

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор инженерно-строительного
института
Уваров В.А.
« 27 » мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Наносистемы и нанотехнологии в материаловедении

Направление подготовки:
28.03.02 – Наноинженерия

Профиль подготовки:
Безопасность систем и технологий наноинженерии

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Институт Инженерно-строительный институт

Кафедра Материаловедения и технологии материалов

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 923
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  В.В. Нелюбова

к.т.н., доц.  Д.Д. Нецвет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Материаловедения и технологии материалов

« 14 » мая 2021 г., протокол № 5

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

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (А.Н. Лопанов)

« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 27 » мая 2021 г., протокол № 10

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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1. Составляет отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами	Знания: структуру отчета по учебно-исследовательской деятельности Умения: проводить анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами Навыки: навыками составления отчетов по учебно-исследовательской деятельности
		ОПК-3.2. Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.	Знания: требования к оформлению демонстрационного материала Умения: представлять результаты своей исследовательской деятельности Навыки: навыками составления презентаций и докладов для выступлений на научных мероприятиях различного уровня
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил	ОПК-6.1. Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	Знания: технологии и методы диагностики наноматериалов и изделий из них Умения: проводить исследовательскую работу в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них Навыки: методиками, описанными в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них

		ОПК-6.2. Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	Знания: требования к экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности Умения: проводить экспериментальные и теоретические исследования в соответствии с устанавливаемыми требованиями Навыки: навыками проведения экспериментальных и теоретических исследований, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК–3

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
1	Метрология, стандартизация и сертификация
2	Наносистемы и нанотехнологии в материаловедении
3	Методы диагностики в нанотехнологиях
4	Учебная ознакомительная практика
5	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
6	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

2. Компетенция ОПК–6

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ²
1	Наносистемы и нанотехнологии в материаловедении
2	Технологические системы в нанотехнологии. Испытание изделий
3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

¹ В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

² В таблице должны быть представлены все дисциплин и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ³	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
Лекции	34	34
Лабораторные	17	17
Практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ⁴	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	73	73
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Экзамен		

³ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

⁴ включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 3

№ 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 ⁵
Раздел 1. Общая характеристика наноматериалов и нанотехнологий					
1	Основные понятия и определения. Причины интереса к нанотехнологиям. Эволюция нанотехнологий.	2			2
2	Разновидности наноматериалов и нанотехнологий. Характерные особенности нанообъектов	2	4	4	10
Раздел 2. Современные способы получения нанообъектов					
1	Процессы самоорганизации. Порошковые технологии. Поверхностные технологии. Групповые способы получения нанообъектов.	4	4		8
Раздел 3. Применение нанотехнологий в различных отраслях промышленности					
1	Нанотехнологии в металлургии	2	5		7
2	Нанотехнологии в химии и нефтехимии	2	4	5	11
3	Нанотехнологии в машиностроении	4			4
4	Нанотехнологии в электронике	2			2
5	Нанотехнологии в медицине и фармацевтике	2			2
6	Нанотехнологии в фотонике	2			2
7	Нанотехнологии в строительстве	4	4	8	16
Раздел 4. Аспекты безопасности получения и применения нанотехнологий и наносистем					
1	Правовые вопросы жизненного цикла нанопродукции	1			3
2	Нанотоксикология: оценка рисков наноматериалов, оценка безопасности наноматериалов, стратегия скрининга наноматериалов и схема токсикологии	1			4
ВСЕГО		34	17	17	71

⁵ Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁶
семестр №3				
1	Общая характеристика наноматериалов и нанотехнологий	Классификация наноматериалов и нанотехнологий	4	4
2	Современные способы получения нанообъектов	Оценка доли поверхностных атомов в наночастицах	4	4
3	Применение нанотехнологий в различных отраслях промышленности	Изучение свойств наночастиц	5	5
		Изучение структуры углеродных наноматериалов	4	4
		Изучение структуры консолидированных наноматериалов	4	4
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁷
семестр №3				
1	Общая характеристика наноматериалов и нанотехнологий	Изучение физико-механических свойств материалов на основе наноструктурированного вяжущего	4	4
2	Применение нанотехнологий в различных отраслях промышленности	Изучение основных свойств суспензии наноструктурированного вяжущего	5	5
		Изучение физических свойств материалов	4	4
		Изучение механических свойств материалов	4	4
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	

4.4. Содержание курсового проекта/работы⁸

Учебным планом не предусмотрено

⁶ Количество часов самостоятельной работы для подготовки к практическим занятиям

⁷ Количество часов самостоятельной работы для подготовки к практическим занятиям

⁸ Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий⁹

Учебным планом предусмотрено выполнение одного РГЗ по дисциплине «Наносистемы и нанотехнологии в материаловедении».

На выполнение РГЗ предусмотрено 18 часов самостоятельной работы. Конкретизация тематик осуществляется с учетом специфики научной работы студента.

Целью РГЗ является знакомство с применением наносистем и наноматериалов в материаловедении.

РГЗ включает:

1) литературный обзор по теме исследовательской работы студента с основными проблемами, связанными с производством и контролем качества выбранного наноматериала;

2) описание основных нормативных и авторских методик испытаний выбранного наноматериала;

3) выводы;

4) список литературы.

Объем РГЗ составляет 20–25 страниц.

Защита РГЗ проходит в виде доклада с ответами на вопросы по тематике работы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК–3

Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.1. Составляет отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами	Защита лабораторных и практических работ, защита РГЗ, зачет
ОПК-3.2. Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.	Защита лабораторных и практических работ, защита РГЗ, зачет

2 Компетенция ОПК–6

Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил¹⁰

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-6.1. Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении	Защита лабораторных и практических работ, защита РГЗ, зачет

⁹ Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

¹⁰ Повторить пункт 1 для каждой компетенции, закрепленной в разделе 1.

исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	
ОПК-6.2. Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	Защита лабораторных и практических работ, защита РГЗ, зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме **зачета**.

Зачет проводится в форме ответа на вопросы билета с последующим собеседованием по тематике вопросов. Вопросы охватывают весь пройденный материал. Студент готовит ответы на 2 вопроса в билете и устно рассказывает преподавателю основную информацию по тематике вопросов. По окончании ответа преподаватель может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам изучаемого курса.

Вопросы для зачета представлены в таблице.

Наименование раздела дисциплины	Код компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
Общая характеристика наноматериалов и нанотехнологий	ОПК–6	1 Понятие наночастицы, наносистемы, нанокомпозита, нанопауки, нанотехнологии 2 Классификация наноразмерных систем 3 ТИПЫ композиционных материалов 4 Методы синтеза углеродных нанотрубок 5 Изменчивость свойств вещества при переходе в наноразмерное состояние 6 Области практического применения углеродных нанотрубок 7 Нанотрубки и их свойства 8 Углеродные наноструктуры — фуллерен 9 История открытия И структура фуллеренов 10 Пленочные технологии получения наноматериалов 11 Атомные кластеры: определение, виды, способы получения 12 Квантовые точки. Определение, типы, способы получения 13 Термодинамическая модель кластера
Современные способы получения нанообъектов	ОПК–6	14 Методы получения фуллеренов 15 Области применения фуллеренов 16 Химическая активность наночастиц 17 Пассивация наночастиц 18 Электронная структура нанообъектов 19 Оптические свойства полупроводниковых наночастиц 20- Размерные эффекты наноструктур 21 Ферми—газ 22 Свойства, зависящие от плотности состояний 23 Рост алмазных пленок с применением нанотехнологий
Применение нанотехнологий в различных отраслях промышленности	ОПК–6	24 Электрические свойства нанотрубок 25 Углеродная «наноткань» 26 Определение наноматериалов 27 Определение нанотехнологий 28 Наносистемы в строительном материаловедении. Основные

		определения 29 Масштабные уровни строения бетона. 30 Размерные области компонентов бетона 31 Особенности объектов строительного материаловедения 32 Основные задачи направления «Наносистемы в строительном материаловедении» 33 Классификация нанокомпозитов по Нишихара 34 Классификация дисперсных систем по метрическому признаку 35 Классификация дисперсных систем по концентрации частиц дисперсной фазы 36 Классификация дисперсных систем по фракционному составу 37 Классификация дисперсных систем по агрегатным состояниям дисперсной фазы и дисперсионной среды 38 Основные подходы к получению наноматериалов 39 Коагуляция. Коагуляционные структуры 40 Переход из геля в материал. Стадии обработки. 41 Дисперсные системы. Определение 42 Диспергирование. Дисперсность. Предел измельчения 43 Консолидированные наноматериалы. Нанокомпозиты 44. Гель. Ксерогель. Аэрогель 45 Механическая активация 46 Эволюция состояния вещества при механоактивации 47 Нанокристаллические материалы. Определения 48 Золь-гель технология 49 Размерные уровни минерального сырья и эволюция сырья для производства строительных материалов 50 Уровни размерности минеральных индивидов. 51 Микроминералогия 52 Наноиндивиды 53 Мегаминералы 54 Микроминералы 55 Макроминералы 56 Физическое ультрадиспергирование
Аспекты безопасности получения и применения нанотехнологий и наносистем	ОПК–6	57 Химическое ультрадиспергирование 58 Гипергенез 59 Виды физического дробления 60 Морозное дробление 61 Температурное дробление 62 Солевое дробление 63 Биогенез 64 Конденсация атомов и молекул 65 Биохимическое разложение 66 Идиоморфизм. Энантиоморфизм 67 Политипизм. Псевдоморфозы 68 Разновидности наноструктурированного силикатного минерального сырья 69 Основные подходы к выбору наносистемного минерального сырья 70 Направления расширения ресурсной базы нанодисперсного и наноструктурированного сырья промышленности строительных материалов

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

Учебным планом не предусмотрено.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты практических и лабораторных работ.

Практические работы. Различные формы практических занятий являются самой емкой частью учебной нагрузки в вузе. Практические занятия - метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия представляют собой, как правило, занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи и интуиция.

Защита практических работ (практико-ориентированных заданий) проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по соответствующим темам. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ (практико-ориентированных заданий) представлен в таблице.

Лабораторные работы. Лабораторные занятия проводятся в виде фронтальных опытов, лабораторных работ, практикумов, занятий с оборудованием разного типа. Они проводятся в специально оборудованных лабораториях, с применением новейшей техники и измерительной аппаратуры.

Защита лабораторных работ (практико-ориентированных заданий) проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по соответствующим темам. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ (практико-ориентированных заданий) представлен в таблице.

Практические работы

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Классификация наноматериалов и нанотехнологий	ОПК-3	1. Что представляют собой наноматериалы? 2. Какие материалы называются наноструктурными? 3. Что представляют собой нанотехнологии? 4. Какие задачи решаются с помощью нанотехнологий?
2.	Оценка доли поверхностных атомов в наночастицах	ОПК-3	1. Каков характер зависимости доли поверхностных атомов от размеров наночастиц? 2. Каков характер влияния доли поверхностных атомов на активность наночастиц? 3. Приведите примеры проявления высокой активности наночастиц. 4. Какова приблизительная величина радиуса одного атома?

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
			5. Каковы приблизительные размеры наночастиц?
3.	Изучение свойств наночастиц	ОПК–3	1. В чем проявляются размерные эффекты наночастиц? 2. Как связано проявление размерных эффектов наночастиц с особенностями их структурного строения? 3. Каков характер изменения температуры плавления наночастиц в зависимости от их размеров? 4. Каков характер изменения температуры спекания нанопорошков в зависимости от размеров наночастиц? 5. Каков характер изменения каталитической активности наночастиц в зависимости от их размеров?
4.	Изучение структуры углеродных наноматериалов	ОПК–3	1. Что называется аллотропией? 2. Назовите основные аллотропные модификации углерода. 3. Каковы структурные особенности основных аллотропных модификаций углерода? 4. Каковы методы получения наноразмерных аллотропных модификаций углерода? 5. Приведите примеры методов исследования структуры наноразмерных аллотропных модификаций углерода.
5.	Изучение структуры консолидированных наноматериалов	ОПК–3	1. Что называется консолидированными наноматериалами? 2. Назовите разновидности консолидированных наноматериалов. 3. В чем состоят особенности структуры и свойств нанокристаллических материалов? 4. В чем состоят особенности структуры и свойств нанокomпозиционных материалов? 5. В чем состоят особенности структуры и свойств нанопористых материалов?

Лабораторные работы

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Изучение физико-механических свойств материалов на основе наноструктурированного вяжущего	ОПК–3	1) Опишите технологию производства наноструктурированного вяжущего 2) Как меняется прочность НВ при обжиге? 3) Какие физико-механические характеристики нормируются??
2.	Изучение основных свойств суспензии наноструктурированного вяжущего	ОПК–3	1) Что представляет собой суспензия НВ? 2) Какие основные характеристики суспензии НВ контролируются при ее получении?

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
3.	Изучение физических свойств материалов	ОПК–3	3) опишите реологические характеристики 1) Какие свойства материалов относятся к физическим? 2) Как определяется влажность материала? 3) Чем отличаются средняя и истинная плотность материалов?
4.	Изучение механических свойств материалов	ОПК–3	1) В чем заключается методика определения прочности материалов 2) Какие свойства материалов относят к механическим? 3) Чем отличаются пластическое и хрупкое разрушение?

Примеры типовых практических задач

1 Компетенция ОПК–3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Задача 1. Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц сферической формы. Средний радиус частиц первого материала – 200 нм, а второго – 50 нм. Какой из двух материалов имеет большую удельную поверхность и во сколько раз?

2 Компетенция ОПК–6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил

Задача 2. Перечислите требования к образцам и опишите последовательность процесса съемки материалов на сканирующем зондовом микроскопе.

Примеры тестовых заданий

1 Компетенция ОПК–3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

1. Сенсоры - :

А. реагируют на изменения окружа-ющей среды, имитируя органы чувств человека и животных

Б. изменяют окружающую среду

В. предотвращают изменения окружающей среды

2 Компетенция ОПК–6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил

2. Объектом стандартизации в рассматриваемой области НЕ является:

А) терминология, применяемая в наноиндустрии;

- Б) метод контроля размера нанообъектов;
 В) классификация нанообъектов, наносистем, нанотехнологий, наноматериалов и продукции наноиндустрии;

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 – отлично¹¹.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	1. Знать структуру отчета по учебно-исследовательской деятельности. 2. Знать требования к оформлению демонстрационного материала. 3. Знать технологии и методы диагностики наноматериалов и изделий из них. 4. Знать требования к экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности.
Умения	1. Уметь проводить анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами. 2. Уметь представлять результаты своей исследовательской деятельности. 3. Уметь проводить исследовательскую работу в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них. 4. Уметь проводить экспериментальные и теоретические исследования в соответствии с устанавливаемыми требованиями.
Владения	1. Владеть навыками составления отчетов по учебно-исследовательской деятельности. 2. Владеть навыками составления презентаций и докладов для выступлений на научных мероприятиях различного уровня. 3. Владеть методиками, описанными в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них. 4. Владеть навыками проведения экспериментальных и теоретических исследований, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями

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
1. Знать структуру отчета по учебно-исследовательской деятельности	Не знает структуру отчета по учебно-исследовательской деятельности	Допускает ошибки в структуре отчета по учебно-исследовательской деятельности, совершает ошибки в оформлении	Знает структуру отчета по учебно-исследовательской деятельности, но совершает незначительные ошибки в	В полном объеме знает структуру отчета по учебно-исследовательской деятельности

¹¹ В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

			оформлении	
2. Знать требования к оформлению демонстрационного материала	Требования к оформлению демонстрационного материала не соблюдены	При оформлении демонстрационного материала требования соблюдены не в полном объеме	При оформлении демонстрационного материала требования, но допущены незначительные ошибки, не снижающие качества материала	Требования к оформлению демонстрационного материала соблюдены в полном объеме.
3. Знать технологии и методы диагностики наноматериалов и изделий из них.	Не знает технологии и методы диагностики наноматериалов и изделий из них	Может описать лишь некоторые из технологий и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	Знает технологии и методы диагностики наноматериалов и изделий из них, но допускает неточности в описании	В полном объеме знает технологии и методы диагностики наноматериалов и изделий из них
4. Знать требования к экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности	Не знает требований к экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности	Знает требования к экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности, но может допускать неточности. Исследования проводит самостоятельно	Знает требования к экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности, но может допускать неточности. Исследования проводит самостоятельно	В полном объеме знает требования к экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности. Самостоятельно проводит исследования

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
1. Уметь проводить анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами	Не умеет проводить анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами	Имеет трудности при проведении анализа экспериментальных результатов	Может с незначительной помощью проводить анализ экспериментальных результатов, сопоставить их с известными аналогами	Самостоятельно проводит анализ экспериментальных результатов, сопоставляет их с известными аналогами
2. Уметь представлять результаты своей исследовательской деятельности	Не умеет представлять результаты своей исследовательской деятельности	Представление результатов работы не имеет четкой структуры. Допускаются неточности в формулировках	Умеет представлять результаты своей исследовательской деятельности, но допускает неточности в формулировках	Умеет представлять результаты своей исследовательской деятельности. Использует научные термины и определения
3. Уметь проводить исследовательскую	Не умеет проводить исследовательскую	Требуется незначительная помощь в	В процессе исследовательской работы в области	Самостоятельно проводит исследовательскую

ю работу в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	ю работу в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	составлении плана исследования и анализе полученных результатов	технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них требуется помощь при анализе полученных результатов	ю работу в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них.
4. Уметь проводить экспериментальные и теоретические исследования в соответствии с устанавливаемыми требованиями	Не умеет проводить экспериментальные и теоретические исследования в соответствии с устанавливаемыми требованиями	При проведении экспериментальных и теоретических исследований может отклоняться от устанавливаемых требований.	Может проводить экспериментальные и теоретические исследования в соответствии с устанавливаемыми требованиями, но допускает неточности	Умеет самостоятельно проводить экспериментальные и теоретические исследования в соответствии с устанавливаемыми требованиями

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
1. Владеть навыками составления отчетов по учебно-исследовательской деятельности	Не владеет навыками составления отчетов по учебно-исследовательской деятельности	Может составлять отчеты по учебно-исследовательской деятельности, но допускает ошибки и неточности.	С незначительной помощью может составлять отчеты по учебно-исследовательской деятельности	В совершенстве владеет навыками составления отчетов по учебно-исследовательской деятельности
2. Владеть навыками составления презентаций и докладов для выступлений на научных мероприятиях различного уровня	Не владеет навыками составления презентаций и докладов для выступлений на научных мероприятиях различного уровня	При составлении презентаций и докладов для выступлений на научных мероприятиях различного уровня допускает ошибки. Требуется помощь при составлении плана доклада и презентации	При составлении презентаций и докладов для выступлений на научных мероприятиях различного уровня допускает незначительные неточности.	Владеть навыками составления презентаций и докладов для выступлений на научных мероприятиях различного уровня
3. Владеть методиками, описанными в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	Не владеет методиками, описанными в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	При выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них пользуется некоторыми методиками, описанными в технической и справочной литературе, нормативных	При выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них пользуется методиками, описанными в технической и справочной литературе, нормативных документах, но	Владеет методиками, описанными в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них

		документах	допускает неточности	
4. Владеть навыками проведения экспериментальных и теоретических исследований, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	Не владеет навыками проведения экспериментальных и теоретических исследований, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	Навыками проведения экспериментальных и теоретических исследований, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями владеет не в полной мере.	Владеет навыками проведения экспериментальных и теоретических исследований, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями, но допускает ошибки	В совершенстве владеет навыками проведения экспериментальных и теоретических исследований, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями

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	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
2.	Учебная аудитория Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении»	комплекс оборудования для получения образцов композиционных материалов
3.	Учебная аудитория Лаборатория синтеза и исследований высокомолекулярных систем	комплекс оборудования для синтеза наносистем и наноматериалов
4.	Центр высоких технологий	комплекс аналитического оборудования для исследования наносистем и наноматериалов
5.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Office Professional или аналог	
2	Программное обеспечение для расшифровки результатов съемки образцов для рентгено-фазового анализа «DIFWIN 1» или аналог	

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Основная литература

1. Рыженков, Д.И. Наноматериалы: учебное пособие / Д.И. Рыженков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 366 с.
2. Строкова, В.В. Наносистемы в строительном материаловедении: учебное пособие / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 205 с.

3. 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.

Дополнительной литературы

1. Суздалев, И.П. Нанотехнология. Физико-химия наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздалев. – М.:КомКнига,2006. – 589 с. – (Синергетика: от прошлого к будущему).

2. Нанотехнологии в электронике / под ред: Ю.А.Чаплыгина. – М.:Техносфера,2005. – 446 с.

3. Ратнер, М. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной Идеи / М. Ратнер, Д. Ратнер. – М.:Вильямс,2004. – 234 с.

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

1) *Электронно-библиотечная система «Лань».* – режим доступа:
<https://e.lanbook.com/>

2) *Электронно-библиотечная система IPR BOOKS* – режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/>

3) <http://www.nanotex.com>

4) <http://www.nilt.com>

5) <http://www.nanoimprint.com>