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» апреля 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. 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
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	**Знать:** 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 TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов); **Уметь**: 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); **Владеть:** навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материлов (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)
		ПК-2.2 Использует математическое моделирование при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов	**Знать:** алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов; **Уметь**: проводить лабораторные операции; **Владеть:** навыками обработки полученных результатов в специализированных программах

			(MS Office, Sigma Plot)
		ПК-2.3 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их технологическими и эксплуатационными свойствами	**Знать:** взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов; **Уметь**: моделировать состав, структуру и свойства материалов; **Владеть:** 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	**Знать:** требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования; **Уметь**: формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования; **Владеть:** 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
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	**56**	**56**
Лекции	34	34
Лабораторные	17	17
Практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации[1]	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	**88**	**88**
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	1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НАНОМАТЕРИАЛАХ И НАНОТЕХНОЛОГИЯХ 1.1. Общие сведения о наноразмерном состоянии вещества 1.2. Области использования нанотехнологий 1.3. Направления применения нанотехнологий при создании строительных композиционных материалов	4			2
2	2. ОСОБЕННОСТИ НАНОСТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ 2.1. Общие понятия о дисперсных и консолидированных наноматериалах 2.2. Принципы размерной и структурной классификации 2.3. Образование ультрадисперсных систем 2.3.1. Диспергационные методы получения наносистем 2.3.2. Конденсационные методы получения наносистем	4			2
3	3. НАНОСИСТЕМЫ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ 3.1.Эволюция подходов к выбору сырья для промышленности строительных материалов с учетом степени дисперсности его компонентов 3.2. Дискретность минерального мира и размерность минеральных индивидов 3.3. Разнообразие наноминералогических объектов, нанодисперсные и наноструктурированные минеральные образования 3.4. Образование минеральных наносистем в различных геологических процессах 3.4.1.Минеральные наносистемы эндогенных процессов минералообразования 3.4.2. Наноразмерные минеральные образования интрузивных и эффузивных магматических пород 3.4.3. Минеральные наносистемы метаморфических пород 3.4.4. Экзогенные факторы нано- и микродисперсного минералообразования 3.5. Основные разновидности наноструктурированного	6		4	7

	силикатного минерального сырья 3.6. Расширение ресурсной базы нанодисперсного и наноструктурированного сырья промышленности строительных материалов				
4	4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОСИСТЕМ 4.1. Колебательная спектроскопия 4.2. Метод ядерного магнитного резонанса 4.3. Методы сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии 4.5. Просвечивающая и растровая электронная микроскопия 4.5. Рентгеновские дифракционные методы	4		5	7
5	5. НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ 5.1. Полифункциональность наносистем в композиционных материалах 5.2. Закон створа И.А. Рыбьева и размерный фактор 5.3. Понятие наноструктурированного вяжущего	4		2	4
6	6. НАНОСИСТЕМЫ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫХ ВЯЖУЩИХ	4		2	4
7	7. НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЕ ВЯЖУЩЕЕ 7.1. Общие сведения 7.2. Размерные параметры наносистем в НВ 7.3. Области применения наноструктурированных вяжущих	4		2	4
8	8. ГЕОПОЛИМЕРНЫЕ ВЯЖУЩИЕ	4		2	4
ВСЕГО		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	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Наносистемы минерального сырья	Получение механоактивированных нанодисперсных систем различными способами	4	4
2	Методы исследования наносистем	Визуализация нанообъектов при помощи сканирующего зондового микроскопа	5	5
3	Наноструктурированные композиционные материалы	Изучение микроструктурных и морфологических характеристик композиционных материалов	2	2
4	Наносистемы портландцементных вяжущих	Изучение влияния добавки наномодифицирующих компонентов на характеристики цементных систем	2	2

5	Наноструктурированное вяжущее	Влияние параметров получения наноструктурированнго вяжущего на свойства конечного продукта	2	2
6	Геополимерные вяжущие	Изучение технологии получения и характеристик геополимерных вяжущих	2	2
		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, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-2.2 Использует математическое моделирование при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен решение, практических задач, тестовый контроль
ПК-2.3 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их технологическими и эксплуатационными свойствами	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
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, решение практических задач, тестовый контроль

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

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

Экзамен проводится в форме письменного ответа на вопросы билета с последующим собеседованием по тематике вопросов. Вопросы охватывают весь пройденный материал. Студент письменно отвечает на 2 вопроса в билете и устно рассказывает преподавателю основную информацию по тематике вопросов. По окончании ответа преподаватель может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам изучаемого курса.

Наименование раздела дисциплины	Код компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1. Общие сведения о наноматериалах и нанотехнологиях	ПК-2.3	1) Общие сведения о наноразмерном состоянии вещества 2) Области использования нанотехнологий 3) Направления применения нанотехнологий при создании строительных композиционных материалов
2. Особенности наноструктуры материалов	ПК-2.2	4) Общие понятия о дисперсных и консолидированных наноматериалах 5) Принципы размерной и структурной классификации 6) Образование ультрадисперсных систем 7) Диспергационные методы получения наносистем 8) Конденсационные методы получения наносистем
3. Наносистемы минерального сырья	ПК-2.1	9) Эволюция подходов к выбору сырья для промышленности строительных материалов с учетом степени дисперсности его компонентов 10) Дискретность минерального мира и размерность минеральных индивидов 11) Разнообразие наноминералогических объектов, нанодисперсные и наноструктурированные минеральные образования 12) Образование минеральных наносистем в различных геологических процессах 13) Минеральные наносистемы эндогенных процессов минералообразования 15) Наноразмерные минеральные образования интрузивных и эффузивных магматических пород 16) Минеральные наносистемы метаморфических пород 17) Экзогенные факторы нано- и микродисперсного минералообразования 18) Основные разновидности наноструктурированного силикатного минерального сырья 19) Расширение ресурсной базы нанодисперсного и наноструктурированного сырья промышленности строительных материалов
4. Методы исследования наносистем	ПК-2.2	20) Колебательная спектроскопия 21) Метод ядерного магнитного резонанса 22) Методы сканирующей туннельной и атомно-силовой микроскопии 23) Просвечивающая и растровая электронная микроскопия 24) Рентгеновские дифракционные методы

5. Наноструктурированные композиционные материалы	ПК-2.4	25) Полифункциональность наносистем в композиционных материалах 26) Закон створа И.А. Рыбьева и размерный фактор 27) Понятие наноструктурированного вяжущего
6. Наносистемы портландцементных вяжущих	ПК-2.4	28) Формирование наноструктурного уровня в цементных системах 29) Механизмы взаимодействия цементной матрицы с углеродными волокнами 30) Полифункциональные наномодификаторы 31) Воздействие наночастиц на микроструктуру и свойства цементных систем
7. Наноструктурированное вяжущее	ПК-2.4	32) Общие сведения о наноструктурированных вяжущих 33) Размерные параметры наносистем в НВ 34) Области применения наноструктурированных вяжущих 35) Сырьевые материалы для производства наноструктурированных вяжущих 36) Особенности фазо- и структурообразования в наноструктурированных вяжущих
8. Геополимерные вяжущие	ПК-2.4	37) Особенности, характеристики и свойства геополимерных вяжущих 38) Технология производства геополимерных вяжущих 39) Сырьевые материалы для производства геополимерных вяжущих 40) Особенности фазо- и структурообразования в геополимерных вяжущих

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

Учебным планом не предусмотрено.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты 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

№ п/п	Тема лабораторного занятия	Код компетенции	Контрольные вопросы
1	Получение механоактивированных нанодисперсных систем различными способами	ПК-2.3	1) Дайте определение понятию механоактивация 2) Назовите основные применяемые способы диспергации. 3) Какие условия можно регулировать для оптимизации процесса механоактивации?
2	Визуализация нанообъектов при помощи сканирующего зондового микроскопа	ПК-2.2	1) Особенности процесса съемки при режиме СТМ 2) Особенности процесса съемки при режиме АСМ 3) Опишите методы съемки при режиме СТМ
3	Изучение микроструктурных и морфологических характеристик композиционных материалов	ПК-2	1) Какие материалы относят к композиционным? 2) Какими методами исследуются микроструктурные и морфологические характеристики материалов? 3) Какие факторы определяют морфологические характеристики материалов?
4	Изучение влияния добавки наномодифицирующих компонентов на характеристики цементных систем	ПК-2	1) Какие компоненты относят к наномодифицирующим? 2) С какой целью в систему вводятся наномодифицирующие компоненты? 3) По каким критериям определяется оптимальная дозировка наномодифицирующих компонентов в системе?
5	Влияние параметров получения наноструктурированного вяжущего на свойства конечного продукта	ПК-2	1) Какие параметры регулируют при получении наноструктурированного вяжущего? 2) Какие характеристики контролируются регулируют при получении наноструктурированного

			вяжущего? 3) Что можно считать завершением процесса получения наноструктурированного вяжущего
6	Изучение технологии получения и характеристик геополимерных вяжущих	ПК-2	1) Какие вяжущие относят к геополимерным? 2) Какие достоинства и недостатки отмечаются у геополимерных вяжущих? 3) Основные технологические переделы при производстве геополимерных вяжущих

Примеры заданий для лабораторных работ

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

Изучение влияния добавки наномодифицирующих компонентов на характеристики цементных систем

Задание 1. Провести исследование составов вяжущего с наномодифицирующей добавкой в различных концентрациях.

Построить графики зависимости показателей нормальной густоты, сроков схватывания и прочности от дозировки добавки.

По полученным графикам дать анализ влияния наномодифицирующей добавки на характеристики системы вяжущего. Определить оптимальную дозировку добавки.

На выполнение работы отводится 2 часа

Примеры типовых практических задач

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

ПК-2.1 Анализирует состав и структуру материалов

Задача 1. Сопоставьте материал с числом измерений с нанометровым масштабом?

Материал	Число измерений с нанометровым масштабом
1) Фуллерен	А) один
2) Нанотрубка	Б) два
3) Нанопленка	В) три
4) Нановолокно	
5) Нанопокрытие	
6) Нанокристалл	
7) Нанопорошок	

ПК-2.2 Использует математическое моделирование при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов

Задача 2. Рассчитайте влажность материала если известно, что начальная масса m_1=156 г, масса после сушки m_2=123 г.

ПК-2.3 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их технологическими и эксплуатационными свойствами

Задача 3. Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц сферической формы. Средний радиус частиц первого материала – 200 нм, а второго – 50 нм. Какой из двух материалов имеет большую удельную поверхность и во сколько раз?

ПК-2.4 Формулирует требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования

Задача 4. Что такое эффект лотоса и как он связан с явлением смачивания и адгезии. Предложите варианты контроля смачиваемости и несмачиваемости (гидрофильности и гидрофобности) материалов различного состава (бетоны, стекло).

Примеры тестовых заданий

ПК-2.1 Анализирует состав и структуру материалов

1) Фуллерен состоит из атомов:

А. кислорода

Б. водорода

В. углерода

2) Графен – это
А. столовый прибор
Б. углеродный наноматериал
В. разновидность наноробота

ПК-2.2 Использует математическое моделирование при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов

3) Как меняется вклад межфазной области в общие свойства объекта при уменьшении его размера?
А. при уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта уменьшается
Б. при уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта увеличивается
В. при уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через максимум при 100 нм;
Г. при уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через минимум при 100 нм.

ПК-2.3 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их технологическими и эксплуатационными свойствами

4) Что такое способ получения наночастиц «сверху-вниз»?
А. объединяя отдельные атомы, получают наночастицу
Б. исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными
В. из исходного материала отсекая ненужное, выделяют наночастицу

5) Что такое способ получения наночастиц «снизу-вверх»?
А. исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными
Б. из исходного материала исключают ненужное до получения наночастиц
В. наночастицы получают, объединяя отдельные атомы

ПК-2.4 Формулирует требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования

6) Наночастицы какого металла эффективно борются с бактериями и вирусами?
А. железа
Б. серебра
В. алюминия

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 материлов (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	**Не знает** методики анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения исследований (DifWin – программа	**Знает** методики анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения исследований (DifWin – программа	**Знает** методики анализа состава и структуры материалов и цифровые инструменты для проведения исследований (DifWin – программа	**Знает и самостоятельно формулирует** 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 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);	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), но допускает ошибки	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), 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 TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);
Знание алгоритма выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов;	**Не знает** алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов;	**Знать:** алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов, но допускает ошибки	**Знает** алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов, но путается в формулировках	**Знает и самостоятельно формулирует** алгоритм выполнения действий при математическом моделировании при проектировании составов и оценке физико-механических свойств материалов;
Знание взаимосвязи состава, структуры и свойств материалов;	**Не знает** взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов;	**Знать:** взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов, но допускает ошибки	**Знает** взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов, но путается в формулировках	**Знает и самостоятельно формулирует** взаимосвязь состава, структуры и свойств материалов;
Знание требований к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования;	**Не знает** требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования;	**Знать:** требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования, но допускает ошибки	**Знает** требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов с учетом условий их использования, но путается в формулировках	**Знает и самостоятельно формулирует** 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	**Не умеет** проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых инструментов; (DifWin – программа	**Умеет с посторонней помощью** проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых	**Умеет с незначительными ошибками** проводить анализ состава и структуры материалов с применением современных цифровых	**Умеет самостоятельно** 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;	**Не умеет** проводить лабораторные операции;	**Умеет с посторонней помощью** проводить лабораторные операции;	**Умеет с незначительными ошибками** проводить лабораторные операции;	**Умеет самостоятельно** проводить лабораторные операции;
Умение моделировать состав, структуру и свойства материалов;	**Не умеет** моделировать состав, структуру и свойства материалов;	**Умеет с посторонней помощью** моделировать состав, структуру и свойства материалов;	**Умеет с незначительными ошибками** моделировать состав, структуру и свойства материалов;	**Умеет самостоятельно** моделировать состав, структуру и свойства материалов;
Умение формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;	**Не умеет** формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;	**Умеет с посторонней помощью** формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;	**Умеет с незначительными ошибками** формулировать требования к физико-механическим и технико-эксплуатационным свойствам материалов на основе анализа условий их использования;	**Умеет самостоятельно** 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 материлов (DifWin – программа обработки дифракционного профиля;	**Не владеет** навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материлов (DifWin – программа обработки дифракционного	**Плохо владеет** навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материлов (DifWin – программа обработки дифракционного	**Владеет** навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материлов (DifWin – программа обработки дифракционного профиля;	**Владеет в полном объеме:** навыками применения современных цифровых инструментов в методиках проведения анализа состава и структуры материлов (DifWin – программа обработки дифракционного

Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	профиля; Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);	Crystallographica Search-Match – программа для проведения дифракционного анализа материалов на основе баз данных PDF, программное обеспечение TESCAN 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 TESCAN Essence для исследования структурных характеристик материалов);
Владение навыками обработки полученных результатов в специализированных программах (MS Office, Sigma Plot)	**Не владеет** навыками обработки полученных результатов в специализированных программах (MS Office, Sigma Plot)	**Плохо владеет** навыками обработки полученных результатов в специализированны х программах (MS Office, Sigma Plot)	**Владеет** навыками обработки полученных результатов в специализированны х программах (MS Office, Sigma Plot), но допускает неточности;	**Владеет в полном объеме** навыками обработки полученных результатов в специализированны х программах (MS Office, Sigma Plot)
Владение навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств	**Не владеет** навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств	**Плохо владеет** навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств	**Владеет** навыками подбора состава и структуры материала исходя из заданных технологических и эксплуатационных свойств, но допускает неточности;	**Владеет в полном объеме** 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	**Не владеет** навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования	**Плохо владеет** навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования	**Владеет** навыками подбора материалов с необходимыми физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами на основе анализа условий их использования, но допускает неточности	**Владеет в полном объеме** 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	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2.	Учебная аудитория 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 рассева в непрерывном режиме сыпучих материалов на ряд фракций по различным классам крупности частиц ЁИспытательный пресс гидравлический ПГМ 100 - предназначен для визуально контролируемого статического испытания образцов строительных материалов Растворосмеситель лабораторный Matest E095 с подачей песка. Электронные весы Adventurer.
3.	Учебная аудитория Лаборатория синтеза и исследований высокомолекулярных систем	Комплекс оборудования для синтеза наносистем и наноматериалов. Реактор Minni-100-05 Аналитические весы AB-60-01. Центрифуга лабораторная Liston C2205 Спектрофотометр LEKI SS-1207 – для качественного и количественного анализа частиц размером 100-1000нм по оптической плотности коллоидных растворов.Перемешивающие 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.
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.
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.
6. Сапунов С.В. Материаловедение [Электронный ресурс]. М.: Лань, 2015. Режим доступа: 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.
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