

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Технологические системы в нанотехнологии. Испытание изделий.

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–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	Знать: техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них Уметь: использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них 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
		ОПК-6.2. Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	Знать: требования к составлению отчета по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности Уметь: составлять отчет по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности

			соответствии с устанавливаемыми требованиями Владеть: навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	ОПК-7.1. Использует нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	Знать: нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий Уметь: проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий Владеть: навыками использования нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
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 дисциплины и(или) практики, которые формируют компетенцию в соответствии с компетентностным планом. Дисциплины и(или) практики указывать в порядке их изучения по учебному плану.

2. Компетенция ОПК-7 Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ²
1	Механика
2	Технологические системы в наноинженерии. Испытание изделий
3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

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 экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ³	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ⁴	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	89	89
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	44	44
Экзамен	36	36

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 3 Семестр 6

№ 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. Получение функциональных и конструкционных наноматериалов неорганической и органической природы					
1	Физико-химия получения наноструктурных материалов	2			3
2	Диспегационные методы получения наноматериалов	2	4		5
3	Конденсационные методы получения наноматериалов	2	4		5
Раздел 2. Получение аморфных органических и неорганических наноструктур и пористых материалов					
1	Методы получения нановолокон и тонких пленок	2	1		2
2	Биологические подходы к получению наноразмерных материалов	1	1		2
Раздел 3. Методы получения упорядоченных наноструктур					
1	Методы формирования тонких слоев и многослойных структур	0,5			1
2	Искусственное наноморфообразование	0,5	8		9
3	Пучковые и другие методы нанолитографии	0,5	8		9
4	Радиационные методы формирования наноструктур	0,5			1
5	Получение гибридных полимер-неорганических нанокompозитов	1			1
Раздел 4. Методы исследования нанообъектов и наноматериалов					
1	Инфракрасная спектроскопия	1	1		2
2	Резонансные методы – ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и мёсбауэровская микроскопия (ЯГР)	1	2		2
3	Методы сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии	1	2		2
4	Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия	1	1		2
5	Рентгеновские дифракционные методы	1	2		2
ВСЕГО		17	34		48

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 №6				
1	Получение функциональных и конструкционных наноматериалов неорганической и органической природы	Диспегационные методы получения наноматериалов	4	4
		Конденсационные методы получения наноматериалов	4	4
2	Получение аморфных органических и неорганических наноструктур и пористых материалов	Методы получения нановолокон и тонких пленок	1	1
		Биологические подходы к получению наноразмерных материалов	1	1
3	Методы получения упорядоченных наноструктур	Искусственное наноморфообразование	8	8
		Пучковые и другие методы нанолитографии	8	8
4	Методы исследования нанообъектов и наноматериалов	Инфракрасная спектроскопия	1	1
		Резонансные методы – ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и мёсбауэровская микроскопия (ЯГР)	2	2
		Методы сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии	2	2
		Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия	1	1
		Рентгеновские дифракционные методы	2	2
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:			68	

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено

4.4. Содержание курсового проекта/работы⁷

Учебным планом не предусмотрено

⁶ Количество часов самостоятельной работы для подготовки к практическим занятиям

⁷ 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 заданий⁸

Учебным планом предусмотрено выполнение одного ИДЗ по дисциплине «Технологические системы в нанотехнологии. Испытание изделий».

Общая тематика задания формируется согласно теме: «Технологический процесс создания наноматериала специального назначения и анализ его свойств».

Основная цель: изучение основных способов конструирования нанообъектов, наночастиц и наноматериалов при синтезе композиционных материалов, а также анализ свойств, которые приобретают материалы за счет введения в их структуру нанообъектов.

Задание включает литературный анализ научно-технической и патентной литературы на глубину не менее 10 лет. ИДЗ представляется в виде описания конкретных теоретических и фундаментальных исследований. Объем работы должен составлять 15–20 страниц машинописного текста.

Защита ИДЗ происходит в виде устного опроса по содержанию работы.

В соответствии с выданным номером варианта студентам необходимо решить индивидуальные домашние задания.

Варианты исходных данных для выполнения заданий по теме «Технологический процесс создания наноматериала специального назначения и анализ его свойств».

- 1) Фуллерены и нанотрубки;
- 2) Нанопленки и нанопокрyтия;
- 3) Наносилика;
- 4) Наночастицы металлов;
- 5) Биофункционализированные наноматериалы;
- 6) Биомиметические наноматериалы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК–6 Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил⁹

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
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	защита ИДЗ, экзамен
ОПК-6.2. Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	защита ИДЗ, экзамен

⁸ Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

⁹ Повторить пункт 1 для каждой компетенции, закрепленной в разделе 1.

2 Компетенция ОПК–7 Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-7.1. Использует нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	защита ИДЗ, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Получение функциональных и конструкционных наноматериалов неорганической и органической природы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение нанотехнологии, история и концепции развития. 2. Классификация по размеру частиц и классификация наноматериалов по размерности (0D, 1D, 2D, 3D). 3. Причины изменения свойств наноматериалов, размерный эффект. 4. Основные типы структур наноматериалов: слоистая, волокнистая, равноосная. 5. Устройства и принципы работы основного оборудования для процессов получения нанопорошков. 6. Классификация методов получения нанообъектов. 7. Рациональная последовательность формирования технологических операций 8. Газофазовый синтез наночастиц. 9. Плазмохимический синтез наночастиц. 10. Получение наночастиц осаждением из коллоидных растворов. 11. Получение наночастиц термическим разложением и восстановлением. 12. Получение наночастиц методами механосинтеза. 13. Детонационный синтез и электровзрыв как способ получения наночастиц. 14. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия. 15. Эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы, коллоидные растворы.
2	Получение аморфных органических и неорганических наноструктур и пористых материалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методы восстановления и разложения в растворах при получении наночастиц в жидких средах 2. МЛЭ и реализация идей сверхрешетки 3. Особенности осаждения двуокиси кремния, нитрида кремния, окиси алюминия и других материалов. 4. Самособранные монослои и мультислои 5. Интеркаляция полимеров в пористые и слоистые наноструктуры
3	Методы получения упорядоченных наноструктур	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методы получения упорядоченных наноструктур: искусственное наноформообразование. 2. Самоорганизация в наносистемах. 3. Методы синтеза нанокристаллов осаждением в

		<p>наноструктурированные матрицы.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Пучковые методы нанолитографии 5. Электронная, ионная, рентгеновская нанолитография. 6. Радиационные методы формирования наноструктур. 7. Образование наноструктур при кристаллизации аморфизированных слоев. 8. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе. 9. Методы зондовой нанотехнологии. 10. Общие методы получения нанокомпозитов. Наноструктурированные стекла. 11. Композиционные материалы на их основе 12. Общие подходы при получении компактных нанокристаллических материалов. 13. Компактирование нанопорошков: метод испарения и конденсации. 14. Компактирование нанопорошков: магнитно-импульсный метод. 15. Компактирование нанопорошков: ультразвуковое прессование. 16. Получение компактных наноматериалов осаждением на подложку: осаждение из плазмы. 17. Получение компактных наноматериалов осаждением на подложку: осаждение из коллоидных растворов. 18. Получение компактных наноматериалов осаждением на подложку: импульсное электроосаждение. 19. Получение компактных наноматериалов: кристаллизация аморфных сплавов. 20. Получение компактных наноматериалов методом интенсивной пластической деформации: кручение под высоким давлением. 21. Получение компактных наноматериалов методом интенсивной пластической деформации: равноканальное угловое прессование.
4	Методы исследования нанообъектов и наноматериалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спектроскопия. 2. Особенности применения ближнепольного оптического микроскопа (БОМ). 3. Просвечивающая электронная микроскопия. 4. Возможности методов МЭЛ и ГФЭ МОС в наноэлектронике. 5. Сканирующая электронная микроскопия. 6. Методы записи информации. 7. Рентгеновские дифракционные методы. 8. Рентгеновская литография. 9. Методы зондовой нанотехнологии. 10. Устройство и принцип работы зондовых микроскопов.

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

Практические работы

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
1.	Диспегационные методы получения наноматериалов	1) Виды физического дробления 2) Химическое ультрадиспергирование 3) Биохимическое разложение 4) Диспергирование, дисперсность, предел измельчения
2.	Конденсационные методы получения наноматериалов	1) Конденсация атомов и молекул 2) Газофазовый синтез
3.	Методы получения нановолокон и тонких пленок	1) Химическое и плазмохимическое осаждение из газовой фазы 2) Квазиодномерные структуры – свойства и применение
4.	Биологические подходы к получению наноразмерных материалов	1) В каких направлениях могут применяться бионаноматериалы? 2) Способы получения наноматериалов биологическим путем.
5.	Искусственное наноморфообразование	1) Свойства микро и наноболочек 2) Напряженные полупроводниковые гетероструктуры и изготовление из них нанотрубок
6.	Пучковые и другие методы нанолитографии	1) Литографически-индуцированная самосборка наноструктур 2) Метод изготовления нанотрубок сворачиванием полупроводниковых гетерослоев
7.	Инфракрасная спектроскопия	1) Что такое ИК-спектроскопия? 2) Что представляет собой инфракрасный спектр материала? 3) О чем свидетельствует интенсивность полос в спектре?
8.	Резонансные методы – ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и мёсбауэровская микроскопия (ЯГР)	1) ЯМР: определение, особенности, свойства, применение. 2) ЯГР: определение, особенности, свойства, применение. 3) В чем заключается эффект Мёсбауэра?
9.	Методы сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии	1) Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа; 2) Режимы сканирования туннельного микроскопа; 3) Принцип работы атомно-силового микроскопа; 4) Области применения сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии.
10.	Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия	1) Физическая основа электронной микроскопии; 2) Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа; 3) Принцип работы сканирующего электронного микроскопа;

Индивидуальное домашнее задание

1. Технология производства наноматериалов;
2. Классификация наноматериалов

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 – отлично¹⁰.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	1) Знание технической и справочной литературы, нормативных документов при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них; 2) Знание требований к составлению отчета по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности 3) Знание нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий
Умения	1) Уметь использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них; 2) Умение составлять отчет по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями 3) Уметь проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий
Владения	1) 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 2) Владеть навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями 3) Владеть навыками использования нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий

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) Знание технической и справочной литературы, нормативных документов при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов	Не знаком с информацией, изложенной в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области	Знает основные сведения, изложенные в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области	Допускает неточности при применении, изложенной в технической и справочной литературе, нормативных документах информации при выполнении	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно применяет информацию из технической и справочной литературы, нормативных документов при выполнении

¹⁰ В ходе текущей аттестации могут быть использованы балльно-рейтинговые шкалы.

диагностики наноматериалов и изделий из них	технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них
2) Знание требований к составлению отчета по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности	Не знает требований, предъявляемых к составлению отчета по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности	Знает основные требования, предъявляемые к составлению отчета по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности	Требования к составлению отчета по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности учтены с незначительным	Полностью учитывает требования к составлению отчета по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности
Знание нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	Не знает нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	С небольшой помощью может работать с нормативной и технологической документацией для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	Самостоятельно может работать с нормативной и технологической документацией и для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	Свободно ориентируется в нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
1) Уметь использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	Не может использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	С дополнительной помощью и с допущением ошибок использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	С дополнительной помощью использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	Свободно использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них
2) Умение составлять отчет по	Не может составить отчет по экспериментальным	Отчет по экспериментальным и теоретическим	Отчет по экспериментальным и теоретическим	Отчет по экспериментальным и теоретическим

экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	м и теоретическим исследованиям, практической деятельности составлен в соответствии с устанавливаемыми требованиями,	исследованиям, практической деятельности составлен с незначительным нарушением устанавливаемых требований	исследованиям, практической деятельности составлен с незначительным нарушением требований, данные описаны корректно с использованием научной терминологии	исследованиям, практической деятельности составлен в соответствии с устанавливаемыми требованиями, данные описаны корректно на хорошем научном языке
3) Уметь проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	Не умеет проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	С небольшой помощью может проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий, но допускает неточности	С небольшой помощью может проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	Может самостоятельно проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
1) 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 способен использовать методики, описанные в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	Имеет общие представления о методиках, описанных в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	С дополнительной помощью использует предложенные методики, описанные в технической и справочной литературе, нормативных документах при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них	Свободно 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
2) Владеть навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям,	Не знает требований к составлению отчетов и не может изложить результаты экспериментальных исследований,	Имеет навыки по анализу, описанию экспериментальных и теоретических исследований, практической	Составляет отчеты о проделанных экспериментальных и теоретических исследованиях с	Свободно составляет отчеты о проделанных экспериментальных и теоретических

практической деятельности в соответствии с устанавливаемым и требованиями	ых и теоретических исследований, практической деятельности	деятельности, знаком с устанавливаемым и требованиями	незначительным отклонением от установленных требований	исследованиях, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями
3) Владеть навыками использования нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	Не владеет навыками использования нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	Использует нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий неуверенно и с ошибками	Может использовать нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий	Свободно владеет навыками использования нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий

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 № 103	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
2.	Учебная аудитория № 026 Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении»	комплекс оборудования для получения образцов композиционных материалов
3.	Учебная аудитория № 027 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

1. 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.

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

3. Пул, Ч. Нанотехнологии: учеб. пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; пер. с англ., ред. Ю. И. Головин. – 2-е изд., доп. – Москва : Техносфера, 2006. – 336 с.

4. Семейкин, А.Ю. Технология наноразмерных материалов: учебное пособие / А.Ю. Семейкин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 68 с.

5. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрєв, В. И. Марголин. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 398 с. — ISBN 978-5-00101-476-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/88982.html> (дата обращения: 22.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6. Ремпель, А.А. Материалы и методы нанотехнологий : учебное пособие / А.А. Ремпель, А.А. Валеева. — Екатеринбург : УрФУ, 2015. — 136 с. — ISBN 978-5-7996-1401-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99097> (дата обращения: 22.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / Е.Д. Мишина, Н.Э. Шерстюк, А.А. Евдокимов, В.О. Вальднер ; под редакцией А.С. Сигова. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 187 с. — ISBN 978-5-00101-473-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94113> (дата обращения: 22.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / Е. Д. Мишина, Н. Э. Шерстюк, А. А. Евдокимов [и др.] ; под редакцией А. С. Сигова. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 185 с. — ISBN 978-5-00101-473-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/88492.html> (дата обращения: 22.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

9. Шахно, Е. А. Лазерные микро- и нанотехнологии : учебно-методическое пособие по практическим работам для студентов / Е. А. Шахно, А. А. Самохвалов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 45 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67248.html> (дата обращения: 22.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

10. Тарасова, Н.В. Дисперсные системы. Дисперсионный анализ полидисперсных систем : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» / Н. В. Тарасова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 25 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/57594.html> (дата обращения: 22.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Тарасова, Н.В. Поверхностные явления. Адсорбция : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» / Н. В. Тарасова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 33 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/57608.html> (дата обращения: 22.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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/>