


**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.  
«23» мая 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
Уваров В.А.  
«30» мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Общая технология наноматериалов**

Направление подготовки:

**08.04.01 Строительство**

Профиль программы:

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

Квалификация

**магистр**

Форма обучения

**очная**


**Институт: инженерно-строительный**

**Кафедра материаловедения и технологии материалов**

Белгород – 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 482 от 31 мая 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 году.

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 24 » апреле 2019 г., протокол № 1

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)

« 24 » апреле 2019 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 30 » мая 2019 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-2 Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий.	ОПК-2.1. Сбор и систематизация научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий	<p><b>Знать:</b> принципы сбора и систематизации научно-технической информации об изучаемом объекте, в т.ч. с применением информационных технологий</p> <p><b>Уметь:</b> систематизировать научно-техническую информацию по изучаемому объекту</p> <p><b>Владеть:</b> навыками сбора и систематизации научно-технической информации об изучаемом объекте, в т.ч. с применением информационных технологий</p>
	ОПК-3 Способен ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения	ОПК-3.1 Формулирование научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности на основе знания проблем отрасли и опыта их решения	<p><b>Знать:</b> принципы формулировки научно-технической информации в сфере строительного материаловедения на основе знания проблем отрасли и опыта их решения</p> <p><b>Уметь:</b> формулировать научно-техническую информацию в сфере строительного материаловедения на основе знания проблем отрасли и опыта их решения</p> <p><b>Владеть:</b> формулировки научно-технической информации в сфере строительного материаловедения на основе знания проблем отрасли и опыта их решения</p>
		ОПК-3.2 Сбор и систематизация информации об опыте решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> принципы сбора и систематизации научно-технической информации об опыте решения НТЗ в сфере строительного материаловедения</p> <p><b>Уметь:</b> систематизировать информацию об опыте решения НТЗ в сфере строительного материаловедения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками сбора и систематизации информации об опыте решения НТЗ в сфере строительного материаловедения</p>

Профессиональные компетенции	ПКР-6 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере строительного материаловедения	ПК-6.1. Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере строительного материаловедения	<p><b>Знать:</b> принципы формулировки целей, постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения</p> <p><b>Уметь:</b> Формулировать цели и задачи исследования в сфере строительного материаловедения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками формулирования целей и постановки задач исследования в сфере строительного материаловедения</p>
		ПКР-6.2 Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения	<p><b>Знать:</b> особенности проведения исследований в сфере строительного материаловедения</p> <p><b>Уметь:</b> подбирать методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками подбора метода и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения</p>
		ПКР-6.4 Определение перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования	<p><b>Знать:</b> ресурсы, необходимые для проведения исследования</p> <p><b>Уметь:</b> определять необходимый перечень ресурсов, необходимых для проведения исследования</p> <p><b>Владеть:</b> навыками подбора ресурсов, необходимых для проведения исследования</p>
		ПКР-6.5 Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере строительного материаловедения	<p><b>Знать:</b> особенности проведения аналитического обзора научно-технической информации в сфере строительного материаловедения</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять аналитический обзор научно-технической информации в сфере строительного материаловедения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления аналитического обзора научно-технической информации в сфере строительного материаловедения</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-2** Способен анализировать, критически осмысливать и

представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Прикладная математика
2	Основы научных исследований
3	Общая технология наноматериалов
4	Основы патентоведения

**2. Компетенция ОПК-3** Способен ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Организация производственной деятельности
2	Организация проектно-исследовательской деятельности
3	Общая технология наноматериалов
4	Технология получения наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

**3. Компетенция ПКР-6** Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере строительного материаловедения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Общая технология наноматериалов
2	Методы исследования и контроля качества наноструктурированных материалов
3	Физическая химия наноструктурированных материалов
4	Учебная научно-исследовательская практика
5	Производственная научно-исследовательская работа в семестре
6	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	34	34
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации		
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	72	72
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	27	27
Экзамен	Э (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
<b>1. Получение нанобъектов</b>					
	Особенности получения наноструктур. Классификация методов получения нанобъектов	2		3	5
	Групповые методы получения нанобъектов. Метод молекулярных пучков. Сверхзвуковое истечение газов из сопла. Газофазный синтез. Ионная бомбардировка. Ударные волны	2			5
	Групповые методы получения нанобъектов. Вакуумное испарение. Катодное распыление. Низкотемпературная плазма. Плазмохимический синтез	2			6
	Групповые методы получения нанобъектов. Получение наночастиц путем диспергирования. Механохимический синтез. Сонохимическое диспергирование	2			4
	Групповые методы получения нанобъектов. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Взрывной синтез. Электрический взрыв проводников. Электроэрозионный метод	2			4
	Групповые методы получения нанобъектов. Золь-гель метод. Криогенный метод. Термическое разложение (пиролиз). Электрохимические методы получения наночастиц	1			5
<b>2. Свойства и методы исследования нанобъектов</b>					
	Свойства нанобъектов. Механические свойства. Каталитические свойства. Магнитные свойства	2		6	16
	Методы исследования нанобъектов. Спектроскопия. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Рентгеновские дифракционные методы.	2		2	15
<b>3. Наноструктурированные материалы</b>					
	Наноструктурированные композиционные материалы.. Особенности получения и свойства	2	2	4	10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>70</b>

### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрены.

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

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

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены.



#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

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

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

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

Темы индивидуальных заданий:

1. Наномодификаторы
2. Нанокремнезем
3. Углеродные наноматериалы
4. Защитные покрытия
5. Фибра как компонент бетона
6. Наноструктурированное вяжущее
7. Наноструктурирующий гранулированный наполнитель
8. Фотокаталитические материалы
9. Полимерные вяжущие с наноконпонентами
10. Дорожные бетоны с наномодификаторами
11. Самоочищающиеся материалы
12. Оксидные наноматериалы
13. Частицы металлов как биоциды
14. Лакокрасочные материалы с наноконпонентами
15. Ультратонкий бетон

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-2 Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью новых технологий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.1. Сбор и систематизация научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий	Защита практической работы, экзамен

2 Компетенция ОПК-3 Способен ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.1 Формулирование научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности на основе знания проблем отрасли и опыта их решения	Защита лабораторной работы, экзамен
ОПК-3.2 Сбор и систематизация информации об опыте решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы, защита ИДЗ, экзамен

### **3 Компетенция ПКР-6 Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере строительного материаловедения.**

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-6.1. Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере строительного материаловедения	Защита лабораторной работы, экзамен
ПКР-6.2 Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере строительного материаловедения	Защита лабораторной работы, защита ИДЗ, экзамен
ПКР-6.4 Определение перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования	Защита лабораторной работы, защита ИДЗ, экзамен
ПКР-6.5 Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере строительного материаловедения	Защита лабораторной работы, экзамен

## **5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации**

### **5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Получение нанообъектов	Классификация методов получения нанообъектов
2		Метод молекулярных пучков
3		Сверхзвуковое истечение газов из сопла
4		Газофазный синтез
5		Ионная бомбардировка
6		Ударные волны
7		Вакуумное испарение
8		Катодное распыление
9		Низкотемпературная плазма
10		Плазмохимический синтез
11	Свойства и методы исследования нанообъектов	Получение наночастиц путем диспергирования
12		Механохимический синтез
13		Сонохимическое диспергирование
14		Самораспространяющийся высокотемпературный синтез
15		Взрывной синтез

16		Электрический взрыв проводников
17		Электроэрозионный метод
18		Золь-гель метод
19		Криогенный метод
21		Термическое разложение (пиролиз)
22	Наноструктурированные материалы	Электрохимические методы получения наночастиц
23		Механические свойства
24		Каталитические свойства
25		Магнитные свойства
26		Спектроскопия.
27		Просвечивающая электронная микроскопия
28		Сканирующая электронная микроскопия
29		Рентгеновские дифракционные методы
30		Наноструктурированные композиционные материалы

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

#### Лабораторные работы

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Изучение магнитных свойств наноструктурированных материалов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По какому принципу разделяют магнитные наноматериалы?</li> <li>2. Опишите типы организации систем магнитных наноматериалов.</li> <li>3. Что называют ферромагнитной жидкостью?</li> <li>4. Какой минерал используется в ферромагнитных жидкостях?</li> <li>5. Приведите примеры использования магнитных наноматериалов в быту.</li> <li>6. Объясните эффект Тиндаля.</li> </ol>
2.	Анализ электрических свойств наноматериалов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В каком случае размерные эффекты начинают влиять на электронные свойства наноматериалов?</li> <li>2. Что можно наблюдать в спектрах комбинационного рассеяния и в спектрах катодной люминесценции частиц наноалмаза?</li> <li>3. Опишите схемы структур нанокомпозитов.</li> <li>4. Что такое нитинол? Каким свойством он обладает?</li> <li>5. Назовите достоинства никелида титана.</li> <li>6. Какими недостатками обладает нитинол?</li> </ol>
3.	Оптические свойства нанокомпонентов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что относится к оптическим свойствам дисперсных систем?</li> <li>2. Что называется опалесценцией? Опишите эффект Тиндаля.</li> <li>3. Что показывает уравнение Рэлея?</li> <li>4. Какую окраску приобретают золи?</li> <li>5. Напишите уравнение Рэлея. Для каких сред оно используется?</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
4.	Анализ гидрофобных свойств материалов различной природы	1. Что называется эффектом лотоса? 2. Методы создания гидрофобной поверхности. 3. Где можно применять «лотосовые» покрытия? 4. Опишите гидрофобные покрытия для строительных материалов. В чем их особенность? 5. Защитное покрытие для ткани. Назовите механизм действия и основные свойства покрытий.

### Индивидуальное домашнее задание

1. Какие виды наномодификаторов вы знаете?
2. Основные характеристики нанокремнезема.
3. Углеродные наноматериалы, способы их получения.
4. Защитные покрытия, их особенности.
5. Применение фибры как компонента бетона.
6. Наноструктурированное вяжущее: сырье, технология получения.
7. Наноструктурирующий гранулированный наполнитель: сырье, технология получения.
8. Фотокаталитические материалы.
9. Полимерные вяжущие с наноконпонентами.
10. Дорожные бетоны с наномодификаторами.
11. Самоочищающиеся материалы. Особенности получения.
12. Особенности оксидные наноматериалов.
13. Частицы металлов как биоциды. Способы применения в строительстве.
14. Лакокрасочные материалы с наноконпонентами.
15. Ультратонкий бетон.

#### 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: 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	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

		нанообъектов и наноматериалов.		наноматериалов.
Знание основных физико-химических подходов, применяемых в научных исследованиях	Не может изложить свойства и методы исследования нанообъектов. Не формулирует и не анализирует проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.	Может привести отдельные свойства и методы исследования нанообъектов, но допускает ошибки. С неточностями приводит основные проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.	Может привести отдельные свойства и методы исследования нанообъектов. Приводит основные проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.	Самостоятельно может изложить свойства и методы исследования нанообъектов. Самостоятельно формулирует и анализирует проблемы создания и применения наноструктурированных материалов.
Знание диапазона прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Знает две и менее прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Перечисляет и приводит примеры не менее трех прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов, с дополнительной помощью описывает основы функционирования	Перечисляет, приводит примеры и описывает основы функционирования не менее трех прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Перечисляет, приводит примеры и описывает основы функционирования не менее пяти прикладных программ и средств автоматизированного проектирования, применяемых в процессах синтеза и исследования наноматериалов

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение выбирать необходимый математический аппарат для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Осуществляет неправильный и необоснованный выбор математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Допускает неточности при выборе и обосновании выбора математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	По существующей методике выбирает и частично обосновывает выбор математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Самостоятельно рационально выбирает и обосновывает выбор математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов
Умение применять освоенные методы исследования в изучении тех или иных свойств наноматериалов.	Не умеет применять методики изучения свойств наноструктурированных материалов и наноконструктивов.	Допускает неточности при использовании методик изучения свойств наноструктурированных материалов и наноконструктивов.	Может использовать методики изучения свойств наноструктурированных материалов и наноконструктивов.	Грамотно применяет методики изучения свойств наноструктурированных материалов и наноконструктивов.
Умение выбирать необходимые физико-химические подходы для синтеза и исследования наноматериалов с требуемыми	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.

характеристиками				
Умение выбирать необходимые прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, применяемые в процессах синтеза и исследования наноматериалов	Осуществляет неправильный и необоснованный выбор прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	Допускает неточности при выборе и обосновании выбора прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	По существующей методике выбирает и частично обосновывает выбор прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	Самостоятельно рационально выбирает и обосновывает выбор прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками работы с математическим аппаратом при проектировании процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Не владеет средствами математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Может использовать не менее одного средства математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	С дополнительной помощью использует не менее двух средств математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов	Свободно использует не менее двух средств математического аппарата для проектирования процессов синтеза и обработки результатов исследования наноматериалов
Владение 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	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	По имеющимся методикам может использовать принципы получения наноструктурированных композиционных материалов. Имеет достаточные навыки по обоснованию, анализу, сравнению и оценке применения наносистем при создании строительных	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.	композиционных материалов, но допускает ошибки.	композиционных материалов.	материалов.
Владение навыками использования прикладных программ и средств автоматизированного проектирования при решении инженерных и научно-технических задач в области получения и исследования наноматериалов	Не может использовать прикладные программы и средства автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	Может использовать не менее одной прикладной программы и средства автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	С дополнительной помощью использует не менее двух прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов	Свободно использует не менее двух прикладных программ и средств автоматизированного проектирования для решения поставленной задачи в области процессов синтеза и исследования наноматериалов



## **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
	Microsoft Office Professional или аналог.	

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

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

2. 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.

3. 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.

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

5. Евдокимов, А.А. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / [Евдокимов А.А. и др.]; под ред. А.С. Сигнова. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 146 с.

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

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

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

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

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

11. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова, <https://elib.bstu.ru/>

12. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

13. Электронно-библиотечная система «Book On Lime» <https://bookonlime.ru/>

14. Электронный архив открытого доступа БГТУ им. В. Г. Шухова <http://dspace.bstu.ru/>

15. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>

16. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

17. <http://www.nanonewsnet.ru>

18. <http://thesaurus.rusnano.com>

19. <http://www.nanorf.ru>

20. <http://www.nanoru.ru>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2020/2021 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № 3 заседания кафедры от «18» 04 2020 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  В.В. Строкова

Директор института д.т.н., проф.  В.А. Уваров