

**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

**Структурообразование композитов с использованием наносистем**

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., проф.  (В.В. Нелюбова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » апрель 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 » апрель 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 29 » апрель 2021 г., протокол № 9

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

(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции  Производственно-технологический	ПК-1 Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами	ПК-1.1 Руководит испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	<b>Знать:</b> методики испытаний новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения <b>Уметь:</b> руководить испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения <b>Владеть:</b> навыками испытания новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения
		ПК-1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<b>Знать:</b> методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами <b>Уметь:</b> применять на практике методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами <b>Владеть:</b> навыками организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами

		<p>ПК-1.3 Разрабатывает и проводит мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>	<p><b>Знать:</b> мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами;  <b>Уметь:</b> проводить мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами  <b>Владеть:</b> навыками по подготовке мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами</p>
		<p>ПК-1.4 Организует научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>	<p><b>Знать:</b> правила составления плана научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами  <b>Уметь:</b> организовать научно-исследовательские работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами;  <b>Владеть:</b> навыками проведения научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами</p>

Профессиональные компетенции  Производственно-технологический	ПК-2 Способен обеспечивать цикл производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами, в том числе с использованием средств автоматизированного управления	ПК-2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<b>Знать:</b> правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами <b>Уметь:</b> составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами <b>Владеть:</b> навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами
		ПК-2.3 Организует полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов	<b>Знать:</b> правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрения рациональных технологических процессов <b>Уметь:</b> организовать полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов <b>Владеть:</b> навыками организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрения рациональных технологических процессов

		ПК-2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	<p><b>Знать:</b> факторы контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p> <p><b>Уметь:</b> использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p> <p><b>Владеть:</b> контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>
--	--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1** Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Производственная научно-исследовательская работа
2	Современные модификаторы композитов различного назначения и состава
3	Системная методология проектирования материалов
4	Организация производства и управление предприятием
5	Менеджмент предприятий строительной отрасли
6	Учебная ознакомительная практика
7	Методы и средства измерений, контроля и испытаний наноструктурированных композиционных материалов
8	Защита интеллектуальной собственности и коммерциализация разработок
9	Минералогия сырьевых материалов
10	Основы минералогии и кристаллографии
11	Активационные процессы при синтезе композитов
12	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
13	Производственная преддипломная практика

**2. Компетенция ПК–2 Способен обеспечивать цикл производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, в том числе с использованием средств автоматизированного управления**

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Материаловедение и технология наноструктурированных конструкционных и специальных материалов
2	Производственная научно-исследовательская работа
3	Основы проектной деятельности
4	Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества
5	Производственная безопасность и охрана труда на предприятиях nanoиндустрии
6	Организация производства и управления предприятием
7	Учебная ознакомительная практика
8	Стандартизация и сертификация материалов строительного и специального назначения
9	Активационные процессы при синтезе композитов
10	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
11	Производственная преддипломная практика

**3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 3 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции	17	17
Лабораторные	17	17
Практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	63	63
Экзамен		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>Получение нанообъектов</b>					
1	Особенности получения наноструктур. Классификация методов получения нанообъектов.	1			4
2	Групповые методы получения нанообъектов. Метод молекулярных пучков. Сверхзвуковое истечение газов из сопла. Газофазный синтез. Ионная бомбардировка. Ударные волны.	2			4
3	Вакуумное испарение. Катодное распыление. Низкотемпературная плазма. Плазмохимический синтез.	2			4
4	Получение наночастиц путем диспергирования. Механохимический синтез. Золь-гель метод.	2			4
<b>Наноструктурированные композиционные материалы</b>					
5	Полифункциональность наносистем в композиционных материалах.	2		5	12
6	Наноструктурированные композиционные материалы. Особенности получения и свойства.	2		4	10
<b>Применение наносистем для полифункционального модифицирования традиционных вяжущих</b>					
7	Основные принципы формирования наносистем и наноматериалов.	2		4	10
8	Особенности твердения и модификации минеральных вяжущих.	2		4	10
9	Наносистемы портландцементных вяжущих.	2			5
	ВСЕГО	17		17	63

### 4.2 Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрено.



### 4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №3				
1	Наноструктурированные композиционные материалы	Исследование реотехнологических свойств с использованием цилиндрической измерительной системы	5	5
2		Визуализация нанообъектов при помощи сканирующего туннельного и растрового электронного микроскопа.	4	4
3	Применение наносистем для полифункционального модифицирования традиционных вяжущих	Свойства алюминиевых порообразователей	4	4
4		Геополимеры и их свойства	4	4
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	

### 4.4. Содержание курсового проекта (работы)

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, Индивидуального домашнего задания

На выполнение индивидуального домашнего задания (ИДЗ) предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента. Общая тематика задания формируется согласно теме: «Особенности синтеза и свойства наноструктурированных композиционных материалов».

Основная цель: изучение основных тенденций использования 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 с предложением способов модифицирования технологии синтеза и свойств наноструктурированных композиционных материалов.

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

### 5.1 Реализация компетенций

#### 1 Компетенция ПК–1

Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1 Руководит испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, зачет, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, зачет, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-1.3 Разрабатывает и проводит мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, зачет, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-1.4 Организует научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, зачет, решение практических задач, тестовый контроль

#### 2 Компетенция ПК-2

Способен обеспечивать цикл производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, в том числе с использованием средств автоматизированного управления

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, зачет, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.3 Организует полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, зачет, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Защита лабораторных работ, защита ИДЗ, зачет, решение практических задач, тестовый контроль

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

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

Зачет проводится в форме 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 нанообъектов	ПК-1	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			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	Наноструктурированные композиционные материалы	ПК-2	Механические свойства
23			Каталитические свойства
24			Магнитные свойства
25			Спектроскопия
26			Просвечивающая электронная микроскопия
27			Сканирующая электронная микроскопия
28			Рентгеновские дифракционные методы
29			Наноструктурированные композиционные материалы
30			Особенности получения и свойства
31			Полифункциональность наносистем в композиционных материалах
32			Закон створа И.А. Рыбьева и размерный фактор
33	Применение наносистем для полифункционального модифицирования	ПК-2	Понятие наноструктурированного вяжущего
34			Размерные параметры наносистем в наноструктурирующем Вяжущем

35	традиционных вяжущих		Области применения наноструктурированных вяжущих
36			Наносистемы портландцементных вяжущих
37			Геополимерные вяжущие

### 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 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.

#### Лабораторные работы

№	Тема лабораторной работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Исследование реотехнологических свойств с использованием цилиндрической измерительной системы	ПК-2	1) Принцип работы ротационного вискозиметра. 2) Какие измерительные системы в ротационных вискозиметрах существуют? 3) Материалы с какой вязкостью можно измерять с помощью цилиндрической измерительной системы?
2.	Визуализация нанообъектов при помощи сканирующего туннельного и растрового электронного микроскопа.	ПК-2	1) Физические основы работы сканирующего туннельного микроскопа. 2) «Наблюдаемые» физические величины в сканирующем туннельном микроскопе. 3) Какие существуют режимы работы растрового электронного микроскопа?
3.	Свойства алюминиевых порообразователей	ПК-2	1) Что такое газообразователь? 2) Какие основные характеристики газообразователей определяют при получении газобетона? 3) В каких областях могут применяться газообразователи?
4.	Геополимеры и их свойства	ПК-1	1) Что такое геополимеры? 2) Технология получения геополимеров

## *Примеры типовых практических задач*

**1. Компетенция ПК–1** Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами

Задача 1. Почему для образования наноструктур увеличение размеров зародышей должно быть минимальным?

**2. Компетенция ПК–2** Способен обеспечивать цикл производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, в том числе с использованием средств автоматизированного управления

Задача 2. Перечислите и поясните механизмы для объяснения аномального поведения деформаций в нанокристаллических материалах.

## *Примеры тестовых заданий*

**1. Компетенция ПК–1** Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами

- 1) В каких видах работ наиболее широко распространено применение
- а) при возведении фундаментов,
  - б) при возведении стен
  - в) при производстве отделочных работ

**2. Компетенция ПК–2** Способен обеспечивать цикл производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, в том числе с использованием средств автоматизированного управления

- 2) Компакты, пленки и покрытия из металлов, сплавов и соединений, получаемые методами порошковой технологии, интенсивной пластической деформации, контролируемой кристаллизации из аморфного состояния и разнообразными приемами нанесения пленок и покрытий – это
- а) нанопористые материалы
  - б) наноструктурные материалы
  - в) консолидированные наноматериалы

### **5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания**

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	<p>Знать методики испытаний новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения</p> <p>Знать методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Знать мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Знать правила составления плана научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Знать правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Знать правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрения рациональных технологических процессов</p> <p>Знать факторы контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>
Умения	<p>Уметь руководить испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения</p> <p>Уметь применять на практике методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Уметь проводить мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Уметь организовать научно-исследовательские работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Уметь составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Уметь организовать полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов</p> <p>Уметь использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>
Владения	<p>Владеть навыками испытания новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения</p> <p>Владеть навыками организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть навыками по подготовке мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть навыками проведения научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть навыками организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов</p> <p>Владеть контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>

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

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знать методики испытаний новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	Не знает методики испытаний новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	Знает в полном объеме методики испытаний новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения. Допускаются негрубые ошибки.
Знать методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не знает методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Знает в полном объеме методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Знать мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не знает мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Знает в полном объеме мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Знать правила составления плана научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не знает правила составления плана научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Знает в полном объеме правила составления плана научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Знать правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не знает правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Знает в полном объеме правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Знать правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрения рациональных технологических процессов	Не знает правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрения рациональных технологических процессов	Знает в полном объеме правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрения рациональных технологических процессов. Допускаются негрубые ошибки.
Знать факторы контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не знает факторы контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Знает в полном объеме факторы контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения. Допускаются негрубые ошибки.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Уметь руководить испытаниями	Не умеет руководить	Умеет самостоятельно

новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	руководить испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения. Допускаются негрубые ошибки.
Уметь применять на практике методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не умеет применять на практике методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Умеет самостоятельно применять на практике методы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Уметь проводить мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не умеет проводить мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Умеет самостоятельно проводить мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Уметь организовать научно-исследовательские работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не умеет организовать научно-исследовательские работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Умеет самостоятельно организовать научно-исследовательские работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Уметь составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не умеет составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Умеет самостоятельно составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Уметь организовать полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов	Не умеет организовать полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов	Умеет самостоятельно организовать полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов. Допускаются негрубые ошибки.
Уметь использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не умеет использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Умеет самостоятельно использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения. Допускаются негрубые ошибки.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владения

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владеть навыками испытания новых и модифицированных	Не владеет навыками испытания новых и модифицированных	На высоком уровне владеет навыками испытания новых и



композитов строительного и специального назначения	композитов строительного и специального назначения	модифицированных композитов строительного и специального назначения. Допускаются негрубые ошибки.
Владеть навыками организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не владеет навыками организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	На высоком уровне владеет навыками организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Владеть навыками по подготовке мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не владеет навыками по подготовке мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	На высоком уровне владеет навыками по подготовке мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Владеть навыками проведения научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не владеет навыками проведения научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	На высоком уровне владеет навыками проведения научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Владеть навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не владеет навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	На высоком уровне владеет навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Владеть навыками организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов	Не владеет навыками организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов	На высоком уровне владеет навыками организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов. Допускаются негрубые ошибки.
Владеть контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не владеет контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	На высоком уровне владеет контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения. Допускаются негрубые ошибки.

## 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 занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, электронная интерактивная доска Hitachi.
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении»	Комплекс оборудования для получения и исследования образцов композиционных материалов: – испытательный пресс гидравлический ПГМ 100 – предназначен для визуально контролируемого статического испытания образцов строительных материалов; – прибор для измерений теплопроводности материалов ИТП-МГ4 «ЗОНД»; – растворосмеситель лабораторный Matest E095 с подачей песка; – грохот вибрационный Гр 30; – электронные весы Adventurer; – воронка ЛОВ для определения насыпной плотности; – приборы Вика ОГЦ-1; – виброплощадка СМЖ.
3.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий Лаборатория синтеза и исследований высокомолекулярных систем	Комплекс оборудования для синтеза и исследования наносистем и наноматериалов: – реактор Minni-100-05 – лабораторный смеситель Silverson L5m-A; – Рн-метр РН 2006; – спектрофотометр LEKI SS-1207; – аналитические весы АВ-60-01
4.	Центр высоких технологий	Комплекс аналитического оборудования для исследования наносистем и наноматериалов: – сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU; – Фурье-ИК-спектрометр VERTEX 70; – лазерный анализатор размеров частиц ANALYSETTE 22; – рентгенофлуоресцентный спектрометр серии ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дифракции.
5.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
6.	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	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	КонсультантПлюс	Распространяется без ограничений, согласно договору 22-15к от 01.06.2015

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

1. Минько, Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов: учеб. пособие / Н.И. Минько [и др.]. – Москва: Флинта: Наука, 2009. – 162 с.

2. Шабатина Т.И. Нанохимия и наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.И. Шабатина, А.М. Голубев. – М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. – 64 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30893.html>.

3. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидуневич. – Минск: Вышэйшая школа, 2010. – 302 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>.

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. Структурная топология. Метод определения критического размера микро- и наночастиц простых и сложных веществ [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению практ. работ для студентов днев. и заоч. форм обучения / А.Н. Хархардин, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. – 15 с. Режим доступа:

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918063071432700003937>.

7. Артамонова О.В. Синтез наномодифицирующих добавок для технологии строительных композитов [Электронный ресурс]: монография / О.В. Артамонова. Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 100 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59131.html>.

8. Наносистемы в строительном материаловедении [Электронный ресурс]: учеб, пособие / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – 3 изд., стер. – СПб.: Изд-во «Лань» 2017. – 236 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/93008/?demoKey=lab4f83cf58a5a75f5837803d8d40512#1/>.

9. Суздалев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздалев. – М.: КомКнига, 2006 – 589 с.

10. Эффективные строительные конструкции на основе композитов специального назначения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.М. Борисов [и др.]. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 94 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55042.html>.

11. Баженов Ю.М. Структура и свойства бетонов с наномодификаторами на основе техногенных отходов [Электронный ресурс]: монография / Ю.М. Баженов, Л.А. Алимов, В.В. Воронин. – М: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 204 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20037.html>.

12. Дзидзигури Э.Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2012. – 71 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56215.html>.

13. Макридин, Н.И. Структурообразование и конструкционная прочность цементных композитов [Электронный ресурс]: монография / Н.И. Макридин, Е.В. Королев, И.Н. Максимова. Москва: МИСИ – МГСУ, 2013. – 152 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73614>.

14. Нанотехнологии в электронике /под ред. Ю.А.Чаплыгина. – М.: Техносфера, 2005 – 446 с. 7. Ратнер М. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи / М. Ратнер, Д. Ратнер. – М.: Вильямс, 2004. – 234 с.

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

1. <http://www.nanonewsnet.ru>
2. <http://thesaurus.rusnano.com>
3. <http://www.nanorf.ru>
4. <http://www.nanoru.ru>

