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

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 технологи 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	**Знания:** техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов и изделий из них **Умения:** использовать техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы 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	**Знния:** требования к составлению отчета по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности **Умения:** составлять отчет по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с

			устанавливаемыми требованиями **Навыки:** 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 наноинженерии	ОПК-7.1. Использует нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	**Знания:** нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии **Умения:** проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии **Навыки:** навыками использования нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК–6

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 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. Компетенция ОПК–7

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины[2]
1	Механика
2	Технологические системы в нанотехнологии. 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 нероганической 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 наностуктур					
1	Методы формирования тонких слоев и многослойных структур	0,5			1
2	Искусственное наноформообразование	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-нерганических нанокомпозитов	1			1
Раздел 4. Методы исследования нанообъектов и наноматериалов					
1	Инфракрасная спектроскопия	1	1		2
2	Резонансные методы – ядерный мгнитный 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 нероганической 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 наностуктур	Искусственное наноформообразование	8	8
		Пучковые и другие методы нанолитографии	8	8
4	Методы исследования нанообъектов и наноматериалов	Инфракрасная спектроскопия	1	1
		Резонансные методы – ядерный мгнитный 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/работы[7]

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 заданий[8]

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 нанопокрытия;
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 правил[9]

(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, защита практических работ, решение практических задач, тестовый контроль
ОПК-6.2. Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями	защита ИДЗ, экзамен, защита практических работ, решение практических задач, тестовый контроль

[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, защита практических работ, решение практических задач, тестовый контроль

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

Экзамен проводится в форме письменного ответа на вопросы билета с последующим собеседованием по тематике вопросов. Вопросы охватывают весь пройденный материал. Студент письменно отвечает 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.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Код компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Получение функциональных и конструкционных наноматериалов нероганической и органической природы	ОПК-7	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	ОПК-7	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 наностуктур	ОПК-7	1. Методы получения упорядоченных наноструктур: искусственное наноформообразование. 2. Самоорганизация в наносистемах. 3. Методы синтеза нанокристаллов осаждением в наноструктурированные матрицы. 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	ОПК-7	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

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

Практические работы

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Диспегационные	ОПК-6	1) Виды физического дробления

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

Индивидуальное домашнее задание

Типовые вопросы для защиты ИДЗ:

1. Технология производства наноматериалов;
2. Классификация наноматериалов

Примеры типовых практических задач

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

Задача 1. Использование микро- и нанотехнологий позволяет многократно повысить возможности по обнаружению и анализу сверхмалых количеств различных веществ. Одним из вариантов такого рода устройства является «лаборатория на чипе». Опишите, что представляют из себя нанопровод, использующийся в качестве наносенсора.

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

Задача 2. Перечислите условия, требования к сырью и возможные технологии получения нанодисперсных порошков металлов при условии, что должны соблюдаться следующие требования:

А) максимальная чистота получаемого порошка;

Б) заданный размер частиц, монодисперсность получаемого порошка;

В) большой выход продукции.

Примеры тестовых заданий

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

1. Термин «нанотехнология» был введен

а) в 1959 г. Ричардом Фейнманом

б) в 1974 г. Норио Танигучи

в) в 1986 г. Эриком Декслером

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

2. Наиболее совершенной структурой обладают графены, синтезируемые методом:

а). механическое расслоение;

б) выращивание на подложке (термическое разложение карбида кремния, химическое газофазное осаждение с разложением углеводородов на поверхности металлов, нагревание графитовых электродов электродуговым способом в водородной среде);

в) органический синтез;

г) химическое расслоение

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[10].

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 наноинженерии
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 наноинженерии
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 наноинженерии

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 наноинженерии	Не знает нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	С небольшой помощью может работать с нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	Самостоятельно может работать с нормативной и технологической документацией и для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	Свободно ориентируется в нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии

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 экспериментальны	Отчет по экспериментальны м и теоретическим	Отчет по экспериментальны м и теоретическим	Отчет по экспериментальны м 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 устанавливаемых требований, данные описаны корректно с использованием научной терминалогии	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 наноинженерии	Не умеет проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	С небольшой помощью может проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии, но допускает неточности	С небольшой помощью может проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	Может самостоятельно проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии

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, описанныме 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 экспериментальн	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 наноинженерии	Не владеет навыками использования нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	Использует нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии неуверенно и с ошибками	Может использовать нормативную и технологическую документацию для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии	Свободно владеет навыками использования нормативной и технологической документации для проектирования и сопровождения производства технических объектов, систем и процессов в области наноинженерии

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. Жабрев, 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/