

**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**

**Материаловедение и технология наноструктурированных  
конструкционных и специальных материалов**

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., доц.  (Ю.Н. Огурцова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » сентября 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 » сентября 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 29 » сентября 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><b>Знать:</b> современные методы анализа эффективности производственного процесса</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать эффективность производственного процесса</p> <p><b>Владеть:</b> подходами к устранению производственных потерь</p>
		<p>ОПК 3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач</p>	<p><b>Знать:</b> основы технико-экономического обоснования проектных решений</p> <p><b>Уметь:</b> проводить технико-экономическое обоснование проектных решений</p> <p><b>Владеть:</b> навыками повышения технико-экономической эффективности проектных решений</p>
<p>Профессиональные компетенции</p> <p>Производственно-технологический вид деятельности</p>	<p>ПК 2 Способен обеспечивать цикл производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, в том числе с использованием средств автоматизированного управления</p>	<p>ПК 2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>	<p><b>Знать:</b> технологии производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать технологии производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления плана производства строительных материалов с наноструктурирующими</p>

			ми компонентами
		ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	<p><b>Знать:</b> оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p> <p><b>Уметь:</b> планировать использование оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками контроля 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.	Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества
3.	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.	Композиционные наноструктурированные вяжущие вещества
3.	Материаловедение и технология наноструктурированных конструкционных и специальных материалов
4.	Стандартизация и сертификация материалов строительного и специального назначения
5.	Производственная безопасность и охрана труда на предприятиях nanoиндустрии
6.	Организация производства и управление предприятием
7.	Активационные процессы при синтезе композитов
8.	Структурообразование композитов с использованием наносистем
9.	Учебная ознакомительная практика
10.	Производственная научно-исследовательская работа
11.	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
12.	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 4 зач. единицы

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	107	109
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	74	37	37
лекции	34	17	17
лабораторные	34	17	17
практические			
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	6	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	142	70	72
Курсовой проект			
Курсовая работа	36	36	
Расчетно-графическое задание			
Индивидуальное домашнее задание	9		9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	61	34	27
Экзамен	36		36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 1 Семестр 1

№ 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
<b>Основные понятия материаловедения и технологии получения материалов</b>					
1	Задачи и значение дисциплины. Краткие сведения об истории развития науки о материалах. Основные понятия: материаловедение, материалы.	2			2
2	Классификация материалов. Общие сведения о различных классификационных группах материалов: определение, отличительные признаки.	2			2
3	Качество и свойства материалов.	3		5	8
4	Современное материаловедение и его значение в ускорении научно-технического прогресса.	2			2
5	Основы строения и свойств материалов. Виды кристаллических решеток. Понятие о кристаллических и аморфных веществах.	2			2
<b>Неметаллические материалы</b>					
<b>Отделочные материалы</b>					
6	Назначение отделочных материалов. Материалы для подготовки поверхности к отделке, лаки и политуры для прозрачной отделки, краски и эмали для непрозрачной отделки, олифы.	2		4	6
<b>Строительные материалы</b>					
7	Материалы из природного камня, строительные, неорганические заполнители для бетонов, изделия на основе минеральных вяжущих материалов, сборные бетонные и железобетонные изделия.	2		8	10
<b>Полимерные материалы</b>					
8	Полимеры. Общие сведения о полимерных материалах. Специфические свойства полимеров и олигомеров. Аморфные и кристаллические полимеры. Особенности механических свойств полимеров.	2			2
<b>ВСЕГО</b>		<b>17</b>		<b>17</b>	<b>34</b>

## 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
<b>Неметаллические материалы</b>					
9	Пластмассы. Определение, классификация. Основные свойства пластмасс: прочность, коэффициент трения, теплофизические свойства.	3			2
10	Клеи, классификация и требования к ним.	2			1
11	Эластомеры, резины герметики: исходное сырье, технология получения, свойства и область применения.	2			1
<b>Стекло. Декоративные материалы</b>					
12	Стекло: неорганическое и органическое, ситаллы, металлические стекла, свойства и области применения.	2		8	10
<b>Изоляционные материалы</b>					
13	Классификация материалов. Теплоизоляционные, звукоизоляционные, гидроизоляционные, электроизоляционные, смазочные, кровельные, облицовочные.	2			1
<b>Металлические материалы</b>					
14	Строение металлов. Классификация сплавов. Механические свойства металлов.	2		3	4
15	Железоуглеродистые сплавы. Классификация сталей и их назначение. Твердые и сверхтвердые сплавы. Сплавы цветных металлов.	2		3	4
16	Способы обработки металлов. Теория термической обработки. Химико-термическая обработка.	2		3	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>27</b>

### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 1				
1.	Основные понятия материаловедения и	Физические свойства строительных материалов.	2	2



	технологии получения материалов	Плотность		
2.	Основные понятия материаловедения и технологии получения материалов	Физические свойства. Водопоглощение, пористость и пустотность материала	3	3
3.	Строительные материалы	Механические свойства строительных материалов. Прочность	6	6
4.	Строительные материалы	Механические свойства строительных материалов. Эластичность покрытий	2	2
5.	Отделочные материалы	Механические свойства строительных материалов. Твердость покрытий	2	2
6.	Отделочные материалы	Оптические свойства. Ахроматический цвет покрытий	2	2
ИТОГО:			17	17
семестр № 2				
7.	Стекло. Декоративные материалы	Оптические свойства стекла. Пропускание, поглощение и отражение света	3	3
8.	Стекло. Декоративные материалы	Оптические свойства стекла. Показателя преломления света	2	2
9.	Стекло. Декоративные материалы	Теплофизические строительных материалов. Стекло	3	3
10.	Металлические материалы	Структурный анализ материалов. Макроанализ металлов и сплавов	3	3
11.	Металлические материалы	Структурный анализ материалов. Микроанализ металлов и сплавов	3	3
12.	Металлические материалы	Структурный анализ материалов. Рекристаллизация металлов	3	3
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

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

Каждому студенту преподаватель выдает тему курсовой работы, в которой отражена определенная группа материалов. В рамках курсовой работы студенту необходимо провести обоснование выбора материала из указанной группы для производства детали или изделия.

Цель выполнения курсовой работы – привить студентам навыки самостоятельной работы с технической литературой. Выполнение курсовой работы подразумевает:

- поиск сведений по определенной теме,
- выбор необходимой и достаточной информации из одного или нескольких источников,
- понимание как текстового, так и графического, и численного представления информации,
- анализ полученной информации,
- обобщение имеющихся данных,

- логическое построение ответа на вопрос, исключение противоречивых утверждений,
- использование фактических данных для подтверждения своего заключения (например, механических характеристик материалов),
- расчет параметров структуры и механических характеристик с использованием формул,
- построение графических зависимостей по найденным числовым данным,
- грамотная и четкая формулировка своих мыслей и окончательного вывода.

В рамках курсовой работы студент должен разработать и привести технологический процесс производства заданного материала (изделия).

При описании технологического процесса производства необходимо охарактеризовать все технологические этапы и операции с описанием их назначения.

С учетом рассмотренной информации, руководствуясь требованиями нормативной документации, особенностями технологического процесса, экологичностью, доступностью, себестоимостью, конкретными критериями и параметрами, проведенной сравнительной оценкой, студент должен привести обоснование использования сырья для производства заданного материала (изделия).

Курсовая работа представляется к защите в виде расчетно-пояснительной записки объемом 30–35 с. Расчетно-пояснительная записка печатается на одной стороне стандартного листа бумаги А4.

Темы курсовых работ

1. Объемные наноструктурные материалы
2. Композиционные наноматериалы
3. Наноструктурные конструкционные сплавы на основе железа
4. Нанокompозиты на основе легких металлов
5. Композиционная нанокерамика
6. Нанокompозиты на основе полимеров

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

В процессе индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

**Цель задания:** закрепить теоретические знания в системе прикладного их использования, определить экономический эффект от использования наноструктурированных материалов в сравнении с аналогичными. При выполнении индивидуального домашнего задания (ИДЗ) обучающийся должен уяснить, как необходимо экономически обосновать применение наноструктурированного материала для производства конкурентно способной продукции.

**Структура работы.** ИДЗ состоит из введения, технико-экономического обоснования проекта, расчета капитальных вложений на проведение научно-

исследовательской работы, сравнения экономической эффективности разработанных составов, заключения, списка используемой литературы.

**Оформление индивидуального домашнего задания.** ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в виде отчета на бумажных листах в формате А4. Отчет индивидуального домашнего задания должен иметь титульный лист; задание; содержание и все разделы, согласно вышеуказанной структуре. ИДЗ должно быть оформлено в соответствии с требованиями к текстовым документам (ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам). Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

Варианты для выполнения индивидуальных домашних заданий:

#### Вариант 1

Рассчитать экономическую эффективность по сырьевым затратам мелкозернистого бетона на основе композиционного вяжущего (КВ) по сравнению с мелкозернистым бетоном на основе портландцемента (ПЦ). Годовой выпуск 40000 м<sup>3</sup>/год. При расчете учитывайте данные в таблице.

Сырье	Кол-во для НИР	Стоимость единицы, руб.
Портландцемент	50 кг	4,0
Композиционное вяжущие	50 кг	3,5
Песок	70 кг	0,6
Добавки	0,5 кг	3,8

#### Вариант 2

Рассчитать экономическую эффективность по сырьевым затратам мелкозернистого бетона по сравнению с мелкозернистым бетоном с использованием добавки С-3. Годовой выпуск 50000 м<sup>3</sup>/год. При расчете учитывайте данные в таблице.

Сырье	Кол-во для НИР	Стоимость единицы, руб.
Портландцемент	50 кг	4,0
Композиционное вяжущие	50 кг	3,5
Песок	70 кг	0,6
Добавки	0,5 кг	3,8
С-3	0,5 кг	3,0

#### Вариант 3

Рассчитать экономическую эффективность по сырьевым затратам мелкозернистого бетона на основе наноструктурированного гранулированного заполнителя (ГНЗ) по сравнению с мелкозернистым бетоном без ГНЗ. Годовой выпуск 35000 м<sup>3</sup>/год. При расчете учитывайте данные в таблице.

Сырье	Кол-во для НИР	Стоимость единицы, руб.
Портландцемент	50 кг	4,0
Композиционное вяжущие	50 кг	3,5
Песок	70 кг	0,6
Добавки	0,5 кг	3,8
ГНЗ	0,5 кг	2,0

## 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	<i>зачет, экзамен, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, защита ИДЗ, тестовый контроль, выполнение практических заданий</i>
ОПК 3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	<i>зачет, экзамен, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, защита ИДЗ, тестовый контроль, выполнение практических заданий</i>

**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	<i>зачет, экзамен, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, защита лабораторной работы, тестовый контроль, выполнение практических заданий</i>
ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	<i>зачет, экзамен, дифференцированный зачет при защите курсовой работы, защита лабораторной работы, тестовый контроль, выполнение практических заданий</i>

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

##### Зачет

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Основные понятия материаловедения и	ОПК 3.1 Владеет современными методами	Краткие сведения об истории развития науки о материалах.

2.	технологии получения материалов	анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Определение материаловедения и материалов.	
3.			Классификация материалов.	
4.			Общие сведения о различных классификационных группах материалов: определение, отличительные признаки.	
5.			Классификация технологий получения материалов.	
6.		ПК 2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Способы получения строительных композитов.	
7.			Особенности получения металлов и сплавов.	
8.			Особенности получения полимерных материалов.	
9.		ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	ОПК 3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	Тенденции развития современного материаловедения.
10.				Виды кристаллических решеток.
11.				Дефекты кристаллических решеток.
12.				Понятие полиморфизма.
13.				Анизотропия.
14.				Понятие о кристаллических и аморфных веществах.
15.				Свойства материалов.
16.				Классификация методов испытаний материалов.
17.		Отделочные материалы	ОПК 3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Синтетические облицовочные материалы, декоративные бумажно-слоистые пластики. Свойства и области применения.
18.	Основные характеристики и назначение отделочных материалов.			
19.	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения		Материалы для подготовки поверхности к отделке, лаки и политуры для прозрачной отделки, краски и эмали для непрозрачной отделки, олифы.	
20.			Материалы из природного камня.	
21.	Строительные материалы	ОПК 3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь	Строительные, неорганические заполнители для бетонов.	
22.			Изделия на основе минеральных вяжущих материалов.	
23.			Сборные бетонные и железобетонные изделия.	

24.	Полимерные материалы	и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Основные понятия и определения функциональных и электротехнических материалов.
25.			Диэлектрические, проводниковые, полупроводниковые, магнитные материалы и области их применения.
26.			Общие сведения о полимерных материалах.
27.			Специфические свойства полимеров и олигомеров.
28.		ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Аморфные и кристаллические полимеры.
29.			Особенности механических свойств полимеров.
30.			Классификация полимеров по происхождению, по отношению к нагреванию, по полярности, по пространственному строению макромолекул, по химической природе атомов элементов.
31.			Взаимосвязь строения и свойств полимеров.
32.			Межмолекулярные взаимодействия в полимерах и олигомерах, понятия адгезии и когезии.

### Экзамен

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Металлические материалы	ПК 2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Получение объемных наноматериалов. Порошковая металлургия (компактирование).
2.			Получение объемных наноматериалов. Интенсивная пластическая деформация.
3.			Получение объемных наноматериалов. Кристаллизация объемно-аморфизирующихся сплавов.
4.			Получение объемных наноматериалов. Нанокompозиты на основе пористых матриц.
5.		ОПК 3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Свойства и применение объемных наноматериалов. Электронное строение и структура.
6.			Свойства и применение объемных наноматериалов. Фазовые равновесия и термодинамика.
7.			Свойства и применение объемных наноматериалов. Механические свойства наноматериалов.
8.			Свойства и применение объемных

			наноматериалов. Теплофизические свойства наноматериалов.	
9.			Свойства и применение объемных наноматериалов. Электрические свойства наноматериалов.	
10.			Свойства и применение объемных наноматериалов. Магнитные свойства наноматериалов.	
11.			Свойства и применение объемных наноматериалов. Диффузионные свойства.	
12.			Применение объемных наноматериалов.	
13.		ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Явления пространственно-временной самоорганизации на поверхности монокристаллов металлов.	
14.			Методы получения наноструктурных слоев.	
15.			Методы исследования нанопорошков и наноматериалов.	
16.			Структурный анализ материалов. Макроанализ	
17.			Структурный анализ материалов. Микроанализ	
18.			Структурный анализ материалов. Рекристаллизация металлов.	
19.	Изоляционные материалы	ОПК 3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Получение нанопленок и нанопокровов.	
20.				Свойства нанопленок и нанопокровов.
21.				Применение нанопленок и нанопокровов.
22.			ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Механические свойства материалов. Эластичность покрытий.
23.				Механические свойства материалов. Твердость покрытий.
24.			Оптические свойства материалов. Ахроматический цвет покрытий.	
25.	Стекло. Декоративные материалы Стекло. Декоративные материалы		Оптические свойства материалов. Пропускание, поглощение и отражение света.	
26.			Оптические свойства материалов. Показателя преломления света.	
27.			Теплофизические свойства материалов. Стекло.	
28.	Неметаллические материалы	ОПК 3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и	Функциональные наноструктурированные материалы. Классификация, свойства, получение.	
29.				Объемные нанокристаллические материалы. Классификация, свойства,

		инженерных задач	получение.
30.			Микроструктура нанокристаллических материалов.
31.			Нанокompозиты на основе керамик. Классификация, свойства, получение
32.			Нанокompозиты на основе металлов. Классификация, свойства, получение.

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Вопрос для защиты курсовой работы
ОПК 3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	1. Классификация функциональных наноструктурированных материалов.
ОПК 3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	2. Особенности свойств функциональных наноструктурированных материалов. 3. Назначение функциональных наноструктурированных материалов. 4. Понятие наноструктурированного материала, примеры. 5. Понятие нанокристаллического материала, примеры. 6. Свойства нанокompозитов на основе керамик. 7. Области применения нанокompозитов на основе керамик. 8. Свойства нанокompозитов на основе металлов. 9. Области применения нанокompозитов на основе металлов.
ПК 2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	10. Принципы получения объёмных нанокристаллических материалов.
ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	11. Способы исследования микроструктуры нанокристаллических материалов. 12. Особенности микроструктуры нанокристаллических материалов. 13. Взаимосвязь микроструктуры и свойств нанокристаллических материалов. 14. Сырьё для нанокompозитов на основе керамик. 15. Сырьё для нанокompозитов на основе металлов.

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

**Лабораторные работы.** В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи,



необходимые теоретические и методические указания к работе, даны варианты выполнения и перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Контрольные вопросы
1.	Физические свойства строительных материалов. Плотность	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	1. Приведите классификацию видов плотности для строительных материалов. 2. Дайте понятие средней плотности материала и каково ее отличие от истинной плотности? 3. Для каких материалов определяется насыпная плотность? 4. Какое лабораторное оборудование требуется для измерения насыпной, средней и истинной плотности материала? 5. Приведите методику определения средней плотности материала.
2.	Физические свойства. Водопоглощение, пористость и пустотность материала	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	1. Дайте определение пористости и пустотности материала 2. Какая связь между пористостью и водопоглощением строительного материала? 3. Для каких материалов требуется нахождение пустотности, а для каких пористости? 4. Какова методика нахождения водопоглощения? 5. От чего зависит пустотность?
3.	Механические свойства строительных материалов. Прочность	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	1. Что такое марка по прочности и как она определяется? Как определить прочность бетона с разрушением и без разрушения образцов? 2. От чего зависит прочность строительных материалов? 3. Какие разрушающие методы определения прочности вы знаете? 4. Какой материал обладает высокими показателями качества с точки зрения ККК.

№	Тема лабораторной работы	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Контрольные вопросы
4.	Механические свойства материалов. Эластичность покрытий	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На чем основан принцип измерения эластичность лакокрасочных покрытий?</li> <li>2. От каких параметров зависит эластичность?</li> <li>3. Какие требования к материалу подложки?</li> <li>4. Опишите методику измерения эластичности покрытий.</li> <li>5. Что представляет собой измерительный инструмент ШГ?</li> </ol>
5.	Механические свойства материалов. Твердость покрытий	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На чем основан принцип измерения твердости покрытий?</li> <li>2. От каких параметров зависит твердость?</li> <li>3. Какие требования к пластинке?</li> <li>4. Опишите методику измерения твердости покрытий.</li> <li>5. Что представляют собой маятники для измерения твердости покрытий?</li> </ol>
6.	Оптические свойства. Ахроматический цвет покрытий	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На чем основан принцип измерения цветового тона лакокрасочных покрытий?</li> <li>2. Оптическая система фотоэлектрического колориметра.</li> <li>3. Определение правильности градуировки.</li> <li>4. Опишите методику определения цвета покрытия.</li> <li>5. Опишите работу с автоматизированным устройством распознавания цвета.</li> </ol>
7.	Оптические свойства материалов. Пропускание, поглощение и отражение света	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. С помощью каких параметров можно рассчитать коэффициенты пропускания, поглощения и отражения света?</li> <li>2. Принцип действия линз Френеля.</li> <li>3. От чего зависят спектральные свойства стекол?</li> <li>4. Чем можно обеспечить высокое пропускание в УФ- и ИК- области?</li> <li>5. С помощью чего создаются ионные,</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Контрольные вопросы
		строительного и специального назначения	молекулярные и коллоидные центры окрашивания?
8.	Оптические свойства материалов. Показателя преломления света	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	1. Какие параметры относятся к оптическим показателям? 2. От каких параметров зависит показатель преломления? 3. Какую роль выполняют иммерсионные жидкости? 4. Правило Бекке. 5. Приведите примеры кронов и легких кронов.
9.	Теплофизические свойства материалов. Стекло	ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	1. Что такое удельная теплоемкость и как она определяется? 2. От каких параметров зависит теплоемкость? 3. Какие тепловые свойства наиболее важны для строительных материалов? 4. Какие методы определения удельной теплоемкости вы знаете? 5. Как можно рассчитать удельную теплоемкость в зависимости от химического состава?
10.	Структурный анализ материалов. Макроанализ металлов и сплавов	ПК 2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	1. В чем заключается сущность метода макроструктурного анализа металлов и сплавов? 2. Что позволяет оценить макроанализ? 3. Что называется макроструктурой металлов? 4. Какие дефекты могут проявляться на изделиях, получаемых методом литья? 5. Какие дефекты проявляются в сварных изделиях? 6. Что называется изломом металла? Какие виды изломов металлов бывают? 7. Что представляет собой макрошлиф и как его изготавливают? 8. Что такое травление образца и как его осуществляют? 9. Что называется ликвацией сплавов?

№	Тема лабораторной работы	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Контрольные вопросы
			10. Что представляет собой дендритность и волокнистость?
1 1.	Структурный анализ материалов. Микроанализ металлов и сплавов	ПК 2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем заключается сущность микроскопического анализа металлов и сплавов?</li> <li>2. Что представляет собой микроструктура металла?</li> <li>3. Что такое микрошлиф и как его получают?</li> <li>4. С помощью каких приборов производится микроанализ металлов и сплавов?</li> <li>5. Как определяется цена деления окуляра-микрометра?</li> <li>6. Какими методами определяется размер зерна по микрошлифу?</li> <li>7. Что позволяет определить микроанализ металлов и сплавов?</li> </ol>
1 2.	Структурный анализ материалов. Рекристаллизация металлов	ПК 2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изложить основные теоретические положения о пластической деформации и рекристаллизации металла.</li> <li>2. Изучить, зарисовать и объяснить микроструктуру недеформированного образца и образцов, подвергнутых холодному пластическому деформированию с различной степенью деформации.</li> <li>3. Как влияет холодное пластическое деформирование и рекристаллизационный отжиг на изменение формы, размеров зерна и твердость металла?</li> <li>4. Что называется рекристаллизационным отжигом?</li> <li>5. Что такое полигонизация?</li> </ol>

### Индивидуальное домашнее задание

К защите допускается законченная работа при соблюдении всех изложенных выше требований. Защита производится в присутствии преподавателя и студентов-слушателей. Для доклада отводится 5–7 минут, в течение которых студент сообщает основное содержание работы в следующей последовательности:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Вопрос для защиты курсовой работы
ОПК 3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного	На основе каких показателей производился анализ эффективности материала или

процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	производственного процесса?
ОПК 3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	Приведите технико-экономическое обоснование работы. Опишите экономическую эффективность материала.

### Пример тестовых заданий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Задание
ОПК 3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	К обобщающим показателям эффективности использования материальных ресурсов не относится:  А) материалоемкость, Б) материалоотдача, В) удельный вес материальных затрат в себестоимость продукции, Г) реутилизация, Д) коэффициент использования материальных ресурсов.
ОПК 3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	Стимулами внедрения продукции по новой технологии являются: А) повышение величины показателей эксплуатационных свойств (качества изделия), продолжительности его эксплуатации, Б) снижения расхода ресурсов на изготовление изделия, В) снижение расхода ресурса на поддержание изделия в работоспособном состоянии, Г) увеличение продолжительности межремонтного периода, Д) снижение энергопотребления в процессе эксплуатации изделия, Е) все варианты верны.
ПК 2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	При производстве каких бетонов не используются наноструктурирующие компоненты для придания улучшенных и специальных характеристик: А) самоочищающийся бетон, Б) высокопрочный бетон, В) самоуплотняющийся бетон, Г) тяжелый бетон.
ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Сопоставьте определяемую характеристику наноматериала и метод исследования: А) Химический и минеральный состав (включая состав защитного покрытия поверхности). Б) Молекулярная структура. Г) Форма частиц и наличие агломератов. Д) Распределение размеров частиц.

	<p>Е) Пористость и площадь поверхности. Ж) Поверхностный заряд.</p> <p>1) Определение дзета-потенциала. 2) Рентгенофлуоресцентный анализ. 3) Адсорбционная порометрия. 4) Инфракрасная спектроскопия. 5) Гранулометрия. 6) Растровая электронная микроскопия.</p>
--	---

### Пример практических заданий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Задание
	<i>Перед внедрением наноматериала «наносилика» в производственный процесс составьте его описание по следующему плану:</i>
ОПК 3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	<p>- Имеются ли на рынке аналоги наноматериала с частицами обычных размеров?</p> <p>- Каковы источники дополнительной информации о данном наноматериале?</p>
ОПК 3.2 Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач	<p>- Существуют ли другие аналоги разработанного наноматериала?</p> <p>- Как долго этот материал или аналогичный материал находится на рынке или в торговой сети?</p>
ПК 2.1 Составляет производственный план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<p>- Как изготовлен наноматериал (способ, метод, техпроцесс и т. п.)?</p> <p>- Какова стадия разработки материала (лабораторные исследования, пилотный проект, демонстрация и т. д.)?</p>
ПК 2.4 Осуществляет контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	<p>- Каковы источники материала (он произведен в организации или приобретен у поставщиков)?</p> <p>- Каким способом и в какой форме осуществляется транспортировка материала (до организации, рабочего места, до оборудования)?</p>

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

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено (3 и выше), не зачтено (2).

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	современные методы анализа эффективности производственного процесса
	основы технико-экономического обоснования проектных решений
	технологии производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
	оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
Умения	анализировать эффективность производственного процесса
	проводить технико-экономическое обоснование проектных решений
	выбирать технологии производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
	планировать использование оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
Владение	подходами к устранению производственных потерь
	навыками повышения технико-экономической эффективности проектных решений
	навыками составления плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
	навыками контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

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

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание современных методов анализа эффективности производственного процесса	Не может назвать более двух методик	С дополнительной помощью перечисляет не менее трех методик	Перечисляет не менее трех методик	Перечисляет не менее трех методик, приводит примеры
Знание основ технико-экономического обоснования проектных решений	Не знает основы технико-экономического обоснования проектных решений	Допускает ошибки при описании основ технико-экономического обоснования проектных решений	Знает основы технико-экономического обоснования проектных решений	Исчерпывающе описывает основы технико-экономического обоснования проектных решений, приводит примеры
Знание технологий производства строительных материалов с	Не может описать более одной технологии производства	Не может описать более двух технологий производства	Описывает технологии производства не менее трех	Исчерпывающе описывает технологии производства не

наноструктурирующими компонентами	строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	менее трех строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
Знание оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не знает оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Допускает ошибки при описании оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Знает оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Исчерпывающе описывает оборудование и сырьевые материалы по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения, приводит примеры

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение анализировать эффективность производственного процесса	Не способен анализировать эффективность производственного процесса	Анализирует эффективность производственного процесса по одному показателю	Анализирует эффективность производственного процесса не менее чем по двум показателям	Анализирует эффективность производственного процесса не менее чем по трем показателям
Умение проводить технико-экономическое обоснование проектных решений	Не может провести технико-экономическое обоснование проектных решений	Допускает ошибки при проведении технико-экономического обоснования проектных решений	Проводит технико-экономическое обоснования проектных решений	Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений с использованием разных подходов
Умение выбирать технологии производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не может обосновать выбор технологии производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	С дополнительной помощью обосновывает выбор технологии производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Обосновывает выбор технологии производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Исчерпывающе обосновывает выбор технологии производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, приводит примеры и сравнения
Умение планировать использование оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не способен планировать использование оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Допускает ошибки при планировании использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Способен планировать использование оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Планирует и сравнивает эффективность использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения



				назначения
--	--	--	--	------------

## Оценка сформированности компетенций по показателю Владение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение подходами к устранению производственных потерь	Не называет ни одного подхода к устранению производственных потерь	Не может назвать более двух подходов	Называет не менее трех подходов	Называет четыре и более подхода, приводит примеры
Владение навыками повышения технико-экономической эффективности проектных решений	Не способен предложить решения по повышению технико-экономической эффективности проектных решений	Допускает ошибки при предложении решений по повышению технико-экономической эффективности проектных решений	Предлагает решения по повышению технико-экономической эффективности проектных решений	Предлагает решения по повышению технико-экономической эффективности проектных решений, сравнивает их эффективность
Владение навыками составления плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Не может составить план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Упускает технологические этапы при составлении плана производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Составляет план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Составляет развернутый план производства строительных материалов с наноструктурирующими компонентами, предлагает альтернативы
Владение навыками контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Не способен осуществить контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Допускает ошибки при осуществлении контроля использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Способен осуществить контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Способен осуществить контроль использования оборудования и сырьевых материалов по производству наноструктурированных композитов строительного и специального назначения, предлагает способы рационализации процесса производства и рекомендации по ресурсосбережению

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2.	Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении»	Комплекс оборудования для испытаний образцов композиционных материалов: - гидравлический пресс, - приспособления для испытания образцов-балочек на изгиб, - сушильный шкаф с автоматической регулировкой температуры в пределах 100–110 °С, - весы технические, - пикнометры вместимостью 50–100 мл, - лабораторная баня водяная или песчаная, - электроплитка с закрытым нагревательным элементом, - стандартная воронка для определения насыпной плотности материала, - штангенциркуль и металлическая линейка, - сита №1 и №0063, - лупа (4х), - шкала гибкости ШГ, - толщиномер, - секундомер, - маятник Кенига или маятник Персоза, - фотоэлектрический колориметр, - источник света типа А, - осциллографная бумага, - малая фотометрическая скамья, - график для перехода от трехцветных координат к координатам цветовой тон, чистота цвета, - лабораторная посуда, - набор предметных и покрывных стекол, - поляризационный микроскоп, - спектрофотометр LEKI SS-1207, - камера охлаждения, - сосуд Дьюара, - коллекция образцов с основными дефектами (сварные соединения, детали, упрочненные термической, химико-термической обработкой или наплавкой), - детали, изготовленные резанием и обработкой давлением, - макрошлифы, - металлографический микроскоп.

3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4.	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	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

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

1. Строкова В.В. Материаловедение и технология конструкционных и специальных материалов [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаб. раб. / В.В. Строкова, Н.Ф. Жерновая, П.С. Баскаков, М.М. Косухин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.

2. Строкова В.В. Материаловедение и технология конструкционных и специальных материалов [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению практ. раб. / В.В. Строкова, Н.Ф. Жерновая, П.С. Баскаков. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.

3. Строкова В.В. Материаловедение и технология конструкционных и специальных материалов [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению расч.-граф. зад. / В.В. Строкова, В.В. Нелюбова, А.В. Ищенко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.

4. Косухин М.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: метод. указания / М.М. Косухин. – 2-е изд., доп. и перераб. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.

5. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник / С.Н. Колесов, И.С. Колесов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2007. – 535 с.

6. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / под ред. О.С. Комарова. – Минск: Новое знание, 2005. – 559 с.

7. Павленко В.И. Полимерные радиационно-защитные композиты: монография / В.И. Павленко. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 219 с.

8. Андреева А.В. Основы физикохимии и технологии композитов: учеб. пособие / А.В. Андреева. – Москва: Радиотехника, 2001. – 191 с.

9. Череватова А.В. Минеральные наноструктурированные вяжущие. Природа, технология и перспективы применения: монография / А.В. Череватова, В.В. Строкова, И.В. Жерновский, 2010. – 161 с.

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

1. Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Витязь П. А. – Минск: Вышэйшая школа, 2010. – 302 с. <http://www.iprbookshop.ru/20108>

2. Витязь, П.А. Функциональные материалы на основе наноструктурированных порошков гидроксида алюминия [Текст] / Витязь П.А. – Минск: Белорусская наука, 2010. – 184 с. <http://www.iprbookshop.ru/29539>

3. Илюшин, В.А. Физикохимия наноструктурированных материалов [Текст] / В.А. Илюшин. – Новосибирск: НГТУ, 2013. – 107 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229009>

4. Рудской, А.И. Наноструктурированные металлические материалы [Текст] / А.И. Рудской. – Санкт-Петербург: Наука, 2011. – 270 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427718>