

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

Испытания наноструктурированных материалов

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.  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-3 Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов и изделий	ПК-3.1 Выбирает методики испытаний строительных материалов и изделий	<p>Знать: методики испытаний наноструктурированных материалов;</p> <p>Уметь: проводить испытания наноструктурированных материалов;</p> <p>Владеть: навыками применения методик испытаний наноструктурированных материалов</p>
		ПК-3.2 Выполняет лабораторные операции	<p>Знать: правила работы с лабораторным оборудованием;</p> <p>Уметь: проводить лабораторные операции;</p> <p>Владеть: навыками работы в лаборатории</p>
		ПК-3.3 Проводит испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов)	<p>Знать: методики испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);</p> <p>Уметь: проводить испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);</p> <p>Владеть: навыками применения методик испытаний по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов)</p>
		ПК-3.4 Проводит испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий	<p>Знать: свойства продукции производства строительных материалов и изделий;</p> <p>Уметь: проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;</p> <p>Владеть: навыками применения методик испытаний по определению свойств продукции</p>

			производства строительных материалов и изделий
		ПК-3.5 Осуществляет документирование результатов испытаний строительных материалов и изделий	<p>Знать: правила документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов;</p> <p>Уметь: осуществлять документирование результатов испытаний наноструктурированных материалов;</p> <p>Владеть: навыками документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов</p>
		ПК-3.6 Осуществляет контроль и соблюдение требований охраны труда при проведении испытаний	<p>Знать: требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;</p> <p>Уметь: соблюдать требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;</p> <p>Владеть: навыками организации мероприятий по контролю и соблюдению требований охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов</p>
		ПК-3.7 Осуществляет контроль технического состояния испытательного оборудования и средств измерения	<p>Знать: методики контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;</p> <p>Уметь: осуществлять контроль технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;</p> <p>Владеть: навыками организации мероприятий по осуществлению</p>

			контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов
--	--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК–3 Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов и изделий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

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

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

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

Форма промежуточной аттестации _____ экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ¹	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
Лекции	34	34
Лабораторные	34	34
Практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ²	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

¹ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

² включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 7

№ 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>Введение. Цель и задачи курса. Основные определения и термины. Общие сведения об испытаниях материалов. Классификация методов испытания. Классификация физических методов исследования материалов по явлениям и процессам, лежащим в их основе. Взаимосвязь физических явлений и методов исследования и контроля качества материалов и изделий.</p>	4			2
2	<p>Методы получения и обработки экспериментальных данных. Основные статистические характеристики случайной величины. Законы распределения случайной величины. Оценка соответствия наблюдаемых данных нормальному закону распределения (проверка гипотез). Отбрасывание резко выделяющихся наблюдений. Определение доверительного интервала для среднего значения случайной величины. Оценка гарантированного уровня. Оценка вероятности попадания в установленные пределы.</p>	4			2
3	<p>Методы исследования состава материалов. Масс-спектрометрия. Хроматография. Шкала электромагнитных волн и спектр ЭМИ. Ультрафиолетовая (УФ) спектроскопия. Инфракрасная (ИК) спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР). Лазерная спектроскопия. Спектроскопия рентгеновского излучения (РИ). Характеристические рентгеновские спектры, закон Мозли. Электроннозондовый рентгеноспектральный микроанализ.</p>	4		6	8
4	<p>Методы исследования строения материалов. Иерархия структуры материалов. Взаимосвязь составов, структуры и свойств материалов. Оптическая (световая) микроскопия. Способы подготовки образцов. Техника и оборудование для отбора и подготовки образцов. Рентгеноструктурный (РС) и рентгенофазовый (РФ) анализ. Электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия, принципиальная схема и устройство АСМ. Анализ результатов и связь регистрируемых параметров со структурой вещества. Методы ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Термический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Радиационные неразрушающие методы дефектоскопии, контроля состава и структуры. Радиографические, рентгенографические, гаммаграфические, люминесцентные методы</p>	4		6	8

	дефектоскопии. Акустические, ультразвуковые методы дефектоскопии и контроля структуры. Установки и приборы для испытаний, получаемые результаты, методы их обработки и использования.				
5	Методы исследования специальных свойств материалов. Исследование технологических свойств материалов, покрытий и происходящих в них процессов на различных стадиях их получения, обработки и переработки. Методы исследования вязкостных и упругих свойств, проявляемых при переработке (реологические свойства), поведения при нагреве и охлаждении. Методы измерения температуры, дифференциальный анализ структурночувствительных свойств, дифференциальный термический анализ (ДТА), технологические пробы. Методы физического и математического моделирования процессов. Исследование специальных функциональных свойств материалов в процессе их эксплуатации. Технологические свойства материалов и покрытий.	8		10	16
6	Методы исследования физических свойств материалов. Статические испытания материалов и покрытий. Испытания на растяжение, на сжатие, на изгиб, на кручение; определение твёрдости. Динамические испытания. Электрические свойства. Термомагнитные электрические эффекты. Оптические свойства. Магнитные свойства.	6		6	9
7	Методы исследования химических свойств материалов. Методы качественного химического анализа. Реакции в растворах. Коррозия, методы определения коррозионной стойкости.	4		6	8
ВСЕГО		34		34	53

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 №7				
1	Методы исследования состава материалов.	Методы и приборы для определения элементного состава наноматериалов	6	6
2	Методы исследования строения материалов.	Исследование поверхности и структуры нонструктурированных материалов	6	6
3	Методы исследования специальных	Изучение стойкости наноструктурированных материалов к воздействию агрессивных сред	5	5

4	свойств материалов	Исследование токсикологических свойств наноструктурированных материалов	5	5
5	Методы исследования физических свойств материалов.	Изучение физико-механических свойств наноструктурированного вяжущего на основе сырья различных генетических типов	6	6
6	Методы исследования химических свойств материалов.	Исследование изменения активности сырья в зависимости от дисперсности и состава	6	6
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:			34	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 принципами испытаний контроля качества наноструктурированных материалов.

РГЗ включает:

- 1) литературный обзор по теме исследовательской работы студента с основными проблемами, связанными с производством и контролем качества выбранного наноструктурированного материала;
- 2) описание основных нормативных и авторских методик испытаний выбранного наноструктурированного материала;
- 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–3

Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов и изделий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Выбирает методики испытаний строительных материалов и изделий	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен
ПК-3.2 Выполняет лабораторные операции	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен
ПК-3.3 Проводит испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов)	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен
ПК-3.4 Проводит испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен
ПК-3.5 Осуществляет документирование результатов испытаний строительных материалов, изделий и конструкций	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен
ПК-3.6 Осуществляет контроль и соблюдение требований охраны труда при проведении испытаний	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, экзамен
ПК-3.7 Осуществляет контроль технического состояния испытательного оборудования и средств измерения	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)
Введение.	1. Общие сведения об испытаниях материалов. Классификация методов испытания. 2. Классификация физических методов исследования материалов по явлениям и процессам, лежащим в их основе. 3. Взаимосвязь физических явлений и методов исследования и контроля качества материалов и изделий.
Методы получения и обработки экспериментальных данных.	4. Основные статистические характеристики случайной величины 5. Законы распределения случайной величины. Оценка соответствия наблюдаемых данных нормальному закону распределения (проверка гипотез). 6. Отбрасывание резко выделяющихся наблюдений. Определение доверительного интервала для среднего значения случайной величины. 7. Оценка гарантированного уровня. Оценка вероятности попадания в установленные пределы.
Методы исследования состава материалов.	8. Масс-спектрометрия. 9. Хроматография. 10. Шкала электромагнитных волн и спектр ЭМИ. 11. Ультрафиолетовая (УФ) спектроскопия. Инфракрасная (ИК) спектроскопия. 12. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР). Лазерная спектроскопия. Спектроскопия рентгеновского излучения (РИ). 13. Характеристические рентгеновские спектры, закон Мозли. 14. Электроннозондовый рентгеноспектральный микроанализ.

Методы исследования строения материалов.	<p>15. Иерархия структуры материалов. Взаимосвязь составов, структуры и свойств материалов.</p> <p>16. Оптическая (световая) микроскопия.</p> <p>17. Способы подготовки образцов. Техника и оборудование для отбора и подготовки образцов.</p> <p>18. Рентгеноструктурный (РС) и рентгенофазовый (РФ) анализ.</p> <p>19. Электронная микроскопия.</p> <p>20. Атомно-силовая микроскопия, принципиальная схема и устройство АСМ.</p> <p>21. Анализ результатов и связь регистрируемых параметров со структурой вещества.</p> <p>22. Методы ядерного магнитного резонанса (ЯМР).</p> <p>23. Термический анализ.</p> <p>24. Дифференциальная сканирующая калориметрия.</p> <p>25. Радиационные неразрушающие методы дефектоскопии, контроля состава и структуры.</p> <p>26. Радиографические, рентгенографические, гаммаграфические, люминесцентные методы дефектоскопии.</p> <p>27. Акустические, ультразвуковые методы дефектоскопии и контроля структуры. Установки и приборы для испытаний, получаемые результаты, методы их обработки и использования.</p>
Методы исследования специальных свойств материалов.	<p>28. Исследование технологических свойств материалов, покрытий и происходящих в них процессов на различных стадиях их получения, обработки и переработки.</p> <p>29. Методы исследования вязкостных и упругих свойств, проявляемых при переработке (реологические свойства), поведения при нагреве и охлаждении.</p> <p>30. Методы измерения температуры, дифференциальный анализ структурночувствительных свойств, дифференциальный термический анализ (ДТА), технологические пробы.</p> <p>31. Методы физического и математического моделирования процессов.</p> <p>32. Исследование специальных функциональных свойств материалов в процессе их эксплуатации.</p> <p>33. Технологические свойства материалов и покрытий.</p>
Методы исследования физических свойств материалов.	<p>34. Статические испытания материалов и покрытий. Испытания на растяжение, на сжатие, на изгиб, на кручение; определение твёрдости.</p> <p>35. Динамические испытания.</p> <p>36. Электрические свойства.</p> <p>37. Термомагнитные электрические эффекты.</p> <p>38. Оптические свойства.</p> <p>39. Магнитные свойства.</p>
Методы исследования химических свойств материалов.	<p>40. Методы качественного химического анализа.</p> <p>41. Реакции в растворах.</p> <p>42. Коррозия, методы определения коррозионной стойкости.</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.	Методы и приборы для определения элементного состава наноматериалов	1) Методы рентгеноспектрального анализа: эмиссионный, флуоресцентный, абсорбционный. 2) Количественный анализ в рентгеноспектральном флуоресцентном анализе. Аналитические возможности метода; 3) Как происходит пробоподготовка при исследовании элементного состава наноматериалов?
2.	Исследование поверхности и структуры наноструктурированных материалов	1) Принцип работы растрового электронного микроскопа; 2) Основные свойства поверхности наноструктурированных материалов, которые необходимо контролировать; 3) Отличительные особенности структуры наноструктурированных материалов
3.	Изучение стойкости наноструктурированных материалов к воздействию агрессивных сред	1) Методики определения кислото- и щелочестойкости материалов 2) Какие способы повышения стойкости материалов существуют? 3) Какие среды называют агрессивными?
4.	Исследование токсикологических свойств наноструктурированных материалов	1) Какие свойства относятся к токсикологическим? 2) Что такое токсичность? 3) Как можно снизить токсичность наноструктурированных материалов?
5.	Изучение физико-механических свойств наноструктурированного вяжущего на основе сырья различных генетических типов	1) Методика определения прочностных свойств наноструктурированного вяжущего; 2) Какие показатели контролируют для НВ различного состава? 3) Технологии получения НВ на основе сырья различных генетических типов
6.	Исследование изменения активности сырья в зависимости от дисперсности и состава	1) Что такое активность? Чем она определяется? 2) Методы изменения активности сырья; 3) Что такое дисперсность? 4) Что такое удельная поверхность и какими способами ее измеряют?

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 испытаний наноструктурированных материалов; Знание правил работы с лабораторным оборудованием; Знание методик испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов); Знание свойств продукции производства строительных материалов и изделий; Знание правил документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов; Знание требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов; Знание методики контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;
Умения	Умение проводить испытания наноструктурированных материалов; Умение проводить лабораторные операции; Умение проводить испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов); Умение проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; Умение осуществлять документирование результатов испытаний наноструктурированных материалов; Умение соблюдать требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов; Умение осуществлять контроль технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;
Владения	Владение навыками применения методик испытаний наноструктурированных материалов; Владение навыками работы в лаборатории; Владение навыками применения методик испытаний по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов); Владение навыками применения методик испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий; Владение навыками документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов; Владение навыками организации мероприятий по контролю и соблюдению требований охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов; Владение навыками организации мероприятий по осуществлению контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов.

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 испытаний наноструктурированных материалов;	Не знает методики испытаний наноструктурированных материалов;	Может назвать методики испытаний наноструктурированных материалов, допускает ошибки в описании;	Знает методики испытаний наноструктурированных материалов, но допускает неточности;	Знает в полном объеме методики испытаний наноструктурированных материалов;
Знание правил работы с лабораторным оборудованием;	Не знает правила работы с лабораторным оборудованием;	Может назвать правила работы с лабораторным оборудованием, допускает ошибки в описании;	Знает правила работы с лабораторным оборудованием, но допускает неточности;	Знает в полном объеме правила работы с лабораторным оборудованием;
Знание методик испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);	Не знает методики испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);	Может назвать методики испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов), допускает ошибки в описании;	Знает методики испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов), но допускает неточности;	Знает в полном объеме методики испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);
Знание свойств продукции производства строительных материалов и изделий;	Не знает свойства продукции производства строительных материалов и изделий;	Может назвать свойства продукции производства строительных материалов и изделий, допускает ошибки в описании;	Знает свойства продукции производства строительных материалов и изделий, но допускает неточности;	Знает в полном объеме свойства продукции производства строительных материалов и изделий;
Знание правил документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов;	Не знает правила документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов;	Может назвать правила документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов, допускает ошибки в описании;	Знает правила документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов, но допускает неточности;	Знает в полном объеме правила документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов;
Знание требований охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;	Не знает требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;	Может назвать требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов, допускает ошибки в описании;	Знает требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов, но допускает неточности;	Знает в полном объеме требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;
Знание методик	Не знает методики	Может назвать	Знает методики	Знает в полном

контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов	контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов	методики контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов, допускает ошибки в описании	контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов, но допускает неточности;	объеме методики контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов
--	--	--	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение проводить испытания наноструктурированных материалов;	Не умеет проводить испытания наноструктурированных материалов;	Может проводить испытания наноструктурированных материалов, но допускает ошибки;	Умеет с небольшой помощью проводить испытания наноструктурированных материалов;	Умеет самостоятельно проводить испытания наноструктурированных материалов;
Умение проводить лабораторные операции;	Не умеет проводить лабораторные операции;	Может проводить лабораторные операции, но допускает ошибки;	Умеет с небольшой помощью проводить лабораторные операции;	Умеет самостоятельно проводить лабораторные операции;
Умение проводить испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);	Не умеет проводить испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);	Может проводить испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов), но допускает ошибки;	Умеет с небольшой помощью проводить испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);	Умеет самостоятельно проводить испытания по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);
Умение проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;	Не умеет проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;	Может проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий, но допускает ошибки;	Умеет с небольшой помощью проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;	Умеет самостоятельно проводить испытания по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;
Умение осуществлять документирование результатов испытаний наноструктурированных материалов;	Не умеет осуществлять документирование результатов испытаний наноструктурированных материалов;	Может осуществлять документирование результатов испытаний наноструктурированных материалов, но допускает ошибки;	Умеет с небольшой помощью осуществлять документирование результатов испытаний наноструктурированных материалов;	Умеет самостоятельно осуществлять документирование результатов испытаний наноструктурированных материалов;

Умение соблюдать требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;	Не умеет соблюдать требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;	Может соблюдать требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов, но допускает ошибки;	Умеет с небольшой помощью соблюдать требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;	Умеет самостоятельно соблюдать требования охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;
Умение осуществлять контроль технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;	Не умеет осуществлять контроль технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;	Может осуществлять контроль технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов, но допускает ошибки;	Умеет с небольшой помощью осуществлять контроль технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;	Умеет самостоятельно осуществлять контроль технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками применения методик испытаний наноструктурированных материалов;	Не владеет опытом применения методик испытаний наноструктурированных материалов;	Владеет незначительным опытом применения методик испытаний наноструктурированных материалов;	Владеет опытом применения методик испытаний наноструктурированных материалов, но допускает неточности;	Владеет опытом применения методик испытаний наноструктурированных материалов, может самостоятельно проводить испытания;
Владение навыками работы в лаборатории;	Не владеет опытом работы в лаборатории;	Владеет незначительным опытом работы в лаборатории;	Владеет опытом работы в лаборатории, но допускает неточности;	Владеет опытом работы в лаборатории, может самостоятельно работать в лаборатории;
Владение навыками применения методик испытаний по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);	Не владеет опытом применения методик испытаний по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);	Владеет незначительным опытом применения методик испытаний по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов);	Владеет опытом применения методик испытаний по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов), но допускает неточности;	Владеет опытом применения методик испытаний по контролю показателей качества сырьевых материалов (компонентов), может самостоятельно проводить испытания;

Владение навыками применения методик испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;	Не владеет опытом применения методик испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;	Владеет незначительным опытом применения методик испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий;	Владеет опытом применения методик испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий, но допускает неточности;	Владеет опытом применения методик испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов и изделий, может самостоятельно проводить испытания;
Владение навыками документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов;	Не владеет опытом документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов;	Владеет незначительным опытом документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов;	Владеет опытом документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов, но допускает неточности;	Владеет опытом документирования результатов испытаний наноструктурированных материалов, может самостоятельно оформлять результаты испытаний;
Владение навыками организации мероприятий по контролю и соблюдению требований охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;	Не владеет навыками организации мероприятий по контролю и соблюдению требований охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;	Владеет незначительными навыками организации мероприятий по контролю и соблюдению требований охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов;	Владеет навыками организации мероприятий по контролю и соблюдению требований охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов, но допускает неточности;	Владеет навыками организации мероприятий по контролю и соблюдению требований охраны труда при проведении испытаний наноструктурированных материалов, может самостоятельно их организовывать;
Владение навыками организации мероприятий по осуществлению контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;	Не владеет навыками организации мероприятий по осуществлению контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;	Владеет незначительными навыками организации мероприятий по осуществлению контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов;	Владеет навыками организации мероприятий по осуществлению контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов, но допускает неточности;	Владеет навыками организации мероприятий по осуществлению контроля технического состояния испытательного оборудования и средств измерения наноструктурированных материалов, может самостоятельно их организовывать.

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 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 визуально 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

Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

- 1) Нецвет Д.Д. Испытания наноструктурированных материалов: метод. указания к выполнению лаб. раб. / Д.Д. Нецвет, В.В. Нелюбова, В.В. Строкова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021.
- 2) Нецвет Д.Д. Испытания наноструктурированных материалов: метод. указания к выполнению расчетно-графического задания / Д.Д. Нецвет, В.В. Нелюбова, В.В. Строкова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021.
- 3) Дворкин, Л.И. Строительные минеральные вяжущие материалы [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. – Электрон. текстовые данные. - М.: Инфра-Инженерия, 2013. – 544 с.
- 4) Андреева, Н.А. Химия цемента и вяжущих веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андреева Н.А. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. – 67 с.
- 5) Строкова, В.В. Наносистемы в строительном материаловедении [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению Строительство / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова; БГТУ им. В.Г. Шухова. – Электрон. текстовые дан. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011.
- 6) Плуготаренко, Н.К. Поверхностные свойства пленок нанокompозитных материалов / Н.К. Плуготаренко, В.В. Петров, Н.В. Гапоненко, Л.П. Милешко. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2012. – 100 с.
- 7) Вихров, С.П., Вишняков Н. В. Нанотехнологии и их применение. Диагностика нанообъектов. Наноматериалы. Наноэлектроника / ООО «Сервис». – Рязань, 2012. – 208 с.
- 8) Александрова, О.А. Новые наноматериалы. Синтез. Диагностика. Моделирование: лаб. Практикум / под ред. В. А. Мошникова, О. А. Александровой. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. – 248 с
- 9) Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Академия, 2005. – 187 с.
- 10) Минько, Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов: учебное пособие / Н.И. Минько, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, В.М. Нарцев. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. – 148 с.
- 11) Нанотехнологии: учебное пособие: пер. с англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – 2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
- 12) Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: Физматлит, 2005. – 410 с.
- 13) Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
- 14) Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст]: учебник для вузов / Ю.Г. Фролов. – 3-е изд. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 464 с
- 15) Ратнер, М. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 234 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/>