

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

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры



Ярмоленко И.В.

« 21 » апреля 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



Уваров В.А.

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества

Направление подготовки:

28.04.03 Наноматериалы

Профиль программы:

**Наноструктурированные композиты
строительного и специального назначения**

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра материаловедения и технологии материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 966 от 22 сентября 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., проф.  (В.В. Нелюбова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » апреля 2021 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.В. Строкова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.В. Строкова)

« 12 » апреля 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 29 » апреля 2021 г., протокол № 9

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
<p>Общепрофессиональные компетенции</p> <p>Ответственность в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений</p>	<p>ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению</p>	<p>Знать: современные методы анализа производственного процесса и оценки производственных потерь и подходы к разработке комплекса мероприятий по их устранению</p> <p>Уметь: проводить анализ эффективности производственного процесса и оценку производственных потерь</p> <p>Владеть: подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению</p>
		<p>ОПК-3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач</p>	<p>Знать: последовательность технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач</p> <p>Уметь: проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач</p> <p>Владеть: методиками проведения технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач</p>
		<p>ОПК-3.3 Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков</p>	<p>Знать: методы анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков</p> <p>Уметь: проводить анализ и оценку затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков</p> <p>Владеть: методами анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с</p>

			учетом инженерных рисков
		ОПК-3.4 Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач	<p>Знать: методы анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач</p> <p>Уметь: проводить анализ экологической оценки проектных решений и инженерных задач</p> <p>Владеть: методами анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач</p>
Профессиональные компетенции Производственно-технологический	ПК-2 Способен обеспечивать цикл производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами, в том числе с использованием средств автоматизированного управления	ПК-2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами	<p>Знать: правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами</p> <p>Уметь: составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами</p> <p>Владеть: навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами</p>
		ПК-2.2 Организует оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием	<p>Знать: необходимые инструменты и оборудованием для оснащения рабочих мест</p> <p>Уметь: организовать оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием</p> <p>Владеть: навыками оснащения рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием</p>
		ПК-2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству	<p>Знать: правила использования оборудования и сырьевых материалов по производству</p>

		<p>наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>	<p>наноструктурированных композитов строительного и специального назначения Уметь: использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения Владеть: контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>
--	--	---	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК–3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Системная методология проектирования материалов
2	Материаловедение и технология наноструктурированных конструкционных и специальных материалов

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

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

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Форма промежуточной аттестации экзамен
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	38	38
Лекции	17	17
Лабораторные	17	17
Практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	106	106
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание		
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 1 Семестр 2

№ 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>Композиционные вяжущие материалы. Основные типы и характеристики</p> <p>Основные условия и признаки проявления вяжущих свойств. Типы твердения вяжущих систем. Классификация химических реакций, приводящих к отверждению вяжущей системы. Основные положения механизма отвердевания вяжущих систем. Современные представления об условиях и признаках проявления вяжущих свойств. Композиционные вяжущие как дисперсные системы. Разновидности композиционных вяжущих материалов и их классификация</p>	2		3	5
2	<p>Структурообразование в композиционных вяжущих системах</p> <p>Различные типы структурообразования в композиционных вяжущих. Формирование пространственных структур в дисперсных системах за счет возникновения контактов между частицами (структуры I типа) и в результате отталкивания частиц (структуры II типа). Классификация структур первого типа по П.А. Ребиндеру. Условия образования, строение и основные свойства коагуляционных и конденсационных (конденсационно-кристаллизационных) пространственных структур. Возникновение стесненных условий в агрегативно устойчивых системах и формирование структур второго типа. Специфика строения структур второго типа. Коллоидные структуры смешанного типа.</p>	3		4	7
3	<p>Получение композиционных вяжущих систем с заданным комплексом свойств</p> <p>Способы регулирования процессов структурообразования и реологического поведения минеральных водных суспензий. Влияние pH, понятие литейного интервала суспензий. Влияние структурирующих добавок. Структурирование суспензий за счет создания гидрофильногидрофобной мозаичности поверхности частиц. Выбор ПАВ-модификаторов поверхности в зависимости от природы наполнителя. Выбор ПАВ в зависимости от природы активных центров на поверхности частиц. Предварительная олеофилизация поверхности наполнителей. Суспензии с высоковязкими дисперсионными средами. Влияние</p>	3		3	6

	вязкости среды на эффективность разрушения агрегатов частиц при получении высококонцентрированных суспензий. Предварительное дезагрегирование и адсорбционное модифицирование поверхности частиц.				
4	Композиционные вяжущие гидратационного типа твердения Классификация вяжущих веществ по областям применения. Особенности получения и структурообразования. Особенности твердения композиционных вяжущих.	3		3	6
5	Особенности получения наноструктурированных минеральных вяжущих негидратационного типа твердения Особенности получения наноструктурированного вяжущего. Природные сырьевые материалы кремнеземистого состава. Проблемы использования в современном промышленном и гражданском строительстве вяжущих негидратационного твердения, сравнительные характеристики и перспективы применения. Требования, предъявляемые к сырьевым материалам. Характеристика основных добавок. История получения данного типа вяжущего. Основные количественные характеристики, принципы и методы получения вяжущего. Понятие принципа высокой концентрации, принципа повышенной температуры. Описание технологической схемы получения вяжущей системы. Характеристики и требования, предъявляемые к оборудованию. Свойства и классификация высококонцентрированных вяжущих. Нанотехнологический подход при направленном регулировании реотехнологических свойств вяжущего. Описание механизма пространственной оптимизации структуры. Разжижение, стабилизация, агрегативная устойчивость вяжущей системы.	3		4	7
6	Композиционные наноструктурированные вяжущие (КНВ) смешанного типа твердения Особенности использования и перспективы развития КНВ. Перспективность использования КНВ для производства строительных некомпозитов. Особенности развития технологии получения наноструктурированных вяжущих, возможность использования различных сырьевых компонентов.	3		-	3
ВСЕГО		17		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 №2				
1	Композиционные вяжущие материалы. Основные типы и характеристики	Изучение физико-механических свойств наноструктурированного вяжущего (НВ) на основе сырья различных генетических типов	3	3
2	Структурообразование в композиционных вяжущих системах	Оценка качества композиционного вяжущего с применением наноструктурирующего компонента	4	4
3	Получение композиционных вяжущих систем с заданным комплексом свойств	Подбор пластифицирующего компонента для композиционного вяжущего	3	3
4	Особенности получения наноструктурированных минеральных вяжущих негидратационного типа твердения	Получение композиционного гипсового вяжущего с применением НВ	4	4
5	Композиционные наноструктурированные вяжущие смешанного типа твердения	Оценка качества кварцевого компонента для композиционного вяжущего	3	3
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	

4.4. Содержание курсового проекта/работы

На выполнение КР предусмотрено 36 часов самостоятельной работы магистрантов. Конкретизация тематик осуществляется с учетом специфики научной работы магистранта.

Курсовая работа должна включать следующие разделы:

- 1) Введение, в котором описаны актуальность, цель, задачи работы;
- 2) Литературный обзор;
- 3) Описание технологических схем, процессов, возможных вариантов производства, модернизации и оптимизации существующих технологий получения выбранных материалов;
- 4) Выводы.

Примерный перечень тем курсовых работ

1. Композиционные вяжущие гидратационного типа твердения, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
2. Фосфогипсовая композиция, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
3. Белитовый цемент, особенности процесса получения и механизма

структурообразования.

4. Известковый портландцемент, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

5. Известково-золевое вяжущее, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

6. Вяжущее на основе гидросульфферритов кальция, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

7. Вяжущее низкой водопотребности, особенности процесса получения и механизма структурообразования.

8. Особенности получения наноструктурированных минеральных вяжущих негидратационного типа твердения.

9. Особенности процесса получения и механизма структурообразования композиционных наноструктурированных вяжущих смешанного типа твердения на основе гипса.

10. Особенности процесса получения и механизма структурообразования композиционных наноструктурированных вяжущих смешанного типа твердения на основе портландцемента.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом не предусмотрено.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК–3

Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен
ОПК-3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен
ОПК-3.3 Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен
ОПК-3.4 Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен

2 Компетенция ПК-2

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

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен
ПК-2.2 Организует оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен
ПК-2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Защита лабораторных работ, защита курсовой работы, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
Композиционные вяжущие материалы. Основные типы и характеристики	Разновидности композиционных вяжущих материалов и их классификация
Структурообразование в композиционных вяжущих системах	Формирование пространственных структур в дисперсных системах. Структуры первого и второго типа.
	Специфика строения структур второго типа. Коллоидные структуры смешанного типа
Получение композиционных вяжущих систем с	Условия образования, строение и основные свойства коагуляционных и конденсационных (конденсационнокристаллизационных) пространственных структур

заданным комплексом свойств	Вязущее низкой водопотребности, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
	Способы регулирования процессов структурообразования и реологического поведения минеральных водных суспензий.
	Влияние pH, понятие литейного интервала суспензий.
	Особенности структурирования суспензий за счет создания гидрофильно-гидрофобной мозаичности поверхности частиц.
	Особенности процесса дезагрегирования и адсорбционного модифицирования поверхности частиц.
Композиционные вязущие гидратационного типа твердения. Особенности получения и структурообразования	Композиционные вязущие гидратационного типа твердения, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
	Фосфогипсовая композиция, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
	Белитовый цемент, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
	Известковый портландцемент, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
	Известково-зольное вязущее, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
	Вязущее на основе гидросульфферритов кальция, особенности процесса получения и механизма структурообразования.
Особенности получения наноструктурированных минеральных вязущих негидратационного типа твердения	Основные количественные характеристики, принципы и методы получения наноструктурированного вязущего. Понятие принципа высокой концентрации.
	Требования, предъявляемые к сырью, которое используется при получении наноструктурированного вязущего
	Основные количественные характеристики, принципы и методы получения наноструктурированного вязущего. Понятие принципа повышенной температуры.
	Охарактеризуйте механизм твердения наноструктурированного вязущего.
	Особенности выбора ПАВ-модификаторов поверхности в зависимости от природы наполнителя.
	Особенности выбора ПАВ-модификаторов поверхности в зависимости от природы активных центров на поверхности частиц.
	Способы повышения агрегативной устойчивости наноструктурированного вязущего.
Композиционные наноструктурированные вязущие смешанного типа твердения	Какие вязущие широко применяются сегодня (гидратационного и не гидратационного твердения), и с чем это связано?
	Почему получение наноструктурированного вязущего осуществляется путем помола по мокрому способу?
	Какое влияние наличие частиц наноразмерного уровня оказывает на характеристики вязущего?
	Особенности процесса получения и механизма структурообразования композиционных наноструктурированных вязущие смешанного типа твердения на основе гипса
	Особенности процесса получения и механизма структурообразования композиционных наноструктурированных вязущие смешанного типа твердения на основе портландцемента
	Особенности развития технологии получения наноструктурированных вязущих, возможность использования различных сырьевых

	КОМПОНЕНТОВ.
	Чем обусловлена экономическая эффективность получения и применения наноструктурированного вяжущего?

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

- 1) Какие методы исследований применяются для рассматриваемых в курсовой работе материалов?
- 2) Особенности фазо- и структурообразования рассматриваемых в курсовой работе материалов.
- 3) Основные характеристики рассматриваемых в курсовой работе материалов.
- 4) Что такое дисперсность? Какие существуют методы получения высокодисперсных материалов?
- 5) Технология получения рассматриваемых в курсовой работе материалов.
- 6) На основании каких нормативных документов осуществляется контроль состава и свойств материалов, рассматриваемых в курсовой работе?
- 7) Какие существуют проблемы в производстве и применении рассматриваемых в курсовой работе материалов?
- 8) Какие факторы необходимо учитывать при подборе и оптимизации состава рассматриваемых в курсовой работе материалов?
- 9) Опишите особенности процесса получения и механизма структурообразования рассматриваемых в курсовой работе материалов.
- 10) Области применения рассматриваемых в курсовой работе материалов и способы повышения их эффективности.

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

Лабораторные работы

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
1.	Изучение физико-механических свойств наноструктурированного вяжущего (НВ) на основе сырья различных генетических типов	1) Какие физико-механические характеристики определяют эффективность НВ? 2) Особенности получения и свойств НВ в зависимости от сырья.
2.	Оценка качества кварцевого компонента для композиционного вяжущего	1) По каким показателям оценивают качество кварцевого компонента? 2) Какие существуют технологии получения композиционных вяжущих? 3) Какие композиционные вяжущие можно получать с применением кварцевых компонентов?
3.	Подбор пластифицирующего компонента для композиционного вяжущего	1) Как осуществляется подбор пластифицирующих компонентов? 2) Как осуществляется подбор дозировок пластификатора? 3) Механизм действия пластификаторов.
4.	Получение композиционного	1) Как влияет добавка НВ на свойства гипса?

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
	гипсового вяжущего с применением НВ	2) Технология получения композиционного гипсового вяжущего с применением НВ 3) Какие оптимальные дозировки НВ при введении в гипсовые вяжущие?
5.	Оценка качества композиционного вяжущего с применением наноструктурирующего компонента	1) По каким характеристикам оценивают качество композиционного вяжущего? 2) Влияние наноструктурирующего компонента на свойства композиционного вяжущего.

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	Знать современные методы анализа производственного процесса и оценки производственных потерь и подходы к разработке комплекса мероприятий по их устранению Знать последовательность технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач Знать методы анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков Знать методы анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач Знать правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами Знать необходимые инструменты и оборудованием для оснащения рабочих мест Знать правила использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
Умения	Уметь проводить анализ эффективности производственного процесса и оценку производственных потерь Уметь проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач Уметь проводить анализ и оценку затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков Уметь проводить анализ экологической оценки проектных решений и инженерных задач Уметь составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами Уметь организовать оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием Уметь использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
Владения	Владеть подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению Владеть методиками проведения технико-экономического обоснования и

	<p>экономической оценки проектных решений и инженерных задач</p> <p>Владеть методами анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков</p> <p>Владеть методами анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач</p> <p>Владеть навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть навыками оснащения рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием</p> <p>Владеть контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>
--	---

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знать современные методы анализа производственного процесса и оценки производственных потерь и подходы к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Не знает современные методы анализа производственного процесса и оценки производственных потерь и подходы к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Знает современные методы анализа производственного процесса и оценки производственных потерь и подходы к разработке комплекса мероприятий по их устранению, но не может применить на практике	Знает современные методы анализа производственного процесса и оценки производственных потерь и подходы к разработке комплекса мероприятий по их устранению, но допускает незначительные ошибки и неточности	Знает и использует современные методы анализа производственного процесса и оценки производственных потерь и подходы к разработке комплекса мероприятий по их устранению
Знать последовательность технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач	Не знает последовательность технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач	Знает последовательность технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач, но не может применить на практике	Знает последовательность технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач, но допускает незначительные ошибки и неточности	Знает последовательность технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач
Знать методы анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	Не знает методы анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	Знает методы анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков, но не может применить на практике	Знает методы анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков, но допускает незначительные ошибки и неточности	Знает и использует методы анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков

Знать методы анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач	Не знает методы проведения экологической оценки проектных решений и инженерных задач.	Знает основные методы анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач, но применить их на практике не может	Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач. Возможны незначительные неточности и ошибки.	Самостоятельно проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач.
Знать правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не знает правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Знает правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, но не может применить на практике	Знает правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, но допускает незначительные ошибки и неточности	Знает и следует правилам составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
Знать необходимые инструменты и оборудованием для оснащения рабочих мест	Не знает необходимые инструменты и оборудованием для оснащения рабочих мест	Знает необходимые инструменты и оборудованием для оснащения рабочих мест, но не может применить на практике	Знает необходимые инструменты и оборудованием для оснащения рабочих мест, но допускает незначительные ошибки и неточности	Знает необходимые инструменты и оборудованием для оснащения рабочих мест
Знать правила использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не знает правила использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Знает правила использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения, но не может применить на практике	Знает правила использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения, но допускает незначительные ошибки и неточности	Знает и следует правилам использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь проводить анализ эффективности производственного процесса и оценку производственных	Не умеет проводить анализ эффективности производственного процесса и оценку производственных	Умеет с незначительной помощью проводить анализ эффективности производственного	Умеет самостоятельно проводить анализ эффективности производственного процесса и оценку	Умеет самостоятельно проводить анализ эффективности производственного процесса и оценку

потерь	потерь	процесса и оценку производственных потерь	производственных потерь, но допускает незначительные ошибки и неточности	производственных потерь
Уметь проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	Не умеет проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	Умеет с незначительной помощью проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	Умеет самостоятельно проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач, но допускает незначительные ошибки и неточности	Умеет самостоятельно проводить технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач
Уметь проводить анализ и оценку затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	Не умеет проводить анализ и оценку затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	Умеет с незначительной помощью проводить анализ и оценку затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	Умеет самостоятельно проводить анализ и оценку затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков, но допускает незначительные ошибки и неточности	Умеет самостоятельно проводить анализ и оценку затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков
Уметь проводить анализ экологической оценки проектных решений и инженерных задач	Не умеет самостоятельно проводить анализ экологической оценки проектных решений и инженерных задач. Возможны незначительные неточности и ошибки.	Умеет с дополнительной помощью проводить анализ экологической оценки проектных решений и инженерных задач.	Умеет проводить анализ экологической оценки проектных решений и инженерных задач. Возможны незначительные неточности и ошибки.	Умеет самостоятельно проводить анализ экологической оценки проектных решений и инженерных задач.
Уметь составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не умеет составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Умеет с незначительной помощью составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Умеет самостоятельно составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, но допускает незначительные ошибки и неточности	Умеет самостоятельно составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
Уметь организовать	Не умеет организовать	Умеет с незначительной	Умеет самостоятельно	Умеет самостоятельно

оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием	оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием	помощью организовать оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием	организовать оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием, но допускает незначительные ошибки и неточности	организовать оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием
Уметь использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не умеет использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Умеет с незначительной помощью использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Умеет самостоятельно использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения, но допускает незначительные ошибки и неточности	Умеет самостоятельно использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Не владеет подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	На низком уровне владеет подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	С незначительной помощью может на практике использовать подходы к разработке комплекса мероприятий по их устранению	На высоком уровне владеет подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению
Владеть методиками проведения технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач	Не владеет методиками проведения технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач	На низком уровне владеет методиками проведения технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач	С незначительной помощью может на практике использовать методики проведения технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач	На высоком уровне владеет методиками проведения технико-экономического обоснования и экономической оценки проектных решений и инженерных задач
Владеть методами анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных	Не владеет методами анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных	На низком уровне владеет методами анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных	С незначительной помощью может на практике использовать методы анализа и оценки затрат	На высоком уровне владеет методами анализа и оценки затрат предприятия (проекта) с учетом инженерных

рисков	рисков	инженерных рисков	предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков	инженерных рисков
Владеть методами анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач	Не владеет методами анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач	На низком уровне владеет методами анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач	Владеет методами анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач. Возможны незначительные неточности и ошибки.	На высоком уровне владеет методами анализа экологической оценки проектных решений и инженерных задач
Владеть навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не владеет навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	На низком уровне владеет навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	С незначительной помощью может на практике составить производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	На высоком уровне владеет навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
Владеть навыками оснащения рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием	Не владеет навыками оснащения рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием	На низком уровне владеет навыками оснащения рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием	С незначительной помощью может на практике организовать оснащение рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием	На высоком уровне владеет навыками оснащения рабочих мест необходимым инструментом и оборудованием
Владеть контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не владеет контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	На низком уровне владеет контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	С незначительной помощью может на практике контролировать использование оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	На высоком уровне владеет контролем использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УКЗ, №103	Специализированная мебель; ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, электронная интерактивная доска Hitachi.
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий 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 рассева 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 для проведения лабораторных занятий 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. Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаб. раб. / В.В. Строкова, В.В. Нелюбова, Н.И. Алфимова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.
2. Строкова В.В. Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению курс. раб. / В.В. Строкова, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.
3. 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.
4. 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.
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. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – М.: Академия, 2005. – 187 с.
7. 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.
8. Нанотехнологии: учебное пособие: пер. с англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – 2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
9. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: Физматлит, 2005. – 410 с.
10. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
11. 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
12. Ратнер, М. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 234 с.
Череватова, А.В. Строительные композиты на основе высококонцентрированных вяжущих систем [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Череватова А.В.; БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2008. – 43 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/>