

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор инженерно-строительного  
института

Уваров В.А.

« 06 » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Наносистемы в строительном материаловедении**

Направление подготовки:

**08.03.01 Строительство**

Направленность программы (профиль):

**Экспертиза и технологии перспективных материалов**

Квалификация

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**



Институт: **инженерно-строительный**

Кафедра **материаловедения и технологии материалов**

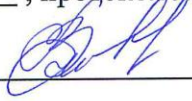
Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утвержденного приказом Минобрнауки России от 31 мая 2017 г. № 481;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  В.В. Нелюбова  
к.т.н.  Д.Д. Нецвет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов «17» марта 2021 г., протокол № 3

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

«17» марта 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«25» марта 2021 г., протокол № 8

Председатель к.т.н., доц.  А.Ю. Феокистов

# 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
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе с применением методов компьютерного проектирования и моделирования	ПК-2.1 Анализирует состав и структуру материалов	<p><b>Знать:</b> методики анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения исследований (DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСSCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);</p> <p><b>Уметь:</b> проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых инструментов; (DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСSCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материалов (DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСSCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов)</p>
		ПК-2.2 Использует математическое моделирование при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов	<p><b>Знать:</b> алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов;</p> <p><b>Уметь:</b> проводить лабораторные операции;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками обработки полученных результатов в специализированных программах</p>

		(MS Office, Sigma Plot)
	ПК-2.3 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их технологическими и эксплуатационными свойствами	<b>Знать:</b> взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов; <b>Уметь:</b> моделировать состав, структуру и свойства материалов; <b>Владеть:</b> навыками подбора состава и структуры материала, исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств
	ПК-2.4 Формулирует требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования	<b>Знать:</b> требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; <b>Уметь:</b> формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования; <b>Владеть:</b> навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-2** Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе с применением методов компьютерного проектирования и моделирования

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Поверхностные явления и дисперсные системы
2	Термодинамические основы механохимии наносистем
3	Производственная исполнительская практика
4	Основы технологий наноматериалов
5	Композиционные вяжущие вещества для перспективных материалов
6	Перспективные материалы со специальными свойствами
7	Композиционные материалы для эксплуатации в экстремальных условиях
8	Модификаторы для строительных композитов
9	Технологии современных бетонов и изделий
10	Защитные покрытия для бетонов
11	Долговечность строительных материалов и изделий
12	Основы физико-химической механики строительных композитов
13	Бережливое производство
14	Технологии лакокрасочных материалов
15	Физико-химические основы прочности материалов
16	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 5 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>56</b>	<b>56</b>
Лекции	34	34
Лабораторные	17	17
Практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>1</sup>	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>88</b>	<b>88</b>
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	34	34
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	<p><b>1. Материаловедение микро- и наносистем</b> Классификация материалов по техническому назначению и функциональным свойствам: конструкционные, функционально-активные, адаптивные материалы, проводники, полупроводники, сверхпроводники, диэлектрики. Структурная иерархия материалов.</p> <p>Атомы, молекулы, ассоциаты, кластеры, клатраты, супрамолекулярные образования, агрегаты, наночастицы, организованные слои, нанокompозиты, композиционные наноструктуры, наноструктурированные материалы, твердое тело.</p> <p>Размерные эффекты в нанообъектах и принципиально новые кооперативные явления в наносистемах.</p>	4			2
2	<p><b>2. Зародышеобразование. Кластерообразование. Формирование твердотельных нанокластеров</b> Твердотельные химические реакции. Механохимические превращения. Ударно-волновой синтез. Наноструктурирование под действием давления со сдвигом. Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур. Компактирование (консолидация) нанокластеров.</p>	4			2
3	<p><b>Основные наносистемы и наноструктуры</b> Коллоидные наносистемы. Формирование коллоидных наносистем.</p> <p>Оптические и электронные свойства коллоидных кластеров.</p> <p>Фуллериты и углеродные нанотрубки. Твердотельные наноструктуры. Структурные особенности твердотельных наноструктур. Механические и тепловые свойства нанокластеров и наноструктур. Тонкие пленки. Матричные и супрамолекулярные наноструктуры.</p>	4		4	6
4	<p><b>Оптические и электронные свойства наносистем</b> Оптические свойства наносистем. Наносистемы на</p>	4		4	6

	основе металлических нанокластеров. Наносистемы на основе полупроводниковых кластеров. Фононные нанокристаллы и пористый кремний. Полупроводниковые наноструктуры и наноустройства. Электропроводимость наноструктур. Электропроводимость трехмерных, двумерных и одномерных наноструктур. Электропроводящие устройства. Интеграции наноструктур в электронные устройства.				
5	<b>Магнитные свойства наноструктур</b> Суперпарамагнетизм. Намагниченность и квантовое магнитное туннелирование. Гигантское магнетосопротивление. Магнитные фазовые переходы. Наносистемы с изолированными кластерами.	4		2	4
6	<b>Размерные эффекты и фазовые переходы в наноструктурах</b> Условия фазового и химического равновесия. Правило фаз Гиббса. Структурные и фазовые переходы в наноструктурах. Влияние размера зерен и границ раздела на свойства наноматериалов.	4			2
7	<b>Назначение и области применения наноматериалов</b> Основы классификации наноматериалов. Области применения наноматериалов. Конструкционные наноматериалы. Функциональные наноматериалы. Специальные наноматериалы. Наноструктурированные композиционные материалы. Технология полупроводниковых наноматериалов. Технология полимерных наноматериалов. Технология трубчатых наноматериалов. Технология пористых наноматериалов.	10		7	12
<b>ВСЕГО</b>		34		17	34

#### 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 №6				
1	3. Основные наносистемы и наноструктуры	Свойства нанокристаллических материалов. Методы определения микроструктуры нанокристаллических материалов	4	4
2	4. Оптические и электронные свойства наносистем	Анализ электрических свойств наноматериалов	2	2



3	4. Оптические и электронные свойства наносистем	Оптические свойства наноконпонентов	2	2
4	5. Магнитные свойства наноструктур	Изучение магнитных свойств наноструктурированных материалов	2	2
	7. Назначение и области применения наноматериалов	Наноконпозиты на основе керамик. Наноконпозиты на основе металлов	3	3
	7. Назначение и области применения наноматериалов	Исследование характеристик и свойств наноструктурированных материалов	4	4
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	

#### **4.4. Содержание курсового проекта/работы**

Учебным планом не предусмотрено.

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

На выполнение РГЗ предусмотрено 18 часов самостоятельной работы. Конкретизация тематик осуществляется с учетом специфики научной работы студента.

Целью РГЗ является знакомство с применением наносистем и наноматериалов в строительном материаловедении.

РГЗ включает:

1) литературный обзор по теме исследовательской работы студента с основными проблемами, связанными с производством и контролем качества выбранного наноматериала;

2) описание основных нормативных и авторских методик испытаний выбранного наноматериала;

3) результаты испытаний выбранного наноструктурированного материала и их анализ;

4) выводы;

5) список литературы.

Объем РГЗ составляет 20–25 страниц.

Защита РГЗ проходит в виде доклада с ответами на вопросы.

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

### 5.1. Реализация компетенций

#### 1 Компетенция ПК–2

Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и экологических последствий их применения, в том числе с применением методов компьютерного проектирования и моделирования

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Анализирует состав и структуру материалов	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен
ПК-2.2 Использует математическое моделирование при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен
ПК-2.3 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их технологическими и эксплуатационными свойствами	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен
ПК-2.4 Формулирует требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1 Материаловедение микро- и наносистем	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Классификация материалов по техническому назначению и функциональным свойствам: конструкционные, функционально-активные, адаптивные материалы, проводники, полупроводники, сверхпроводники, диэлектрики.</li><li>2. Структурная иерархия материалов.</li><li>3. Размерные эффекты в нанообъектах и принципиально новые кооперативные явления в наносистемах.</li><li>4. Микро- и наноэлектромеханические системы.</li><li>5. Атомы, молекулы, ассоциаты, кластеры, клатраты,</li><li>6. Супрамолекулярные образования, агрегаты, наночастицы, организованные слои.</li><li>7. Нанокompозиты, композиционные наноструктуры, наноструктурированные материалы, твердое тело.</li></ol>

<p>2 Зародышеобразование. Кластерообразование. Формирование твердотельных нанокластеров</p>	<p>8.Элементарные процессы зародышеобразования. Механизмы зародышеобразования. 9. Рост новой фазы. Теории роста на атомно гладкой поверхности. 10. Формирование твердотельных нанокластеров. Методы получения наноструктур из нанокластеров. 11. Формирование фрактальных наноструктур. Структурные особенности твердотельных наноструктур. 12. Дефекты и напряжения в наноструктурах. Структурные фазовые переходы в наноструктурах. 13. Твердотельные химические реакции. Ударно-волновой синтез. 14. Механохимические превращения. 15.Наноструктурирование под действием давления со сдвигом. Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур. 16.Компактирование (консолидация) нанокластеров.</p>
<p>3 Основные наносистемы и наноструктуры</p>	<p>17.Коллоидные наносистемы. Тонкие пленки. 18. Матричные и супрамолекулярные наноструктуры. Формирование коллоидных наносистем. 19. Оптические и электронные свойства коллоидных кластеров. 20.Фуллериты и углеродные нанотрубки. 21. Твердотельные наноструктуры. 22.Механические и тепловые свойства нанокластеров и наноструктур.</p>
<p>4 Оптические и электронные свойства наносистем</p>	<p>23. Оптические свойства наносистем. 24. Наносистемы на основе металлических нанокластеров. 25. Наносистемы на основе полупроводниковых кластеров. 26. Полупроводниковые наноструктуры и наноустройства. 27. Электропроводимость наноструктур. Электропроводимость трехмерных, двумерных и одномерных наноструктур. 28. Электропроводящие устройства. Интеграции наноструктур в электронные устройства.</p>
<p>5 Магнитные свойства наноструктур</p>	<p>29.Суперпарамагнетизм. Намагниченность и квантовое магнитное туннелирование. 30. Гигантское магнетосопротивление. Магнитные фазовые переходы. 31. Наносистемы с изолированными кластерами.</p>
<p>6 Размерные эффекты и фазовые переходы в наноструктурах</p>	<p>32. Условия фазового и химического равновесия. Правило фаз Гиббса. 33. Структурные и фазовые переходы в наноструктурах. 34. Влияние размера зерен и границ раздела на свойства наноматериалов.</p>
<p>7 Назначение и области применения наноматериалов</p>	<p>35. Основы классификации наноматериалов. Области применения наноматериалов. 36. Технология полупроводниковых наноматериалов. 37. Технология полимерных наноматериалов. 38. Технология трубчатых наноматериалов. 39. Технология пористых наноматериалов. 40. Наноматериалы со специальными физическими и физико-химическими свойствами. Наноструктурированные композиционные материалы.</p>

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

Учебным планом не предусмотрено.

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

#### Лабораторные работы

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Свойства нанокристаллических материалов. Методы определения микроструктуры нанокристаллических материалов	1) Что такое микроструктура? 2) Устройство растрового электронного микроскопа (РЭМ). 3) Условия подготовки проб для съемки на РЭМ?
2.	Анализ электрических свойств наноматериалов	1) Особенности перехода «снизу–вверх» и «сверху–вниз» 2) Создание трехмерной проводящей наноструктуры 3) Для чего и как разрабатываются материалы с высокой электропроводностью и прочностью?
3.	Оптические свойства наноконструктов	1) Эффект «суперпризмы» 2) Какими зонами определяются оптические свойства наноматериалов?
4.	Изучение магнитных свойств наноструктурированных материалов	1) Суперпарамагнетизм 2) Магнитное квантовое туннелирование 3) Нанокристаллические ферромагнетики 4) Назовите основные области применения магнитных наноматериалов.
5.	Наноконструкты на основе керамик. Наноконструкты на основе металлов	1) От чего зависят свойства конечного наноконструкционного материала? 2) Материалы с сетчатой структурой 3) Заполнение электронных уровней в металле и полупроводнике
6.	Исследование характеристик и свойств наноструктурированных материалов	1) Твердость наноматериалов. Прочность и пластичность наноматериалов 2) Сравните механические свойства обычного и наноструктурного никеля: предел прочности, модуль упругости, относительное удлинение. 3) Механизмы деформации, особенности механических свойств наноматериалов

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

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание методик анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения исследований (DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов); Знание алгоритма выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов; Знание взаимосвязи состава, структуры и свойств материалов; Знание требований к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования;
Умения	Умение проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых инструментов; (DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов); Умение проводить лабораторные операции; Умение моделировать состав, структуру и свойства материалов; Умение формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;
Владения	Владение навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материалов (DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов); Владение навыками обработки полученных результатов в специализированных программах (MS Office, Sigma Plot) Владение навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств Владение навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования

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 методик анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения исследований (DifWin – программа	<b>Не знает</b> методики анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения исследований (DifWin – программа	<b>Знает</b> методики анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения исследований (DifWin – программа	<b>Знает</b> методики анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения исследований (DifWin – программа	<b>Знает и самостоятельно формулирует</b> методики анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения

обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСSCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСSCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСSCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов), но допускает ошибки	обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСSCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов), но путается в формулировках	исследований (DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСSCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);
Знание алгоритма выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов;	<b>Не знает</b> алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов;	<b>Знать:</b> алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов, но допускает ошибки	<b>Знает</b> алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов, но путается в формулировках	<b>Знает и самостоятельно формулирует</b> алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов;
Знание взаимосвязи состава, структуры и свойств материалов;	<b>Не знает</b> взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов;	<b>Знать:</b> взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов, но допускает ошибки	<b>Знает</b> взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов, но путается в формулировках	<b>Знает и самостоятельно формулирует</b> взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов;
Знание требований к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования;	<b>Не знает</b> требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования;	<b>Знать:</b> требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования, но допускает ошибки	<b>Знает</b> требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования, но путается в формулировках	<b>Знает и самостоятельно формулирует</b> требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования;

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых инструментов; (DifWin – программа	<b>Не умеет</b> проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых инструментов; (DifWin – программа	<b>Умеет с посторонней помощью</b> проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых	<b>Умеет с незначительными ошибками</b> проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых	<b>Умеет самостоятельно</b> проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых инструментов;

обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	инструментов; (DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	инструментов; (DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	(DifWin – программа обработки дифракционного профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);
Умение проводить лабораторные операции;	<b>Не умеет</b> проводить лабораторные операции;	<b>Умеет с посторонней помощью</b> проводить лабораторные операции;	<b>Умеет с незначительными ошибками</b> проводить лабораторные операции;	<b>Умеет самостоятельно</b> проводить лабораторные операции;
Умение моделировать состав, структуру и свойства материалов;	<b>Не умеет</b> моделировать состав, структуру и свойства материалов;	<b>Умеет с посторонней помощью</b> моделировать состав, структуру и свойства материалов;	<b>Умеет с незначительными ошибками</b> моделировать состав, структуру и свойства материалов;	<b>Умеет самостоятельно</b> моделировать состав, структуру и свойства материалов;
Умение формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;	<b>Не умеет</b> формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;	<b>Умеет с посторонней помощью</b> формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;	<b>Умеет с незначительными ошибками</b> формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;	<b>Умеет самостоятельно</b> формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материалов (DifWin – программа обработки дифракционного профиля;	<b>Не владеет</b> навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материалов (DifWin – программа обработки дифракционного	<b>Плохо владеет</b> навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материалов (DifWin – программа обработки дифракционного	<b>Владеет</b> навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материалов (DifWin – программа обработки дифракционного	<b>Владеет в полном объеме:</b> навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материалов (DifWin – программа обработки дифракционного

Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов), но допускает неточности;	профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TЕСCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);
Владение навыками обработки полученных результатов в специализированных программах (MS Office, Sigma Plot)	<b>Не владеет</b> навыками обработки полученных результатов в специализированных программах (MS Office, Sigma Plot)	<b>Плохо владеет</b> навыками обработки полученных результатов в специализированных программах (MS Office, Sigma Plot)	<b>Владеет</b> навыками обработки полученных результатов в специализированных программах (MS Office, Sigma Plot), но допускает неточности;	<b>Владеет в полном объеме</b> навыками обработки полученных результатов в специализированных программах (MS Office, Sigma Plot)
Владение навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств	<b>Не владеет</b> навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств	<b>Плохо владеет</b> навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств	<b>Владеет</b> навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств, но допускает неточности;	<b>Владеет в полном объеме</b> навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств
Владение навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования	<b>Не владеет</b> навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования	<b>Плохо владеет</b> навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования	<b>Владеет</b> навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования, но допускает неточности	<b>Владеет в полном объеме</b> навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования



## 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 УКЗ, №103	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2.	Учебная аудитория УКЗ, №026 Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении»	Комплекс оборудования для получения образцов материалов.  Шаровая мельница РМШ-200, объем 200 л, Валковая мельница с барабанами на 2, 4 и 6 литров. Набор форм-балочек 4*4*16 см Виброплощадка СМЖ Верхнеприводное перемешивающее устройство ПЭ-8300 Электронные весы Adventurer. Грохот вибрационный Гр 30. Предназначен для сухого отсева в непрерывном режиме сыпучих материалов на ряд фракций по различным классам крупности частиц Испытательный пресс гидравлический ПГМ 100 - предназначен для визуального контролируемого статического испытания образцов строительных материалов Растворосмеситель лабораторный Matest E095 с подачей песка. Электронные весы Adventurer.
3.	Учебная аудитория УКЗ, №027 Лаборатория синтеза и исследований высокомолекулярных систем	Комплекс оборудования для синтеза наносистем и наноматериалов.  Реактор Minni-100-05 Аналитические весы АВ-60-01. Центрифуга лабораторная Liston C2205 Спектрофотометр LEKI SS-1207 – для качественного и количественного анализа частиц размером 100-1000нм по оптической плотности коллоидных растворов. Перемешивающее устройство с подогревом Loip LS-110
4.	Центр высоких технологий	комплекс аналитического оборудования для исследования наносистем и наноматериалов  Лазерный анализатор размеров частиц ANALYSETTE 22 Сканирующий электронный микроскоп

		высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU Рентгенофлуоресцентный спектрометр серии ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дефракции Фурье-ИК-спектрометр VERTEX 70
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	Программное обеспечение для расшифровки результатов съемки образцов для рентгено-фазового анализа «DIFWIN 1» или аналог	Локальная сеть БГТУ им. В.Г. Шухова
7	Программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF – Crystallographica Search-Match	Локальная сеть БГТУ им. В.Г. Шухова
8	Программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов	Доступ в лаборатории растровой электронной микроскопии ЦВТ БГТУ им. В.Г. Шухова
9	Sigma Plot или аналог	Локальная сеть БГТУ им. В.Г. Шухова

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

1. Строкова В.В., Жерновский И.В., Череватова А.В. Наносистемы в строительном материаловедении. Учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 205 с.
2. Заводинский В.Г. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. 176 с.
3. Сергеев Н.А. Физика наносистем. Монография. Москва: Логос, 2015. 192 с.
4. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. Учебное пособие. 4-е изд. Москва: Изд-во Юрайт, 2012. 701 с.
5. Дворкин Л.И. Строительное материаловедение [Электронный ресурс]. Учебное пособие. Москва: Инфра-Инженерия, 2013. 832 с.
6. Гарькина И.А. Системный анализ, теории идентификации и управления в строительном материаловедении. Монография. Москва: Палеотип, 2008. 240 с.
7. Буслаева Е.М. Материаловедение [Электронный ресурс]. Учебное пособие. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012. 148 с.
8. Алексеев В.С. Материаловедение [Электронный ресурс]. Учебное пособие. Саратов: Научная книга, 2012. 159 с.
9. Дворкин Л.И. Справочник по строительному материаловедению. Учебно-практическое пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2013. 472 с.
10. Дрозд М.И. Основы материаловедения [Электронный ресурс]. Учебное пособие. Минск: Вышэйшая школа, 2011. 431 с.
11. Солнцев Ю.П. Материаловедение. Учебник для вузов. СПб: ХИМИЗДАТ, 2014. 784 с.
12. Колесов С.Н., Колесов И.С. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2007. 535 с.
13. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Учебное пособие. 4-е изд., стер. М.: Омега-Л, 2008. 751 с.
14. Белов В.В., Петропавловская В.Б. Краткий курс материаловедения и технологии конструкционных материалов для строительства. Учебное пособие для студентов вузов. М.: Изд-во АСВ, 2011. 215 с.
15. Гарькина И.А. Системный анализ, теории идентификации и управления в строительном материаловедении. Монография. Москва: Палеотип, 2008. 240 с.
16. Минько Н.И., Строкова В.В., Жерновский И.В., Нарцев В.М. Методы получения и свойства нанообъектов. Учебное пособие. М.: Флинта: Наука, 2009. 162 с.
17. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. 2-е, испр. М.: Физматлит, 2007. 414 с.
18. Микульский В.Г. и др. Строительные материалы. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов вузов. ред.: В.Г. Микульский, Г.П. Сахаров. М.: Изд-во АСВ, 2011. 520 с.
19. Суздалев И.П. Нанотехнологии. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006. 589 с.

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

1. Электронно-библиотечная система «Лань». – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Вшивков С.А. Фазовые и структурные переходы жидкокристаллических наносистем [Электронный ресурс]. Москва: Лань, 2012. 110 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4038](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4038).
4. Давыдов С.Ю., Лебедев А.А., Посредник О.В. Элементарное введение в теорию наносистем [Электронный ресурс]. Москва: Лань, 2014. 192 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=44757](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44757).
5. Алексеев Г.В., Бриденко И.И., Вологжанина С.А. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» [Электронный ресурс]. Учебное пособие. М.: Лань, 2013. 208 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=47615](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47615).
6. Сапунов С.В. Материаловедение [Электронный ресурс]. М.: Лань, 2015. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=56171](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56171).
7. Рыжков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы [Электронный ресурс]. 2-е изд. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010. 365 с. Режим доступа: <http://padaread.com/?book=58171&pg=1>.
8. Худокормова Р.Н. Материаловедение. Практикум [Электронный ресурс]. М.: Новое знание, 2014. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64756](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64756).
9. Электронные образовательные ресурсы библиотеки БГТУ: 1. <http://www.DWG.ru>; <http://www.vashdom.ru/norms.htm>; <http://ntb.bstu.ru/resource>; <http://www.stroyoffis.ru>