокаталитические материалы
9. Полимерные вяжущие с наноконпонентами

10. Дорожные бетоны с наномодификаторами
11. Самоочищающиеся материалы
12. Оксидные наноматериалы
13. Частицы металлов как биоциды
14. Лакокрасочные материалы с наноконпонентами
15. Ультратонкий бетон

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-6 Способен организовывать и выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-6.1. Формулирует цели, постановку задач исследования в сфере строительного материаловедения	Защита лабораторной работы, экзамен
ПК-6.2 Выбирает метод и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Защита лабораторной работы, защита ИДЗ, решение практической задачи, выполнение тестового задания, экзамен
ПК-6.4 Определяет перечень ресурсов, необходимых для проведения исследования	Защита лабораторной работы, защита ИДЗ, решение практической задачи, выполнение тестового задания, экзамен
ПК-6.5 Составляет аналитический обзор научно-технической информации в сфере строительного материаловедения	Защита лабораторной работы, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра в форме экзамена.

Компетенция ПК-6 Способен организовывать и выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Получение нанообъектов	Классификация методов получения нанообъектов
2		Метод молекулярных пучков
3		Сверхзвуковое истечение газов из сопла
4		Газофазный синтез
5		Ионная бомбардировка
6		Ударные волны
7		Вакуумное испарение
8		Катодное распыление

9		Низкотемпературная плазма
10		Плазмохимический синтез
11	Свойства и методы исследования нанообъектов	Получение наночастиц путем диспергирования
12		Механохимический синтез
13		Сонохимическое диспергирование
14		Самораспространяющийся высокотемпературный синтез
15		Взрывной синтез
16		Электрический взрыв проводников
17		Электроэрозионный метод
18		Золь-гель метод
19		Криогенный метод
21		Термическое разложение (пиролиз)
22		Наноструктурированные материалы
23	Механические свойства	
24	Каталитические свойства	
25	Магнитные свойства	
26	Спектроскопия.	
27	Просвечивающая электронная микроскопия	
28	Сканирующая электронная микроскопия	
29	Рентгеновские дифракционные методы	
30	Наноструктурированные композиционные материалы	

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра на лабораторных работах, их защите в форме собеседования, а также выполнения ИДЗ.

Предполагается защита каждой правильно выполненной лабораторной работы, которая осуществляется в форме **собеседования**, т.е. специальной беседе с обучающимся, что позволяет оценить объём его знаний.

Компетенция ПК-6 Способен организовывать и выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Изучение магнитных свойств наноструктурированных материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. По какому принципу разделяют магнитные наноматериалы? 2. Опишите типы организации систем магнитных наноматериалов. 3. Что называют ферромагнитной жидкостью? 4. Какой минерал используется в ферромагнитных жидкостях? 5. Приведите примеры использования магнитных наноматериалов в быту. 6. Объясните эффект Тиндаля.
2.	Анализ электрических	1. В каком случае размерные эффекты начинают влиять на

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
	свойств наноматериалов	электронные свойства наноматериалов? 2. Что можно наблюдать в спектрах комбинационного рассеяния и в спектрах катодной люминесценции частиц наноалмаза? 3. Опишите схемы структур нанокомпозитов. 4. Что такое нитинол? Каким свойством он обладает? 5. Назовите достоинства никелида титана. 6. Какими недостатками обладает нитинол?
3.	Оптические свойства наноконпонентов	1. Что относится к оптическим свойствам дисперсных систем? 2. Что называется опалесценцией? Опишите эффект Тиндаля. 3. Что показывает уравнение Рэлея? 4. Какую окраску приобретают золи? 5. Напишите уравнение Рэлея. Для каких сред оно используется?
4.	Анализ гидрофобных свойств материалов различной природы	1. Что называется эффектом лотоса? 2. Методы создания гидрофобной поверхности. 3. Где можно применять «лотосовые» покрытия? 4. Опишите гидрофобные покрытия для строительных материалов. В чем их особенность? 5. Защитное покрытие для ткани. Назовите механизм действия и основные свойства покрытий.

Примерный перечень вопросов к защите индивидуального домашнего задания:

1. Какие виды наномодификаторов вы знаете?
2. Основные характеристики нанокремнезема.
3. Способы получения углеродные наноматериалы.
4. Виды защитных покрытий.
5. Особенности защитных покрытий.
6. Применение фибры как компонента бетона.
7. Виды фибры, применяемые для получения различных бетонов.
6. Сырье для получения наноструктурированного вяжущего.
7. Технология получения наноструктурированного вяжущего.
8. Сырье для получения наноструктурирующего гранулированного заполнителя.
9. Технология получения наноструктурирующего гранулированного заполнителя.
10. Виды фотокаталитических материалов.
11. Сырьевые компоненты для фотокаталитических материалов.
12. Полимерные вяжущие с наноконпонентами.
13. Виды наномодификаторов, применяемых в дорожных бетонах.
14. Особенности получения самоочищающихся материалов.
15. Особенности оксидных наноматериалов.
16. Применение частиц металлов в качестве биоцидов.
17. Применение наноконпонентов в лакокрасочных материалов.
18. Что такое ультратонкий бетон.
19. Особенности сырья для ультратонкого бетона

Перечень примерных практических заданий:

На выполнение задач отводится 0,5 академических часа.

Задача 1. Тонкие нанокристаллические пленки селенида меди(I) (Cu_{2-x}Se) применяются в солнечной энергетике, микро- и оптоэлектронике. Такие пленки толщиной 100–400 нм получают методом химического осаждения. На рисунке 1 представлена структура тонкой пленки Cu_{2-x}Se .

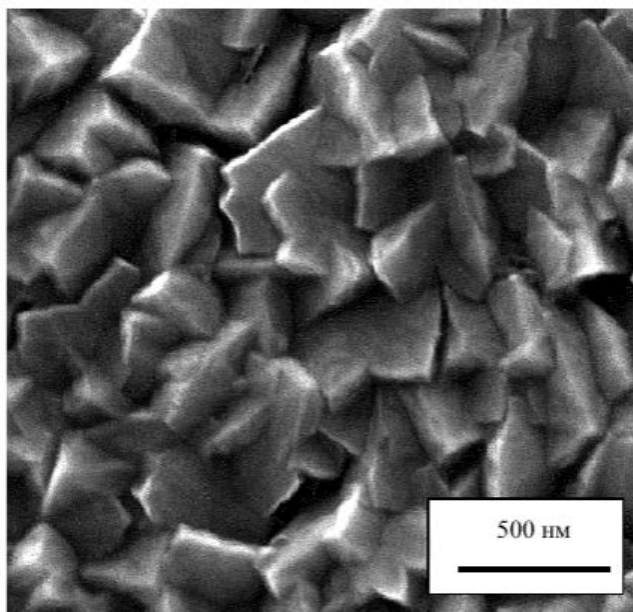


Рисунок 1 Электронно-микроскопическое изображение тонкой пленки Cu_{2-x}Se , полученной методом химического осаждения

Требуется на основе анализа микроизображения определить средний размер нанозерен с использованием техники измерительных накладных сеток.

Задача 2 На рисунке 2 представлена структура нанокерамики из ниобата висмута (BiNbO_4).

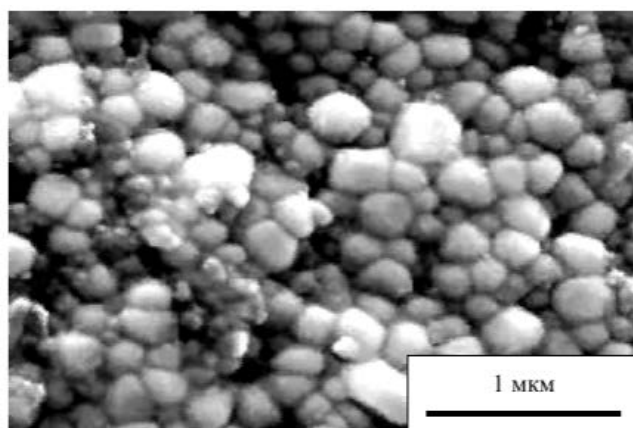


Рисунок 2 Структура нанокерамики из ниобата висмута

Требуется на основе анализа микроизображения определить средний размер наночастиц с использованием техники измерительных накладных сеток.

Задача 3 На рисунке 3 представлена структура матричного нанокompозита на основе полиэтилена с включениями наночастиц железа.

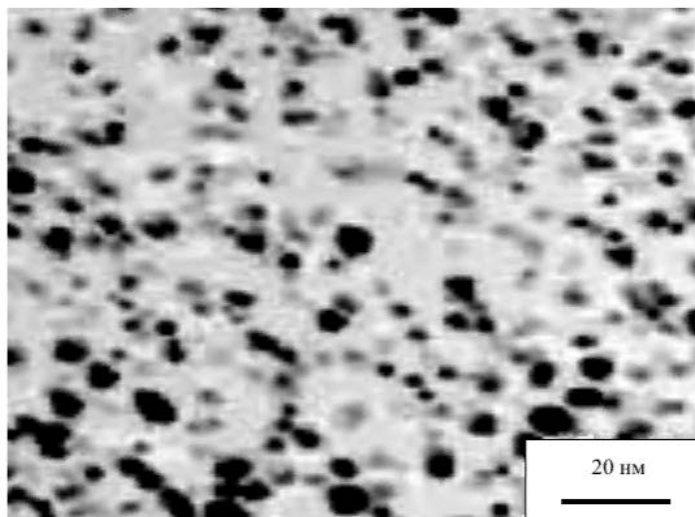


Рисунок 3 Структура металлополимерного нанокompозита

Требуется на основе анализа микроизображения определить средний размер армирующих наночастиц с использованием техники измерительных накладных сеток.

Перечень примерных тестовых заданий

1. «Самосборка» квантовых точек на подложке при осаждении из газовой фазы вызвана...
 - 1) флуктуациями (модуляцией) состава питающей среды
 - 2) химическим взаимодействием квантовых точек с подложкой
 - 3) эпитаксиальным ростом пленок
 - 4) рассогласованием параметров решеток пленки и подложки
 - 5) осаждением полупроводниковых «островков» на винциальных выходах винтовых дислокаций подложки
 - 6) затрудненной миграцией ростовых блоков по боковой поверхности эшелонов ростовых ступеней подложки
2. Пористый кремний получают с помощью...
 - 1) наноиндентирования
 - 2) электронно-лучевой эпитаксии
 - 3) электрохимически
 - 4) химическим осаждением из газовой фазы
 - 5) импульсного лазерного облучения
 - 6) самосборкой кремниевых микросфер
3. Как получить углеродные нанотрубки?
 - 1) нагревом алмаза
 - 2) синтез в электрической дуге

- 3) обработка сахара олеумом
- 4) обработка графита концентрированной азотной кислотой
- 5) гидрогенизация фуллерена
- 6) поликонденсация бензола
- 7) циклизация гептана
- 8) полимеризация этилена

4. В молекуле фуллерена C₆₀ атомы углерода располагаются:

- 1) На поверхности додекаэдра.
- 2) На сферической поверхности.
- 3) В вершинах шестиугольников.
- 4) В вершинах пятиугольников.
- 5). В вершинах пяти- и шестиугольников.

5. Разрешающая способность просвечивающего электронного микроскопа зависит:

- 1) От длины волны электрона.
- 2) От ускоряющего напряжения на электронной пушке.
- 3) От материала анода электронной пушки.
- 4) От количества магнитных линз

6. В сканирующем туннельном микроскопе изображение поверхности исследуемого образца получают за счет:

- 1) Регистрации величины отклонения зонда при изменении силы взаимодействия между зондом и поверхностью.
- 2) Регистрации величины тока, возникающего между острием зонда и сканируемой поверхностью.
- 3) Регистрации потока вторичных электронов, выбиваемых зондом со сканируемой поверхности.
- 4) Измерения сопротивления, возникающего в промежутке между острием зонда и сканируемой поверхностью.

7. В сканирующей микроскопии ближней оптической зоны в качестве зонда используют:

- 1) Пучок электронов.
- 2) Кремниевую иглу.
- 3) Лазерное излучение.
- 4) Световой волновод.

8. Электрохимический синтез это:

- 1) Электролиз под действием постоянного тока.
- 2) Электролиз под действием переменного тока.
- 3) Синтез, протекающий в гальваническом элементе.
- 4) Синтез под действием электрического разряда.

9. При механохимическом синтезе используют:

- 1) Охлаждение исходного материала до низких температур.
- 2) Плазменный нагрев.
- 3) Мельницы сверхтонкого измельчения.
- 4) Взрывчатые вещества

10. Недостатками метода термического разложения являются:

- 1) Получение смесей металлов и их оксидов.
- 2) Получение наночастиц с широким распределением по размерам.

- 3) Использование тугоплавких исходных соединений.
- 4) Невозможность получения металлических пленок.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Компетенция ПК-6 Способен организовывать и выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основ математического аппарата, применяемого в научных исследованиях
	Знание общих сведений о наноразмерном состоянии веществ, методов создания наноматериалов и целей развития нанотехнологий.
	Знание основных физико-химических подходов, применяемых в научных исследованиях
	Знание диапазона прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов
Умения	Умение выбирать необходимый математический аппарат для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов
	Умение применять освоенные методы исследования в изучении тех или иных свойств наноматериалов.
	Умение выбирать необходимые физико-химические подходы для синтеза и исследования наноматериалов с требуемыми характеристиками
	Умение выбирать необходимые прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, применяемые в процессах синтеза и исследования наноматериалов
Владения	Владение навыками работы с математическим аппаратом при проектировании процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов
	Владение принципами размерной и структурной классификации наноструктурированных материалов, а так же направлениями их применения при создании строительных композиционных материалов.
	Владение навыками описания и анализа результатов физико-химических исследований наноматериалов
	Владение навыками использования прикладных программ и средств автоматизированного проектирования при решении инженерных и научно-технических задач в области получения и исследования наноматериалов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основ математического аппарата, применяемого в научных исследованиях	Не знает основные принципы применения математического аппарата в трех и более методах исследования нанобъектов: спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновские дифракционные методы.	Допускает неточности при описании основных принципов применения математического аппарата в методах исследования нанобъектов: спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновские дифракционные методы. Знает не все методы.	Знает основные принципы применения математического аппарата в методах исследования нанобъектов: спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновские дифракционные методы.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает принципы применения математического аппарата в методах исследования нанобъектов: спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновские дифракционные методы.
Знание общих сведений о наноразмерном состоянии веществ, методов создания наноматериалов и целей развития нанотехнологий.	Обучающийся не знает цели и основные исторические этапы развития нанотехнологий (в Российской Федерации и в мире). Не владеет сведениями о наноразмерном состоянии веществ, не классифицирует методы создания нанобъектов и наноматериалов.	Обучающийся допускает неточности при описании целей и основных исторических этапов развития нанотехнологий (в Российской Федерации и в мире). Владеет основными сведениями о наноразмерном состоянии веществ, частично классифицирует методы создания нанобъектов и наноматериалов.	Обучающийся знает цели и основные исторические этапы развития нанотехнологий (в Российской Федерации и в мире). Владеет сведениями о наноразмерном состоянии веществ, классифицирует методы создания нанобъектов и наноматериалов.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает цели и историческими этапы развития нанотехнологий (в Российской Федерации и в мире). Четко приводит сведения о наноразмерном состоянии веществ, классифицирует методы создания нанобъектов и наноматериалов.
Знание основных физико-химических подходов, применяемых в научных исследованиях	Не может изложить свойства и методы исследования нанобъектов. Не формулирует и не анализирует проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.	Может привести отдельные свойства и методы исследования нанобъектов, но допускает ошибки. С неточностями приводит основные проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.	Может привести отдельные свойства и методы исследования нанобъектов. Приводит основные проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.	Самостоятельно может изложить свойства и методы исследования нанобъектов. Самостоятельно формулирует и анализирует проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.
Знание диапазона прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Знает две и менее прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Перечисляет и приводит примеры не менее трех прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов, с дополнительной помощью описывает основы функционирования	Перечисляет, приводит примеры и описывает основы функционирования не менее трех прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Перечисляет, приводит примеры и описывает основы функционирования не менее пяти прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение выбирать необходимый математический аппарат для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Осуществляет неправильный и необоснованный выбор математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Допускает неточности при выборе и обосновании выбора математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	По существующей методике выбирает и частично обосновывает выбор математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Самостоятельно рационально выбирает и обосновывает выбор математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов
Умение применять освоенные методы исследования в изучении тех или иных свойств наноматериалов.	Не умеет применять методики изучения свойств наноструктурированных материалов и нанокomпонентов.	Допускает неточности при использовании методик изучения свойств наноструктурированных материалов и нанокomпонентов.	Может использовать методики изучения свойств наноструктурированных материалов и нанокomпонентов.	Грамотно применяет методики изучения свойств наноструктурированных материалов и нанокomпонентов.
Умение выбирать необходимые физико-химические подходы для синтеза и исследования наноматериалов с требуемыми характеристиками	Не способен выполнить по установленной методике анализ свойств материалов различной природы, но допускает ошибки.	Выполняет по установленной методике анализ свойств материалов различной природы, но допускает ошибки.	Выполняет по установленной методике анализ свойств материалов различной природы.	Самостоятельно может предложить и разработать предложения по анализу свойств материалов различной природы.
Умение выбирать необходимые прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, применяемые в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Осуществляет неправильный и необоснованный выбор прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	Допускает неточности при выборе и обосновании выбора прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	По существующей методике выбирает и частично обосновывает выбор прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	Самостоятельно рационально выбирает и обосновывает выбор прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками работы с математическим аппаратом при проектировании процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Не владеет средствами математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Может использовать не менее одного средства математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	С дополнительной помощью использует не менее двух средств математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Свободно использует не менее двух средств математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов
Владение	Не может классифици-	С дополнительной	Может классифици-	Самостоятельно и в

принципами размерной и структурной классификации наноструктурированных материалов, а так же направлениями их применения при создании строительных композиционных материалов.	цировать наноструктурированные материалы с использованием результатов спектроскопии, микроскопии и дифракционных методов.	помощью может классифицировать наноструктурированные материалы с использованием результатов спектроскопии, микроскопии и дифракционных методов.	ровать наноструктурированные материалы с использованием результатов спектроскопии, микроскопии и дифракционных методов.	полном объеме классифицирует наноструктурированные материалы с использованием результатов спектроскопии, микроскопии и дифракционных методов.
Владение навыками описания и анализа результатов физико-химических исследований наноматериалов	Не способен использовать принципы получения наноструктурированных композиционных материалов. Не может обосновать, проанализировать, сравнить и оценить эффективность применения наносистем при создании строительных композиционных материалов.	По имеющимся методикам может использовать принципы получения наноструктурированных композиционных материалов, но допускает ошибки. Имеет навыки по обоснованию, анализу, сравнению и оценке применения наносистем при создании строительных композиционных материалов, но допускает ошибки.	По имеющимся методикам может использовать принципы получения наноструктурированных композиционных материалов. Имеет достаточные навыки по обоснованию, анализу, сравнению и оценке применения наносистем при создании строительных композиционных материалов.	Самостоятельно может применять принципы получения наноструктурированных композиционных материалов. Самостоятельно и в полном объеме выполняет обоснование, анализ, сравнение и оценку применения наносистем при создании строительных композиционных материалов.
Владение навыками использования прикладных программ и средств автоматизированного проектирования при решении инженерных и научно-технических задач в области получения и исследования наноматериалов	Не может использовать прикладные программы и средства автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	Может использовать не менее одной прикладной программы и средства автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	С дополнительной помощью использует не менее двух прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	Свободно использует не менее двух прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов

5.5. Примеры теоретических заданий оценочных средств для проведения профессионального экзамена для студентов «Вход в профессию»

Спецификация примеров заданий для теоретической части профессионального экзамена для студентов «Вход в профессию»

Знания, умения в соответствии с требованиями к квалификации, на соответствие которым проводится оценка квалификации	Критерии оценки квалификации	Тип и N задания
1	2	3
E/01.7 Составление производственного плана производства бетонных смесей с наноструктурирующими компонентами		

Классифицировать сырьевые материалы для производства бетонных смесей с наноструктурирующими компонентами	Называет дисперсные и ультрадисперсные компоненты в бетонных смесях с наноструктурирующими компонентами	Задание закрытого типа 1
	Знает структуру наноструктурирующих компонентов	Задание закрытого типа 3
Е/02.7 Организация оснащения рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием		
Классификация, принципы работы основного и вспомогательного оборудования по производству бетонных смесей с наноструктурирующими компонентами	Выбирает, организует и контролирует наличие исследовательского оборудования для разработки, производства и испытаний бетонных смесей с наноструктурирующими компонентами	Задание на установление соответствия 2

Задание 1

Выберите и обведите все верные варианты ответа.

К ультрадисперсным компонентам бетонной смеси относятся добавки:

- А. микрокремнезем;
- В. зола;
- С. метакраолин;
- Д. диатомит;
- Е. опока.

Задание 2

Установите соответствие между методами и определяемыми характеристиками нанообъектов.

Заполните таблицу:

Характеристика	Методы
1– химические характеристики поверхности объекта	
2–электрокинетический потенциал частиц в суспензии	
3– форма и размер	
4– площадь поверхности	
5–химический состав объекта	

- А. Анализ траекторий движения частиц (АТДЧ);
- В. Атомно-силовая микроскопия (АСМ);
- С. Динамическое рассеяние света (ДРС);
- Д. Масс-спектрометрия вторичных ионов (МСВИ);
- Е. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС);
- Ф. Метод Брунауэра, Эммета и Теллера (метод БЭТ);

- G. Определение дзета-потенциала;
- H. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ);
- I. Растровая электронная микроскопия (РЭМ);
- J. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС);
- K. Система анализа дифференциальной электрической подвижности частиц (САДЭП);
- L. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР-спектроскопия);
- M. Центробежное осаждение частиц в жидкости (ЦОЖ).

Задание 3

Выберите и обведите все верные варианты ответа.

К углеродным нанокomпонентам относятся:

1. диоксид титана;
2. многослойная нанотрубка;
3. однослойная нанотрубка;
4. полимерная наночастица;
5. фуллерен.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<ul style="list-style-type: none"> – Специализированная мебель. – Технические средства обучения: ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, электронная интерактивная доска Hitahi.
2.	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<ul style="list-style-type: none"> – Специализированная мебель. –Комплекс оборудования для синтеза наносистем и наноматериалов: <ul style="list-style-type: none"> – колба, – пробирки, – пипетка Пастера, – магнит, – ферромагнитная жидкость, – жидкие среды (вода, спирт, толуол, серная кислота), – предметное стекло, – токопроводящая поверхность (пленка, стекло, ткань), –Рн-метр РН 2006; – спектрофотометр LEKI SS-1207; – аналитические весы АВ-60-01.
3.	Центр высоких технологий	<ul style="list-style-type: none"> – Специализированная мебель. – Комплекс аналитического оборудования для исследования наносистем и наноматериалов: <ul style="list-style-type: none"> – лазерный анализатор частиц Zetatrac, Microtrac (США), – прибор SoftSorbi-II ver.1.0., – сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator, – прибор ИК-спектрометр VERTEX 70, – агатовая ступка, – калибровочный материал KBr
4.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
5.	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Минько Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов: учебное пособие / Н.И. Минько, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, В.М. Нарцев. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007 – 148 с.

2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: Физматлит, 2005 - 410 с.

3. Нанотехнологии: учебное пособие: пер. с англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. –2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2005 – 334 с. – (Мир материалов и технологий).

4. Строкова В.В. Общая технология наноматериалов [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаб. раб. / В.В. Строкова, Д.О. Бондаренко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015.

5. Нелюбова В.В. Общая технология наносистем и наноматериалов [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаб. раб. / В.В. Нелюбова, Ю.Н. Огурцова, Е.Н. Бондарева. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.

6. Строкова В.В. Общая технология наносистем и наноматериалов [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению практ. раб. и расч.-граф. зад. / В.В. Строкова, В.В. Нелюбова, Ю.Н. Огурцова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.

7. Евдокимов А.А. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / [Евдокимов А.А. и др.]; под ред. А.С. Сигнова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011, 2014. – 186 с.

8. Наносистемы в строительном материаловедении: учеб. пособие /В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 205 с.

9. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Академия, 2005. – 187 с.

10. Шабанова Н.А. Химия и технология нанодисперсных оксидов: учеб. пособие / Н.А. Шабанова, В. В. Попов, П.Д. Саркисов. – М.: Академкнига, 2007. – 309 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно–справочных систем

1. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова, <https://elib.bstu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Book On Lime» <https://bookonlime.ru/>
4. Электронный архив открытого доступа БГТУ им. В. Г. Шухова <http://dspace.bstu.ru/>
5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>
6. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
7. <http://www.nanonewsnet.ru>
8. <http://thesaurus.rusnano.com>
9. <http://www.nanorf.ru>
10. <http://www.nanoru.ru>