

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

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры


Ярмоленко И.В.
« 21 » апреля 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института


Уваров В.А.
« 29 » апреля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Общая технология наносистем и наноматериалов

Направление подготовки:

28.04.03 Наноматериалы

Профиль программы:

**Наноструктурированные композиты
строительного и специального назначения**

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра материаловедения и технологии материалов

Белгород – 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 966 от 22 сентября 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.


Составитель: к.т.н., доц.  (Ю.Н. Огурцова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » апреля 2021 г., протокол № 4

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

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
материаловедения и технологии материалов

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

« 12 » апреля 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 29 » апреля 2021 г., протокол № 9

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

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
<p>Общепрофессиональные</p> <p>Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей</p>	<p>ОПК-1.1. Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов</p>	<p>Знать: основы математического аппарата, применяемого в научных исследованиях</p> <p>Уметь: выбирать необходимый математический аппарат для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов</p> <p>Владеть: навыками работы с математическим аппаратом при проектировании процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов</p>
		<p>ОПК-1.2. Использует научный инструментарий физики твердого тела для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов</p>	<p>Знать: общие сведения о наноразмерном состоянии веществ, методы создания наноматериалов и цель развития нанотехнологий.</p> <p>Уметь: применять освоенные методы исследования в изучении тех или иных свойств наноматериалов.</p> <p>Владеть: принципами размерной и структурной классификации наноструктурированных материалов, а так же направлениями их применения при создании строительных композиционных материалов.</p>
		<p>ОПК-1.3. Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов</p>	<p>Знать: основные физико-химические подходы, применяемые в научных исследованиях</p> <p>Уметь: выбирать необходимые физико-химические подходы для синтеза и исследования наноматериалов с требуемыми характеристиками</p> <p>Владеть: навыками описания и анализа результатов физико-химических исследований наноматериалов</p>

		<p>ОПК-1.4. Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач</p>	<p>Знать: диапазон прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов Уметь: выбирать необходимые прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, применяемые в процессах синтеза и исследования наноматериалов Владеть: навыками использования прикладных программ и средств автоматизированного проектирования при решении инженерных и научно-технических задач в области получения и исследования наноматериалов</p>
--	--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК 1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Методология научных исследований
2.	Общая технология наносистем и наноматериалов
3.	Методы и средства измерений, контроля и испытаний наноструктурированных композиционных материалов
4.	Компьютерное моделирование материалов и процессов их получения
5.	Современные модификаторы композитов различного назначения и состава

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	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

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Получение нанобъектов					
1	Особенности получения наноструктур. Классификация методов получения нанобъектов	2			1
2	Групповые методы получения нанобъектов. Метод молекулярных пучков. Сверхзвуковое истечение газов из сопла. Газофазный синтез. Ионная бомбардировка. Ударные волны	2			1
3	Групповые методы получения нанобъектов. Вакуумное испарение. Катодное распыление. Низкотемпературная плазма. Плазмохимический синтез	2			1
4	Групповые методы получения нанобъектов. Получение наночастиц путем диспергирования. Механохимический синтез. Сонохимическое диспергирование	3			2
5	Групповые методы получения нанобъектов. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Взрывной синтез. Электрический взрыв проводников. Электроэрозионный метод	2			1
6	Групповые методы получения нанобъектов. Золь-гель метод. Криогенный метод. Термическое разложение (пиролиз). Электрохимические методы получения наночастиц	3			1,5
Свойства и методы исследования нанобъектов					
7	Свойства нанобъектов. Механические свойства. Каталитические свойства. Магнитные свойства		9	6	15
8	Методы исследования нанобъектов. Спектроскопия. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Рентгеновские дифракционные методы.		6	9	16
Наноструктурированные материалы					
9	Наноструктурированные композиционные материалы. Особенности получения и свойства.	3	2	2	5,5
	ВСЕГО	17	17	17	44

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
семестр № 1				
1	Свойства и методы исследования нанобъектов	Методы исследования нанобъектов. Спектроскопия.	3	4
2	Свойства и методы исследования нанобъектов	Методы исследования нанобъектов. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия.	3	3
3	Свойства и методы исследования нанобъектов	Методы исследования нанобъектов. Рентгеновские дифракционные методы.	3	3
4	Наноструктурированные материалы	Получение наноструктурированных композиционных материалов.	2	2
5	Свойства и методы исследования нанобъектов	Анализ магнитных свойств наноматериалов	3	3
6	Свойства и методы исследования нанобъектов	Анализ электрических свойств наноматериалов	3	3
ИТОГО			17	18
			ВСЕГО:	18

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 1				
1	Свойства и методы исследования нанобъектов	Изучение магнитных свойств наноструктурированных материалов	4	4
2	Свойства и методы исследования нанобъектов	Анализ электрических свойств наноматериалов	4	4
3	Свойства и методы исследования нанобъектов	Оптические свойства наноконпонентов	4	4
4	Наноструктурированные материалы	Анализ гидрофобных свойств материалов различной природы	5	5
ИТОГО			17	17
			ВСЕГО:	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения индивидуального домашнего задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Тема индивидуального домашнего задания – Анализ седиментационных процессов.

Цель индивидуального домашнего задания – закрепление теоретических знаний и получение практических навыков студентов в области исследования наносистем и проектирования наноматериалов с их использованием.

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

Варианты исходных данных для выполнения заданий по теме «Анализ седиментационных процессов дисперсных систем».

Вариант	Размер частиц сферической формы, мкм	Диаметр сосуда, см	Высота столба жидкости, см	Диаметр силоса, м	Кол-во гипса, т
1	3	5,8	15	1	40
2	3,6	6	16	2	45
3	5	6,5	17	3	50
4	6	8	18	4	55
5	4	10	19	5	60
6	5,2	12	20	6	65

Задача № 1. Порошок мелкозернистого кварца с характерным размером частиц сферической формы \varnothing (таблица 1) засыпали в цилиндрический сосуд, наполненный водой в количестве 1,5 л. Определить, за какое время произойдет полное оседание частиц кварца на дно сосуда, если диаметр сосуда (таблица 1). Истинная плотность кварца – 2650 кг/м^3 , вязкость воды – $1,01 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.

Задача № 2. В сосуд с водой насыпали порошок кварца с диаметром частиц (таблица 1). В то же время в другой сосуд с глицерином засыпали молотый базальт с таким же диаметром частиц. Определить, в каком сосуде и на какое время седиментация пройдет быстрее, если высота столба жидкости в обоих сосудах равна (таблица 1). Плотность частиц кварца – 2600 кг/м^3 , базальта – 3200 кг/м^3 , глицерина – 1200 кг/м^3 . Вязкость воды – $1,01 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$, глицерина – $0,512 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

Задача № 3. Из условия задачи № 2 определить разницу во времени оседания частиц кварца в воде в условиях Луны и корунда в глицерине в условиях Земли. Ускорение свободного падения в условиях Луны – $1,622 \text{ м/с}^2$.

Задача № 4. В силос диаметром (таблица 1) и высотой 8 м засыпали (таблица 1) строительного гипса на 9/10 его объема. Рассчитать ориентировочно удельную поверхность гипса, если средний диаметр его частиц равен 20 мкм, а плотность случайной упаковки частиц гипса $\Pi=0,62$.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов	Защита лабораторной работы, защита практической работы, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ОПК-1.2. Использует научный инструментарий физики твердого тела для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов	Защита лабораторной работы, защита практической работы, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ОПК-1.3. Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов	Защита лабораторной работы, защита практической работы, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ОПК-1.4. Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	Защита лабораторной работы, защита практической работы, защита ИДЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

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.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Код компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Получение нанобъектов	ОПК-1	Классификация методов получения нанобъектов.
2.			Метод молекулярных пучков.
3.			Сверхзвуковое истечение газов из сопла.
4.			Газофазный синтез.
5.			Ионная бомбардировка.
6.			Ударные волны.
7.			Вакуумное испарение.
8.			Катодное распыление.
9.			Низкотемпературная плазма.
10.			Плазмохимический синтез.
11.			Получение наночастиц путем диспергирования.
12.			Механохимический синтез.
13.			Сонохимическое диспергирование.
14.			Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
15.			Взрывной синтез.
16.			Электрический взрыв проводников.
17.			Электроэрозионный метод.
18.			Золь-гель метод.
19.			Криогенный метод.
20.			Термическое разложение (пиролиз).
21.			Электрохимические методы получения наночастиц.
22.	Свойства и методы исследования нанобъектов	ОПК-1	Механические свойства нанобъектов.
23.			Каталитические свойства нанобъектов.
24.			Магнитные свойства нанобъектов.
25.			Спектроскопия.
26.			Просвечивающая электронная микроскопия.
27.			Сканирующая электронная микроскопия.
28.			Рентгеновские дифракционные методы.
29.	Наноструктурированные материалы	ОПК-1	Особенности получения наноструктурированных композиционных материалов.
30.			Свойства наноструктурированных композиционных материалов.

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

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

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. 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

№	Тема лабораторной работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Изучение магнитных свойств наноструктурированных материалов	ОПК-1	1. По какому принципу разделяют магнитные наноматериалы? 2. Опишите типы организации систем магнитных наноматериалов. 3. Что называют ферромагнитной жидкостью? 4. Какой минерал используется в ферромагнитных жидкостях? 5. Приведите примеры использования магнитных наноматериалов в быту. 6. Объясните эффект Гиндаля.
2.	Анализ электрических свойств наноматериалов	ОПК-1	1. В каком случае размерные эффекты начинают влиять на электронные свойства наноматериалов? 2. Что можно наблюдать в спектрах комбинационного рассеяния и в спектрах

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

Практические работы

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Методы исследования нанообъектов. Спектроскопия.	ОПК-1	1. Что такое ИК-спектроскопия? 2. Что представляет собой инфракрасный спектр материала? 3. О чем свидетельствует интенсивность полос в спектре? 4. Опишите процесс анализа образца (оптическая схема прибора).
2.	Методы исследования нанообъектов. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия.	ОПК-1	1. Что представляет собой просвечивающая микроскопия. 2. Что представляет собой сканирующая электронная микроскопия. 3. Разрешающая способность просвечивающих и сканирующих электронных микроскопов.
4.	Методы исследования нанообъектов. Рентгеновские дифракционные методы.	ОПК-1	1. В чем заключается сущность рентгеновских методов анализа? 2. Что такое дифракционная картина? 3. Как идентифицировать полученную дифрактограмму?
5.	Получение	ОПК-1	1. Что понимают под

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
	наноструктурированные композиционные материалы.		наноструктурированными композиционными материалами? 2. Приведите примеры наноструктурированных композиционных материалов. 3. Для изменения каких свойств материалов может применяться наномодифицирование.
6.	Анализ магнитных свойств наноматериалов	ОПК-1	1. Понятие магнитных свойств наноматериалов. 2. магнитная проницаемость и температурный коэффициент магнитной проницаемости. 3. Магнитные характеристики ферромагнетиков.
7.	Анализ электрических свойств наноматериалов	ОПК-1	1. Перечислите факторы, влияющие на емкость проводников. 2. Как рассчитать емкость конденсатора и каким способом можно ее увеличить? 3. Как рассчитывается емкость и радиус металлической наночастицы.

Индивидуальное домашнее задание

1. Дисперсные системы и их свойства
2. Классификация дисперсных систем
3. Силы, вызывающие седиментацию и обратную седиментацию дисперсных систем
4. Формула скорости седиментации
5. Закон Стокса
6. Зависимость скорости седиментации сферических частиц от их радиуса
7. Диффузионно-седиментационное равновесие
8. Назначение седиментационного анализа
9. Методы седиментационного анализа
10. Применение расчета седиментации при исследовании наносистем и проектировании наноматериалов

Примеры типовых практических задач

ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей

Задача 1. Предложите способы стабилизации наночастиц следующих веществ: Ag, SiO₂, TiO₂, C.

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

Примеры тестовых заданий

ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей

- 1) Работа сканирующего туннельного микроскопа основана на:
- а) Дифракции рентгеновских лучей;
 - б) Просвечивании образца рентгеновскими лучами;
 - в) Эффекте туннелирования электронов через тонкий диэлектрический промежуток между проводящей поверхностью образца и сверхострой иглой;
 - г) Просвечивании образца пучком электронов при ускоряющем напряжении 200-400 кВ.
- 2) Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?
- а) изменение свойств нанобъектов в зависимости от размера элементов их структуры;
 - б) изменение размера нанобъектов в зависимости от внешних условий;
 - в) изменение свойств нанобъектов в зависимости от внешних условий;
 - г) изменение размера нанобъектов в зависимости от состава.

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.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основ математического аппарата, применяемого в научных исследованиях
	Знание общих сведений о наноразмерном состоянии веществ, методов создания наноматериалов и целей развития нанотехнологий.
	Знание основных физико-химических подходов, применяемых в научных исследованиях
	Знание диапазона прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов
Умения	Умение выбирать необходимый математический аппарат для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов
	Умение применять освоенные методы исследования в изучении тех или иных свойств наноматериалов.
	Умение выбирать необходимые физико-химические подходы для синтеза и исследования наноматериалов с требуемыми характеристиками
	Умение выбирать необходимые прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, применяемые в процессах синтеза и исследования наноматериалов
Владения	Владение навыками работы с математическим аппаратом при проектировании

	процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов
	Владение принципами размерной и структурной классификации наноструктурированных материалов, а так же направлениями их применения при создании строительных композиционных материалов.
	Владение навыками описания и анализа результатов физико-химических исследований наноматериалов
	Владение навыками использования прикладных программ и средств автоматизированного проектирования при решении инженерных и научно-технических задач в области получения и исследования наноматериалов

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание основ математического аппарата, применяемого в научных исследованиях	Не знает основные принципы применения математического аппарата в трех и более методах исследования нанообъектов: спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновские дифракционные методы.	Допускает неточности при описании основных принципов применения математического аппарата в методах исследования нанообъектов: спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновские дифракционные методы. Знает не все методы.	Знает основные принципы применения математического аппарата в методах исследования нанообъектов: спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновские дифракционные методы.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает принципы применения математического аппарата в методах исследования нанообъектов: спектроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеновские дифракционные методы.
Знание общих сведений о наноразмерном состоянии веществ, методов создания наноматериалов и целей развития нанотехнологий.	Обучающийся не знает цели и основные исторические этапы развития нанотехнологий (в Российской Федерации и в мире). Не владеет сведениями о наноразмерном состоянии веществ, не классифицирует методы создания нанообъектов и наноматериалов.	Обучающийся допускает неточности при описании целей и основных исторических этапов развития нанотехнологий (в Российской Федерации и в мире). Владеет основными сведениями о наноразмерном состоянии веществ, частично классифицирует методы создания нанообъектов и наноматериалов.	Обучающийся знает цели и основные исторические этапы развития нанотехнологий (в Российской Федерации и в мире). Владеет сведениями о наноразмерном состоянии веществ, классифицирует методы создания нанообъектов и наноматериалов.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает цели и историческими этапы развития нанотехнологий (в Российской Федерации и в мире). Четко приводит сведения о наноразмерном состоянии веществ, классифицирует методы создания нанообъектов и наноматериалов.
Знание основных физико-химических подходов, применяемых в научных исследованиях	Не может изложить свойства и методы исследования нанообъектов. Не формулирует и не анализирует	Может привести отдельные свойства и методы исследования нанообъектов, но допускает ошибки.	Может привести отдельные свойства и методы исследования нанообъектов. Приводит основные	Самостоятельно может изложить свойства и методы исследования нанообъектов. Самостоятельно

	проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.	С неточностями приводит основные проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.	проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.	формулирует и анализирует проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.
Знание диапазона прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Знает две и менее прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Перечисляет и приводит примеры не менее трех прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов, с дополнительной помощью описывает основы функционирования	Перечисляет, приводит примеры и описывает основы функционирования не менее трех прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Перечисляет, приводит примеры и описывает основы функционирования не менее пяти прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

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

наноматериалов	синтеза и исследования наноматериалов	в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	в области процессов синтеза и исследования наноматериалов
----------------	---------------------------------------	---	---	---

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками работы с математическим аппаратом при проектировании процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Не владеет средствами математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Может использовать не менее одного средства математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	С дополнительной помощью использует не менее двух средств математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Свободно использует не менее двух средств математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов
Владение принципами размерной и структурной классификации наноструктурированных материалов, а так же направлениями их применения при создании строительных композиционных материалов.	Не может классифицировать наноструктурированные материалы с использованием результатов спектроскопии, микроскопии и дифракционных методов.	С дополнительной помощью может классифицировать наноструктурированные материалы с использованием результатов спектроскопии, микроскопии и дифракционных методов.	Может классифицировать наноструктурированные материалы с использованием результатов спектроскопии, микроскопии и дифракционных методов.	Самостоятельно и в полном объеме классифицирует наноструктурированные материалы с использованием результатов спектроскопии, микроскопии и дифракционных методов.
Владение навыками описания и анализа результатов физико-химических исследований наноматериалов	Не способен использовать принципы получения наноструктурированных композиционных материалов. Не может обосновать, проанализировать, сравнить и оценить эффективность применения наносистем при создании строительных композиционных материалов.	По имеющимся методикам может использовать принципы получения наноструктурированных композиционных материалов, но допускает ошибки. Имеет навыки по обоснованию, анализу, сравнению и оценке применения наносистем при создании строительных композиционных материалов, но допускает ошибки.	По имеющимся методикам может использовать принципы получения наноструктурированных композиционных материалов. Имеет достаточные навыки по обоснованию, анализу, сравнению и оценке применения наносистем при создании строительных композиционных материалов.	Самостоятельно может применять принципы получения наноструктурированных композиционных материалов. Самостоятельно и в полном объеме выполняет обоснование, анализ, сравнение и оценку применения наносистем при создании строительных композиционных материалов.
Владение навыками использования прикладных программ и средств автоматизированного проектирования при решении инженерных и	Не может использовать прикладные программы и средства автоматизированного проектирования для решения	Может использовать не менее одной прикладной программы и средства автоматизированного проектирования для решения	С дополнительной помощью использует не менее двух прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения	Свободно использует не менее двух прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи

научно-технических задач в области получения и исследования наноматериалов	поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	в области процессов синтеза и исследования наноматериалов
--	---	---	---	---

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2.	Учебная аудитория Лаборатория синтеза и исследований высокомолекулярных систем	Комплекс материалов и оборудования для синтеза и исследования наносистем и наноматериалов: – колба, – пробирки, – пипетка Пастера, – магнит, – лазерная указка, – ферромагнитная жидкость, – жидкие среды (вода, спирт, толуол, серная кислота), – светодиод, – источник питания (4,5 и 9 В), – провод с клеммами (5 шт.), – предметное стекло, – токопроводящая поверхность (пленка, стекло, ткань), – нитинол, – золь-гель (меди, цинка, серебра).
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4.	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

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

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

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

2. 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.

3. Минько, Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов: учеб. пособие / Н.И. Минько, В.М. Нарцев; БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2-е изд., стер. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2007. – 104 с.

4. 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.

5. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Изд. 2-е, испр. – Москва: Физматлит, 2007. – 414 с.

6. Андриевский, Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы: [монография] / Р.А. Андриевский. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 251 с.

7. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учеб. пособие для студентов вузов / А.А. Евдокимов [и др.]; ред. А. С. Сигов. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2011, 2014. – 186 с.

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

9. Суздаlev, И.П. Нанотехнологии. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаlev. – Москва: КомКнига, 2006. – 589 с.

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

1. Сайт о нанотехнологиях в России <http://www.nanonewsnet.ru/>

2. Ежемесячный междисциплинарный теоретический и прикладной научно-технический журнал «Нано- и микросистемная техника» <http://www.microsystems.ru/>

3. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии: Учебное пособие / Азаренков Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д., Маликов Л.В., Турбин П.В. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2009. – 209 с. http://ftfsite.ru/wp-content/files/azarenkov_n_a_beresnev_v_m_pogreb.pdf

4. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие / В.В. Старостин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 431 с. <http://docme.ru/5nb5>