

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

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры


Ярмоленко И.В.
«21» апреля 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института


Уваров В.А.
«29» апреля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Активационные процессы при синтезе композитов

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
Профессиональные компетенции Производственно-технологический	ПК-1 Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами	ПК-1.1 Руководит испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения	Знать: методики испытаний новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения Уметь: руководить испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения Владеть: навыками проведения испытаний новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения
		ПК-1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Знать: порядок разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами Уметь: организовать разработку и оптимизацию составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами Владеть: навыками оптимизации составов и технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
		ПК-1.3 Разрабатывает и проводит мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с	Знать: правила разработки и проведения мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства

		<p>наноструктурирующими компонентами</p>	<p>строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Уметь: разрабатывать и проводить мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть: навыками разработки и проведения мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>
		<p>ПК-1.4 Организует научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>	<p>Знать: порядок организации научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Уметь: организовать научно-исследовательские работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами;</p> <p>Владеть: навыками организации научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>
<p>Профессиональные компетенции</p> <p>Производственно-технологический</p>	<p>ПК-2 Способен обеспечивать цикл производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, в том</p>	<p>ПК-2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>	<p>Знать: правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими</p>

	числе с использованием средств автоматического управления		<p>компонентами</p> <p>Уметь: составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть: навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>
		ПК-2.3 Организует полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов	<p>Знать: правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов</p> <p>Уметь: организовать полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов</p> <p>Владеть: навыками организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов</p>
		ПК-2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	<p>Знать: оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p> <p>Уметь: использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов</p>

			строительного и специального назначения Владеть: навыками контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
--	--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

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

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

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

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

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

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Общие сведения о композиционных материалах. Типы композиционных материалов. Классификация композиционных материалов. Экономическая эффективность применения композиционных материалов.	1		2	5
2	Особенности структурных изменений при синтезе и эксплуатации композитов. Механизм взаимодействия компонентов композиционных материалов. Подбор компонентов с оптимальным соотношением механических характеристик. Упруго-прочностные свойства композитов			2	5
3	Классификация твердофазных материалов. Классификация материалов по составу. Металлические материалы. Материалы на основе высокомолекулярных соединений. Неметаллические неорганические материалы. Керамические материалы. Композиты. Классификация материалов по структурному признаку. Монокристаллы. Пленочные материалы. Наноматериалы. Классификация материалов по свойствам и функциям. Материалы с электрическими функциями. Материалы с магнитными функциями. Материалы с оптическими функциями. Материалы с биологическими функциями. Материалы с химическими функциями. Материалы с теплофизическими функциями.	2			4
4	Кристаллическое состояние вещества. Идеальные кристаллы. Кристаллическое, аморфное и стеклообразное состояние вещества. Полиморфизм и изоморфизм. Анизотропия кристаллов и ее значение. Закон постоянства граничных углов. Внутреннее строение кристаллов. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка.	2			5

5	<p>Кристаллохимия. Физико-механические свойства твердых тел. Физика реальных кристаллов. Введение в теорию дефектов. Элементы симметрии. Трансляционная симметрия и кристаллическая решетка, параметры элементарной ячейки. Кристаллографические и некристаллографические закрытые элементы симметрии. Сингонии, голоэдрические группы, 32 кристаллографические точечные группы (кристаллические классы), 11 centrosymmetric кристаллографических точечных групп (классы Лауэ). Прimitives и centered решетки; типы Браве и решетки Браве. Фракционные координаты точки в элементарной ячейке. Индексы кристаллографических направлений и кристаллографических плоскостей в решетке.</p>	2		2	5
6	<p>Дефекты и их роль в процессах деформирования. Дефекты в кристаллах. Классификация дефектов. Точечные дефекты. Линейные (одномерные) дефекты. Поверхностные дефекты. Двойниковые границы. Линии слоев роста. Комбинационная штриховка. Вихри. Объемные (трехмерные) дефекты. Теоретические основы динамики дислокаций и их взаимодействия. Дислокации.</p>	2			5
7	<p>Аморфное состояние вещества. Процессы кристаллизации. Структура аморфных тел. Свойства морфных тел. Процессы перехода к кристаллическому состоянию.</p>			2	5
8	<p>Процессы переноса массы. Диффузия. Явления переноса. Диффузия в твердых телах, жидкостях и газах. Термодиффузия. Радиометрический эффект.</p>	2			5
9	<p>Твердофазные реакции. Активность и активация твердофазных материалов. Спекание. Реакции с участием твердой фазы. Кристаллизация как фазовое превращение вещества. Экспериментальные методы исследования твердофазных реакций. Кинетика твердофазных реакций. Методы исследования механизмов твердофазных реакций. Кристаллизация как фазовое превращение вещества.</p>	2		3	5
10	<p>Зарождение и рост кристаллов. Практика выращивания кристаллов. Классификация процессов кристаллизации. Скорость гомогенного зародышеобразования. Морфология и кинетика роста кристаллов</p>			2	5
11	<p>Принципы конструирования композиционных материалов. Проектные исходные данные. Выбор оптимального состава и технологии. Оценка свойств материала и изделия.</p>	2			5
12	<p>Формирование свойств композиционного материала с учетом его структуры. Управление свойствами структуры композиционных материалов. Структурные механизмы формирования композитов.</p>	2		2	5

13	Композиционные материалы на неорганической неметаллической матрице и на металлической матрице. Формирование структуры и свойств композиционных материалов на неорганической неметаллической матрице. Формирование структуры и свойств композиционных материалов на металлической матрице.			2	4
ВСЕГО		17		17	63

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрено

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №3				
1	Общие сведения о композиционных материалах	Изучение особенности структурных изменений при синтезе композитов	2	2
2	Особенности структурных изменений при синтезе и эксплуатации композитов	Изучение роли дефектов в процессах деформирования	2	5
3	Кристаллохимия	Изучение физико-механические свойства твердых тел	2	2
4	Аморфное состояние вещества. Процессы кристаллизации	Изучение процессов кристаллизации	2	5
5	Твердофазные реакции	Изучение механизма активации твердофазных материалов	3	3
6	Зарождение и рост кристаллов. Практика выращивания кристаллов.	Механизм зарождения и роста кристаллов	2	5
7	Формирование свойств композиционного материала с учетом его структуры.	Механизм формирования свойств композиционного материала	2	2
8	Композиционные материалы на неорганической неметаллической матрице и на металлической матрице	Получение композиционных материалов на неорганической неметаллической матрице	2	4
ИТОГО:			17	28
ВСЕГО:			45	

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрено

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В качестве индивидуального домашнего задания студентам предлагается рассчитать свободную энергию поверхности методом ОВРК механоактивированного природного сырья.

Для этого первоначально студентам, сформированным в группы по 3–4 человека, выдается отдельный вид сырья, назначается вид помольного агрегата, а также время измельчения.

Далее полученные материалы изучаются с помощью прибора для оценки краевого угла смачивания с учетом заданного набора жидкостей. Далее по методике подставляя полученные значения в ряд формул, вычисляется сформированная в результате механоактивационных процессов свободная энергия поверхности и делается вывод об эффективности измельчения как способа активации материала.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1

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

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

2 Компетенция ПК-2

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

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

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

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

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Код компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения о композиционных материалах	ПК-1	Роль материалов в современной технике, различных отраслях промышленности, строительстве. Составные части материаловедения и, в частности, общей теории композиционных материалов: геометрическая кристаллография, структурная кристаллография (кристаллохимия) и теория дефектов, кристаллофизика, физико-химическая кристаллография (образование кристаллов), физика и химия твердого тела, технологии конструкционных и строительных материалов.
2	Особенности структурных изменений при синтезе и эксплуатации композитов	ПК-2	Роль технологических процессов в формировании структуры и свойств композитов. Рассмотрение классической цепочки «состав-структура-свойство». Понятие активности и активации.
3			Понятия структуры, текстуры. Структурные уровни композитов - макроскопический (субмакроскопический), мезо- и микроскопические.
4			Классификации структуры материалов на различных уровнях. Структурные изменения в процессе синтеза и эксплуатации композита.
5	Классификация твердофазных материалов	ПК-1	Общая классификация твердофазных материалов по агрегатному состоянию, количеству фаз, химическому составу и т.д. Классификация технических материалов по основному назначению.
6	Кристаллическое состояние вещества. Идеальные кристаллы	ПК-1	Пространственная решетка. Классы симметрии, сингонии, категории кристаллов и их характеристики. Решетки Бравэ.
7			Экспериментальное изучение структуры кристаллов. Анизотропия свойств кристаллов. Фазовые переходы первого и второго рода. Полиморфизм, изоморфизм. Твердые растворы.
8	Кристаллохимия	ПК-1	Основные понятия кристаллохимии. Эффективный радиус. Координационное число. Типы химической связи (ионная, ковалентная, металлическая, ван-дер-

			ваальсова).
9			Энергия кристаллических веществ. Взаимосвязь физических свойств с типом кристаллической структуры.
10			Механические свойства. Напряжения и деформации. Деформации растяжения (сжатия) и сдвига. Упругие напряжения. Модули упругости (модули Юнга и сдвига, коэффициент Пуассона). Пластические деформации.
11			Текучесть, предел прочности. Теоретическая прочность. Кинетическая природа прочности твердых тел. Уравнение Журкова.
12	Дефекты и их роль в процессах деформирования	ПК-1	Структура реальных кристаллов. Принципы классификации. Классификация дефектов. Дефекты кристалла и кристаллической решетки. Равновесные и неравновесные дефекты. Геометрическая классификация дефектов. Точечные дефекты. Тепловые, примесные дефекты. Дефекты по Шотки и Френкелю. Линейные дефекты.
13			Дислокации. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Основные свойства дислокаций.
14			Поверхностные дефекты. Межфазные границы. Мало- и большеугловые границы. Объемные дефекты. Поры, отрицательные кристаллы. Учет взаимодействия основных типов дефектов в твердофазных материалах.
15			Влияние поверхностных явлений на свойства материалов. Поверхностные свойства, изменяющиеся при наличии адсорбционных слоев. Эффект Ребиндера.
16			Движение дислокаций в идеальном кристалле. Потенциал Пайерлса. Механизмы перемещения дислокаций. Скорость перемещения. Взаимодействие с точечными дефектами.
17			Взаимодействие дислокаций. Дислокационные ансамбли. Полигонизация. Моделирования поверхностных дефектов с использованием дислокаций.
18			Аморфное состояние вещества. Процессы кристаллизации
19	Современные теории строения стекла. Структурная и кинетическая теории. Дислокационная теория плавления и строения стекла.		
20	Структурные изменения в стекле. Ликвация, кристаллизация. Дислокационная модель кристаллизации.		
21	Процессы переноса массы. Диффузия	ПК-1	Диффузионные процессы. Законы Фика. Термодиффузия. Температуры начала диффузии. Энергия активации диффузионных процессов.
22			Механизм диффузии. Механизм диффузии в реальных кристаллах. Влияние дислокаций и

			поверхностных дефектов на процессы диффузии.		
23			Механизмы массопереноса за счет динамики дислокаций.		
24			Диффузионные процессы с учетом напряжений в кристаллической решетке. Массоперенос в условиях скоростной пластической деформации, действия электрического и магнитного поля.		
25	Твердофазные реакции	ПК-2	Особенности твердофазных реакций. Механизм твердофазного взаимодействия. Взаимодействие по Хюттингу. Эффект Хедвалла.		
26			Твердофазное взаимодействие с учетом активационной стадии процесса. Индукционный период. Кинетика твердофазных реакций. Кинетика взаимодействия с учетом неравновесности процесса.		
27			Активность и активация. Теория активированного комплекса. Понятие нормального, стабильного и активированного состояния. Теория пресыщения Рогинского.		
28			Химическая, термическая и механическая активация. Дислокационная модель активирования вещества.		
29			Особенности активационных процессов в технологии строительных материалов.		
30			Процессы, протекающие при спекании. Коэффициент спекания. Температура спекания. Относительная температура спекания. Зависимость температуры спекания от энергии кристаллической решетки.		
31			Стадии спекания. Твердофазное спекание. Диффузионный механизм. Пороговая и непороговая ползучесть. Влияние среды и состояния поверхности. Дислокационные механизмы спекания. Спекание за счет процессов испарения-конденсации. Спекание за счет пластической деформации под давлением. Жидкостное спекание. Реакционное спекание. Реакции с участием жидкой фазы		
32			Общий случай фазовых превращений. Кристаллизационные среды и их особенности. Растворы и расплавы. Газовая среда. Твердая кристаллическая среда.		
33			Зарождение и рост кристаллов. Практика выращивания кристаллов	ПК-1	Теоретические воззрения на зарождение кристаллов. Экспериментальные данные по зарождению кристаллов. Молекулярно-кинетическая теория роста и растворения кристаллов.
34					Дислокационная теория роста кристаллов. Теория послыонного роста.
35	Выращивание монокристаллов из растворов и расплавов. Выращивание монокристаллов из газовой фазы. Кристаллизация из твердой фазы.				
36	Закономерно построенные кристаллические агрегаты.				
37	Принципы конструирования композиционных	ПК-2	Исходные данные, необходимые для проектирования композиционных материалов		
38			Принципы оптимизации технологии и состава материалов		

39	материалов		Критерии оценивания свойств материалов и изделий
40	Формирование свойств композиционного материала с учетом его структуры	ПК-2	Роль технологических процессов в формировании структуры и свойств композитов. Рассмотрение классической цепочки «состав-структура-свойство». Понятия структуры, текстуры.
41			Теория структурообразования и оптимизации структуры искусственных строительных конгломератов (ИСК). Основные закономерности при оптимальных структурах ИСК. Закон створа.
42			Научные принципы и общий метод проектирования состава ИСК оптимальной структуры. Структурные изменения в процессе синтеза и эксплуатации композита.
43	Композиционные материалы на неорганической неметаллической матрице и на металлической матрице	ПК-2	Основные типы керамических композиционных материалов. Выбор компонентов для керамических композиционных материалов. Свойства, применение и технология получения
44			Основные типы композитов на металлической матрице. Особенности фазового состава черных металлов и сплавов. Дисперсно-упрочненные материалы. Металлокерамика.

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

№	Тема лабораторной работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Изучение особенности	ПК-1	1) Какими методами изучают структурные особенности материалов?

№	Тема лабораторной работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
	структурных изменений при синтезе композитов		2) Какие виды оптимальных структур материалов бывают?
2.	Изучение роли дефектов в процессах деформирования	ПК-2	1) Что такое дефекты? 2) Какие дефекты бывают? 3) Как происходит образование дефектов? 4) Как наличие дефектов влияет на процесс деформирования?
3.	Изучение физико-механические свойства твердых тел	ПК-1	1) Методики определения физико-механических свойств
4.	Изучение процессов кристаллизации	ПК-1	1) Что такое кристаллическая структура? 2) Какие существуют параметры кристаллической решетки? 3) Что такое процесс кристаллизации?
5.	Изучение механизма активации твердофазных материалов	ПК-2	1) Какие виды активации материалов существуют? 2) Что такое активность вещества? 3) От чего зависит активность вещества?
6.	Механизм зарождения и роста кристаллов	ПК-1	1) Основные физико-химические условия, необходимые при выращивании кристаллов. 2) Как происходит рост кристаллов, согласно дислокационной теории роста. 3) Основные положения, на которых базируется термодинамическая теория роста кристаллов.
7.	Механизм формирования свойств композиционного материала	ПК-1	1) Что такое композиционный материал? 2) Какие факторы влияют на свойства композиционных материалов?
8.	Получение композиционных материалов на неорганической неметаллической матрице	ПК-2	1) Что такое матрица материала? 2) Какие основные технологические операции при получении композиционных материалов на неорганической неметаллической матрице

Примеры типовых практических задач

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

Задача 1. Предложите методы контроля степени измельчения и механоактивации при помоле компонентов композиционного вяжущего.

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

Задача 2. Предложите способы интенсификации гидратационных процессов в цементных системах с добавлением ультрадисперсных компонентов?

Примеры тестовых заданий

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

1. При механоактивации сырья доля поверхностных атомов, число активных центров и его реакционная способность

А) повышаются

Б) уменьшаются

В) не изменяются

Г) активные центры и реакционная способность не меняются, доля поверхностных атомов увеличивается

Д) активные центры и реакционная способность увеличиваются, доля поверхностных атомов снижается

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

2. Какой из методов не подходит для контроля качества помола сырья

А) лазерная гранулометрия

Б) БЭТ

Г) методы воздухопроницаемости

Д) остаток на сите

Е) индикаторный метод

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знать методики испытаний новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения Знать порядок разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами Знать правила разработки и проведения мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами Знать порядок организации научно-исследовательской работы по разработке

	<p>новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Знать правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Знать правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов</p> <p>Знать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>
Умения	<p>Уметь руководить испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения</p> <p>Уметь организовать разработку и оптимизацию составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Уметь разрабатывать и проводить мероприятия по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Уметь организовать научно-исследовательские работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами;</p> <p>Уметь составлять производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Уметь организовать полное использование производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов</p> <p>Уметь использовать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>
Владения	<p>Владеть навыками проведения испытаний новых и модифицированных композитов строительного и специального назначения</p> <p>Владеть навыками оптимизации составов и технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть навыками разработки и проведения мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть навыками организации научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть навыками составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p>Владеть навыками организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов</p> <p>Владеть навыками контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знать методики испытаний новых и модифицированных композитов строительного и	Не знает методики испытаний новых и модифицированных композитов строительного и	Знает и самостоятельно использует на практике методики испытаний новых и

специального назначения	специального назначения	модифицированных композитов строительного и специального назначения. Допускаются негрубые ошибки.
Знать порядок разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не знает порядок разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Полностью знает порядок разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Знать правила разработки и проведения мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не знает правила разработки и проведения мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Знать все правила разработки и проведения мероприятий по повышению качества выпускаемой продукции и оптимизации технологических процессов производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Знать порядок организации научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не знает порядок организации научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Знает и применяет на практике весь порядок организации научно-исследовательской работы по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Знать правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не знает правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Знает и соблюдает правила составления производственного плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Допускаются негрубые ошибки.
Знать правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов	Не знает правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов	Знает и соблюдает правила организации полного использования производственных мощностей оборудования и внедрение рациональных технологических процессов. Допускаются негрубые ошибки.
Знать оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не знает оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Знает оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения. Допускаются негрубые ошибки.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Уметь руководить испытаниями новых и модифицированных композитов строительного и	Не умеет руководить испытаниями новых и модифицированных композитов	Умеет самостоятельно руководить испытаниями новых и модифицированных

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владеть навыками проведения	Не владеет навыками проведения	Уверенно владеет навыками

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, электронная интерактивная доска Hitahi.
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий 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 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. Дьячков, П.Н. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применения / П.Н. Дьячков. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 293 с.: ил. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM)
2. Русанов, А.И. Термодинамические основы механохимии: монография / А.И. Русанов. – СПб.: Наука, 2006. – 221 с.
3. Урусов В.С. Кристаллохимия. Краткий курс [Электронный ресурс]: учебник/ Урусов В.С., Ерёмин Н.Н. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2010. – 256 с.
4. Евтушенко Е.И. Активационные процессы в технологии строительных материалов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2003. – 209 с.
5. Евтушенко, Е.И. Совершенствование подготовки сырья при использовании активационных процессов в технологии керамики / Е.И. Евтушенко [и др.] // Стекло и керамика. – 2009. – № 1. – С. 15–16.
6. Лорд Э.А. Новая геометрия для новых материалов [Электронный ресурс]/ Лорд Э.А., Маккей А.Л., Ранганатан С. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 262 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24630>.
7. Соболева Л.В. Выращивание новых функциональных монокристаллов [Электронный ресурс] / Соболева Л.В. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 247 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24696>.
8. Рамбиди Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс]: монография/ Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 456 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12980>.
9. Минько, Н.И. Методы получения и свойства нанобъектов: 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.
10. Введение в физику поверхности / К. Оура, В.Г. Лифшиц, А.А. Саранин [и др.]; Ин-т автоматике и процессов упр. ДВО РАН; Ин-т автоматике и процессов упр. ДВО РАН. – М.: Наука, 2006. – 490 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/>