

**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.  
« 23 » апреля 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Системная методология проектирования 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 » апреля 2021 г., протокол № 4

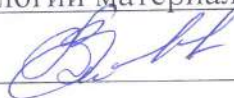
Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.



(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
Универсальные  Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	<b>Знать:</b> основы формулирования проектных задач и основные правила управления <b>Уметь:</b> ставить цель, задачу проекта, разрабатывать план выполнения <b>Владеть:</b> навыками контроля выполнения проекта
Общепрофессиональные компетенции  Ответственность в профессиональной деятельности	ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	<b>Знать:</b> методологию системных исследований <b>Уметь:</b> ориентироваться в области подбора эффективных сырьевых компонентов, энергосберегающих, экономически целесообразных технологий получения композитов различного назначения <b>Владеть:</b> навыками системного проектирования и комплексного аналитического обзора
Профессиональные компетенции  Производственно-технологический	ПК-1 Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами	ПК 1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<b>Знать:</b> этапы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами <b>Уметь:</b> организовывать работу по разработке и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами <b>Владеть:</b> навыками контроля при организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
		ПК 1.4 Организует научно-исследовательскую	<b>Знать:</b> основные понятия теории сложноорганизованных

		<p>работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>	<p>систем, основные принципы проектирования композиционных материалов  <b>Уметь:</b> ставить задачи применения наносистем и наноматериалов в различных сферах  <b>Владеть:</b> навыками самостоятельного планирования работ по реализации профессиональных функций</p>
		<p>ПК 1.5 Осуществляет метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>	<p><b>Знать:</b> основы метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения  <b>Уметь:</b> применять нормативную документацию при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения  <b>Владеть:</b> навыками контроля соблюдения метрологических норм и правил при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 1. Компетенция УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Основы проектной деятельности
2.	Системная методология проектирования материалов
3.	Основы и технологии бережливого производства
4.	Проектное обучение
5.	Производственная научно-исследовательская работа
6.	Производственная преддипломная практика

### 2. 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

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

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

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 2 зач. единицы

Форма промежуточной аттестации зачет

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

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>Основные понятия теории сложноорганизованных систем</b>					
1	Основные понятия теории систем. Общая теория систем. Концепция сложноорганизованных систем. Синергетика.	1	-	-	3
<b>Специфика методологии системных исследований</b>					
2	Методология исследования. Системный подход и понятие системы. Принципы системного подхода.	2	-	-	4
<b>Инвариантные взаимодействия элементов и частей в системном анализе</b>					
3	Сущность системного анализа. Основные понятия системного анализа. Основные понятия исследования операций. Терминология и свойства системы.	2	-	-	4
<b>Основные принципы создания композиционных материалов</b>					
4	Понятие композиционного материала. Виды композиционных материалов. Особенности структуры и свойств современных композиционных материалов.	2	-	-	5
<b>Систематика и дизайн материалов</b>					
5	Классификация функциональных неорганических материалов. Физико-химические принципы конструирования новых материалов. Структурная иерархия материалов. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур. Важнейшие проблемы науки о материалах.	2	-	-	4
<b>Принципы проектирования композиционных материалов</b>					
6	Проектирование композиционных материалов с заданной структурой и свойствами. Оценка и контроль свойств композиционных материалов.	2	-	7	20
<b>Эволюция представлений о строительных материалах</b>					
7	Особенности структуры и свойств современных строительных материалов. Этапы проектирования материалов, особенности методологии исследования на различных этапах	2	-	-	5
<b>Целостность и иерархичности системы композита</b>					
8	Понятие целостности и иерархичности. Примеры иерархической структуры композитов различного назначения.	2	-	-	5
<b>Факторы, оказывающие преобладающее влияние на характеристики композита</b>					
9	Генезис сырья. Состав. Технология получения.	2	-	10	22

	Условия синтеза. Условия эксплуатации.				
	ВСЕГО	17	-	17	72

#### 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 № 2				
1	Принципы проектирования композиционных материалов.	Проектирование состава бетонов различных видов	3	8
2	Принципы проектирования композиционных материалов.	Получение бетона заданных свойств	4	10
3	Факторы, оказывающие превалирующее влияние на характеристики композита.	Оценка качества заполнителя бетона	3	6
4	Факторы, оказывающие превалирующее влияние на характеристики композита.	Оценка качества вяжущего вещества	3	6
5	Факторы, оказывающие превалирующее влияние на характеристики композита.	Анализ эксплуатационных свойств бетона	4	8
ИТОГО:			17	38
ВСЕГО:				38

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

Не предусмотрено учебным планом.



## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

#### **1 Компетенция УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла**

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, выполнение практического задания

#### **2 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	зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, выполнение практического задания

#### **3 Компетенция ПК-1 Способен осуществлять организационно-методическое руководство разработкой строительных композитов с наноструктурирующими компонентами**

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК 1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, выполнение практического задания
ПК 1.4 Организует научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, выполнение практического задания
ПК 1.5 Осуществляет метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, выполнение практического задания

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные понятия теории сложноорганизованных	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную	Основные понятия теории сложноорганизованных систем

	систем	задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	
2	Специфика методологии системных исследований		Специфика методологии системных исследований
3			Основы системной методологии
4			Системный подход
5			Синергетический подход
6			Информационный подход
7			Гомеостатический подход
8	Инвариантные взаимодействия элементов и частей в системном анализе	ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Инвариантные взаимодействия элементов и частей в системном анализе
9	Основные принципы создания композиционных материалов		Основные принципы создания композиционных материалов
10	Систематика и дизайн материалов		Систематика и дизайн материалов
11		Закономерности в системах	
12	Принципы проектирования композиционных материалов	ПК 1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Принципы проектирования композиционных материалов
			Полиструктурная конструкция, как пример системной методологии проектирования строительных материалов.
13	Эволюция представлений о строительных материалах		Эволюция представлений о строительных материалах
14			Этапы проектирования строительных материалов, особенности методологии исследования на различных этапах
15	Целостность и иерархичности системы композита		Целостность и иерархичности системы строительного композита
16			Примеры иерархической структуры композитов различного назначения
17			Разработка иерархической структуры радиационно-защитных композитов
18			Принципиальная схема конструирования композитов с использованием конструкции
19			Иерархические структуры специальных и декоративных покрытий и их критериев качества
20			Факторы оказывающие превалирующее влияние на характеристики композита
21	Генезис сырья – технология, условия – качество продукта		
22	Особенности получения НВ, в зависимости от генетического типа сырья		
23	Способ сокращения альтернатив при разработке рецептуры материалов		

		специального назначения на основе изучения структурообразования
24		Классификация функциональных неорганических материалов
25		Физико-химические принципы конструирования новых материалов
26		Особенности создания материалов на основе диссипативных структур.
27	ПК 1.4 Организует научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Принцип периодичности
28		Принцип физико-химического анализа
29		Ограничения числа независимых параметров состояния
30		Разупорядочения и непостоянства состава
31		Принцип «топохимической памяти»
32		Принцип метастабильного многообразия
33		Принцип усложнения состава.

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

#### Лабораторные работы

№	Тема лабораторной работы	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Контрольные вопросы
1.	Проектирование состава бетонов различных видов	УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	1. Какую роль выполняют в бетонах вяжущие вещества? 2. Какое функциональное назначение заполнителей в бетоне? 3. Какие бывают заполнители бетона? 4. В чем сущность фракционирования заполнителей?
		ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	5. Как выбрать оптимальный расход воды в бетонных смесях? 6. Какие существуют способы экономии цемента? 7. Бетоны на основе ВНВ. 8. Бетоны на основе ТМЦ (тонкомолотых многокомпонентных цементов).
		ПК 1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	9. Какие исходные данные требуются для расчета состава бетонов различных видов? 10. В чем заключается расчетно-экспериментальный метод проектирования составов бетона с заданной прочностью и удобоукладываемостью?

№	Тема лабораторной работы	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Контрольные вопросы
			<p>11. Как запроектировать состав бетона, обеспечивающий комплекс требуемых свойств?</p> <p>12. Как запроектировать состав легкого бетона?</p> <p>13. Как запроектировать состав ячеистого бетона?</p>
		ПК 1.4 Организует научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<p>14. Какие задачи преследует проектирование лабораторных и производственных составов бетона?</p> <p>15. В чем заключается правило водоцементного отношения и его значения при проектировании составов бетонов?</p> <p>16. Как обеспечить оптимальное соотношение заполнителей?</p>
		ПК 1.5 Осуществляет метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	<p>17. Основные показатели качества бетона.</p> <p>18. Основные строительно-технические характеристики бетонов.</p> <p>19. Какие существуют показатели качества цементов?</p> <p>20. Какие существуют способы определения качества заполнителей?</p>
2.	Получение бетона заданных свойств	ПК 1.4 Организует научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<p>1. Понятие объемной концентрации цементного теста.</p> <p>2. Понятие водоцементного отношения истинного.</p> <p>3. Оценка значимости коэффициентов регрессии.</p> <p>4. Оценка адекватности уравнения регрессии.</p>
3.	Оценка качества заполнителя бетона	ПК 1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	<p>1. Дайте определение мелкого заполнителя бетонов.</p> <p>2. Какие виды песков вы знаете?</p> <p>3. Перечислите свойства песка и методы их определения.</p> <p>4. Чем характеризуется крупность песка.</p> <p>5. От чего зависит пустотность песка?</p> <p>6. Что называется крупным заполнителем бетона?</p> <p>7. Чем отличается щебень от гравия?</p> <p>8. Классификация крупных заполнителей.</p> <p>9. Перечислите свойства щебня и охарактеризуйте их.</p> <p>10. Как взаимосвязаны свойства крупного заполнителя и свойства бетона?</p>
4.	Оценка качества вяжущего вещества	ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	<p>1. Что такое портландцемент?</p> <p>2. Понятие химического и минерального состава цемента.</p> <p>3. Какими физическими и механическими свойствами обладает портландцемент и цементный камень?</p> <p>4. Опишите методику определения нормальной плотности цементного теста и связь этой</p>

№	Тема лабораторной работы	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Контрольные вопросы
			характеристики со свойствами цементного камня. 5. Какие виды цементов Вы знаете?
5.	Анализ эксплуатационных свойств бетона	ПК 1.5 Осуществляет метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	1. Прочность бетона, определение. Виды. 2. Что такое класс бетона, марка бетона? 3. Методика определения прочности на сжатие образцов кубической формы. 4. Методика определения прочности на сжатие образцов цилиндрической формы. 5. Методика определения прочности бетона на растяжение. 6. Маркировка образцов. 7. Морозостойкость бетона, её определение. 8. Методика проведения испытаний по морозостойкости.

### *Примеры тестовых заданий*

Код компетенции, код и наименование индикатора достижения компетенции	Тестовое задание
УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	Под проблемой понимают: А) совокупность существенных свойств, которыми система обладает в каждый момент времени Б) соотношение между заданным (целевым) показателем результата функционирования системы и фактически реализованным В) устойчивое множество отношений, которое сохраняется длительное время неизменным, по крайней мере в течение интервала наблюдения Г) разница между существующей и желаемой системами
ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению	Под эффективностью системы понимают: А) совокупность существенных свойств, которыми система обладает в каждый момент времени Б) соотношение между заданным (целевым) показателем результата функционирования системы и фактически реализованным В) устойчивое множество отношений, которое сохраняется длительное время неизменным, по крайней мере в течение интервала наблюдения Г) разница между существующей и желаемой системами
ПК 1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Проектирование состава бетона с наноструктурирующими компонентами осуществляют в соответствии с заданием, которое включает следующие данные (возможно несколько вариантов ответа): А) нормируемые показатели качества бетона (класс или требуемая прочность бетона к определенному сроку, условия твердения, однородность по прочности и другие данные) Б) показатели качества бетонной смеси (подвижность или жесткость, наибольшая крупность заполнителя и др.) В) ограничение по составу бетона и применяемым материалам для его приготовления Г) дополнительные требования к бетону по морозостойкости, водонепроницаемости и другим

	характеристикам Д) все ответы верны
ПК 1.4 Организует научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Организация сбора и отбора информации для проведения научного исследования предусматривает (возможно несколько вариантов ответа): А) определение круга вопросов, которые будут изучаться Б) установление хронологических границ поиска необходимой информации В) уточнение возможности использования литературы зарубежных авторов Г) уточнение источников информации (книги, статьи, стандарты или др.) Д) определение степени отбора литературы - всю по этому вопросу или только отдельные материалы Е) участие в работе тематических семинаров и конференций Ж) личные контакты со специалистами по данной проблеме З) изучение архивных документов, научно-технических отчетов И) поиск информации в Internet К) все ответы верны
ПК 1.5 Осуществляет метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Основные положения метрологического обеспечения нормируются: А) ГОСТ Р 8.820 Б) ГОСТ 8.010 В) ГОСТ Р 8.892 Г) ГОСТ Р 8.563

### *Примеры практических заданий*

Код компетенции, код и наименование индикатора достижения компетенции	Практическое задание														
УК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	<p>Рассчитать состав бетона. Проанализировать зависимость средней плотности и прочности от способа твердения образцов: в нормальных условиях (28 суток) и при тепловлажностной обработке (8 часов, испытание через 28 суток). Сделать выводы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Исходные данные</b></p> <p>Требуется получить ячеистый бетон с применением композиционного (цементно-известкового) вяжущего средней плотности 500 кг/м<sup>3</sup> с возможно большей прочностью. Объем одного замеса – 10 л.</p> <p>Исходные материалы: портландцемент ЦЕМ I 42.5 Н, молотая известк-кипелка активностью 70 %, кремнеземистый наполнитель – зола-уноса (<math>\rho=2,06</math> г/см<sup>3</sup>), поверхностно-активное вещество – СБ-5, замедлитель скорости гидратации извести-кипелки – молотый двуводный гипс.</p> <p style="text-align: center;"><b>Результаты</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;"><i>Свойства бетона</i></th> <th colspan="2" style="text-align: center;"><i>Условия твердения</i></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Твердение в нормальных условиях</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Тепловлажностная обработка</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Средняя плотность, кг/м<sup>3</sup></td> <td style="text-align: center;">490</td> <td style="text-align: center;">450</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Прочность, МПа</td> <td style="text-align: center;">3,1</td> <td style="text-align: center;">2,6</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	<i>Свойства бетона</i>	<i>Условия твердения</i>		<i>Твердение в нормальных условиях</i>	<i>Тепловлажностная обработка</i>	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	490	450	Прочность, МПа	3,1	2,6			
<i>Свойства бетона</i>	<i>Условия твердения</i>														
	<i>Твердение в нормальных условиях</i>	<i>Тепловлажностная обработка</i>													
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	490	450													
Прочность, МПа	3,1	2,6													

ОПК-3.1 Владеет современными методами анализа эффективности производственного процесса и оценки производственных потерь и подходами к разработке комплекса мероприятий по их устранению

На основании экспериментальных результатов произвести расчеты и заполнить таблицы.

**Результаты**

Испытываемый песок: песок кварцевый

Определение насыпной плотности	m=2 кг m <sub>1</sub> =3,43 кг V=0,001 м <sup>3</sup>
Определение истинной плотности	m=27,20 г m <sub>1</sub> =17,20 г m <sub>2</sub> =27,41 г m <sub>3</sub> =33,33 г
Определение зернового состава и модуля крупности	G <sub>2.5</sub> =111 г G <sub>1.25</sub> =345 г G <sub>0.63</sub> =229 г G <sub>0.315</sub> =152 г G <sub>0.14</sub> =113 г
Определение влажности песка	m=1000 г m <sub>1</sub> =953 г

Испытываемый щебень: щебень гранитный

Определение насыпной плотности	m=7,2 кг m <sub>1</sub> =22,3 кг V=0,01 м <sup>3</sup>
Определение средней плотности в зерне	m=0,351 кг m <sub>1</sub> =0,402 кг V <sub>1</sub> = 0,00020 м <sup>3</sup> ρ <sub>п</sub> =930 кг/м <sup>3</sup>
Определение зернового состава	G <sub>5</sub> =0,33 кг G <sub>10</sub> =1,15 кг G <sub>20</sub> =2,10 кг G <sub>40</sub> =1,07 кг
Определение содержания в щебне пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен	m=0,13 кг m <sub>1</sub> =0,87 кг
Определение дробимости щебня при сжатии в цилиндре	m=377 г m <sub>1</sub> =350 г

**Результаты испытания песка**

Показатель	Установлено испытанием
Наименование испытанного песка	
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	
Пустотность, %	
Модуль крупности	
Влажность, %	

**Результаты испытания щебня**

Показатель	Установлено испытанием
Наименование испытанного щебня	
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	
Средняя плотность, в зернах, кг/м <sup>3</sup>	
Пустотность, %	
Зерновой состав: – наименьшая крупность, мм – наибольшая крупность, мм – соответствие кривой просеивания стандартной области (соответствует – не соответствует)	
Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы, %, и группа по данному показателю	
Марка по дробимости в цилиндре	

<p>ПК 1.2 Осуществляет организацию разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами</p>	<p>Рассчитать состав бетона          Определить состав бетона марки М300 с подвижностью бетонной смеси по осадке конуса 5...6 см. Материалы: порт-ландцемент активностью 32,5 МПа; песок средней крупности с водопотребностью 10 % и плотностью 2,55 кг/л; щебень гранитный с предельной крупностью 40 мм, плотностью – 2,6 кг/л, объемной массой 1,39 кг/л.</p>																																																																															
<p>ПК 1.4 Организует научно-исследовательскую работу по разработке новых строительных материалов с наноструктурирующим и компонентами</p>	<p>Провести обработку экспериментальных результатов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Результаты испытаний</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Определение прочности на сжатие образцов кубической формы</b></p> <p>При испытании серии из трех образцов кубической формы с размером ребра 100 мм в возрасте 28 сут были получены следующие значения:  <math>a = 100</math> мм (длина)  <math>b = 100</math> мм (ширина)  <math>c = 101</math> мм (высота)  <math>F = 690</math> кН (разрушающая нагрузка).          Образцы хранились первые 14 дней во влажных условиях, а затем на воздухе.</p> <p style="text-align: center;"><b>Определение прочности на сжатие образцов цилиндрической формы</b></p> <p>При испытании бетонного образца цилиндрической формы в возрасте 28 сут были получены следующие показатели:  <math>d_1 = 149</math> мм (диаметр),  <math>F_1 = 450</math> кН (разрушающая нагрузка).</p> <p style="text-align: center;"><b>Определение прочности на растяжение при изгибе бетонных балок при их загрузении в двух местах</b></p> <p>При испытании на растяжение при изгибе использовались 3 балки размерами 150x150x700 мм в возрасте 28 сут. В результате испытаний были получены следующие результаты:          Балка №1: 43900 Н;          балка №2: 43300 Н;          балка №3: 42700 Н.</p> <p style="text-align: center;"><b>Определение морозостойкости и сопротивляемости бетона «солям-антиобледенителям»</b></p> <p>При испытании 4-х образцов для образцов 1 и 2 получены следующие результаты</p> <table border="1" data-bbox="491 1395 1481 1503"> <thead> <tr> <th>Образцы</th> <th><math>m_{27}, г</math></th> <th><math>m_{28}, г</math></th> <th>Водопоглощение, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2443</td> <td>2501</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2402</td> <td>2463</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>Результаты измерений до и после испытаний</b></p> <table border="1" data-bbox="491 1568 1481 2049"> <thead> <tr> <th>Число циклов</th> <th>Образцы</th> <th>Масса, г</th> <th>Частиц, <math>m_0</math></th> <th>Сумма, <math>m_{s,n}</math></th> <th>P, масс. %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">0</td> <td>1</td> <td>2501</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2463</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">7</td> <td>1</td> <td>2508</td> <td rowspan="2">4,5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2473</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">14</td> <td>1</td> <td>2507</td> <td rowspan="2">19,3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2470</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">28</td> <td>1</td> <td>2465</td> <td rowspan="2">55,1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2423</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">42</td> <td>1</td> <td>2433</td> <td rowspan="2">58,4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2401</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">56</td> <td>1</td> <td>2393</td> <td rowspan="2">113,3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2362</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Образцы	$m_{27}, г$	$m_{28}, г$	Водопоглощение, %	1	2443	2501		2	2402	2463		Число циклов	Образцы	Масса, г	Частиц, $m_0$	Сумма, $m_{s,n}$	P, масс. %	0	1	2501				2	2463				7	1	2508	4,5			2	2473			14	1	2507	19,3			2	2470			28	1	2465	55,1			2	2423			42	1	2433	58,4			2	2401			56	1	2393	113,3			2	2362		
Образцы	$m_{27}, г$	$m_{28}, г$	Водопоглощение, %																																																																													
1	2443	2501																																																																														
2	2402	2463																																																																														
Число циклов	Образцы	Масса, г	Частиц, $m_0$	Сумма, $m_{s,n}$	P, масс. %																																																																											
0	1	2501																																																																														
	2	2463																																																																														
7	1	2508	4,5																																																																													
	2	2473																																																																														
14	1	2507	19,3																																																																													
	2	2470																																																																														
28	1	2465	55,1																																																																													
	2	2423																																																																														
42	1	2433	58,4																																																																													
	2	2401																																																																														
56	1	2393	113,3																																																																													
	2	2362																																																																														
<p>ПК 1.5 Осуществляет метрологическое</p>	<p>Требуется изучить характер влияния модифицирования водомасляных эмульсионных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) углеродными</p>																																																																															



обеспечение разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

микро- и наночастицами на эффективность лезвийной обработки металлов.

Исходная СОЖ представляла собой 5%-ную водную эмульсию, приготовленную на основе специально разработанного концентрата, содержащего отходы масложирового производства вместо обычно применяемых нефтяных масел. Роль модификаторов выполняли порошок углеродного наноматериала в виде конгломератов углеродных нанотрубок (УНТ) и порошок технического графита марки ГК-2.

На основе модификаторов готовили водные суспензии, которые подвергали механическому перемешиванию и диспергированию, после чего вводили в них концентрат, и полученные таким образом смеси суспензии и эмульсии вновь диспергировали. Параллельно диспергировали водные эмульсии, не содержащие модификаторов.

Диспергирование осуществляли с помощью ультразвукового диспергатора. Средний размер масляных капель и частиц модификаторов определяли с помощью микроскопа.

Было приготовлено 3 пары образцов СОЖ с разными размерами масляных капель в каждой – приблизительно 5,4 и 1,2 мкм, из них одна пара содержала УНТ с размерами частиц ~2,2 мкм, другая – графит с размерами частиц ~2,1 мкм, третья пара была без модификаторов.

Концентрация модификатора в СОЖ составляла 0,1 масс.%. Приготовленные образцы СОЖ использовали при токарной обработке цилиндрической поверхности деталей типа «вал» диаметром 40 мм (сталь 45) с начальной шероховатостью  $Ra_0 \approx 8$  мкм (усредненное значение по всем деталям). Обработка велась на токарно-винторезном станке 16К20.

Режимы и параметры обработки:

глубина резания 0,5 мм, подача 0,125 мм/об, скорость резания 80 м/мин, скорость вращения шпинделя 630 мин<sup>-1</sup>, расход СОЖ 0,2 л/мин, длительность обработки 70 с.

В ходе испытаний СОЖ определяли производительность обработки и шероховатость обработанной поверхности (показатели усредняли по результатам обработки 3 деталей для каждого из образцов СОЖ). Производительность обработки оценивали по скорости удельного массового съема металла  $\Delta G_{уд}$ . Массовый съем определяли по разности масс деталей до и после обработки. Детали взвешивали на лабораторных весах. Шероховатость поверхности по параметру  $Ra$  определяли с помощью профилометра.

Результаты испытаний СОЖ показаны в таблице.

#### Результаты испытаний СОЖ

Типы образцов СОЖ	Размеры масляных капель, мкм	$\Delta G_{уд}$ , г/см <sup>2</sup> *мин	$Ra_f$ , мкм	$Ra_0$ , мкм
СОЖ с УНТ	5,4	6,83	4,64	8
	1,2	7,16	4,32	
СОЖ с графитом	5,4	8,43	4,72	
	1,2	9,14	4,32	
СОЖ исходная	5,4	5,56	4,88	
	1,2	5,85	4,64	

Требуется:

1) представить результаты испытаний (таблица) в графическом виде (в виде гистограммы);

2) на основе обработки и анализа результатов испытаний (таблица) определить:

– во сколько раз увеличивается скорость съема металла, и во сколько раз уменьшается шероховатость поверхности при введении углеродных модификаторов в СОЖ;

– при каких по размерам масляных каплях (крупных или мелких?)

	введение углеродных модификаторов в СОЖ оказывает более сильное (во сколько раз сильнее?) влияние на скорость съема металла и шероховатость поверхности.
--	--

#### 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	Знание основ формулирования проектных задач и основные правила управления
	Знание методологии системных исследований
	Знание этапов разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
	Знание основных понятий теории сложноорганизованных систем, основных принципов проектирования
	Знание основ метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
Умения	Умение ставить цель, задачу проекта, разрабатывать план выполнения
	Умение ориентироваться в области подбора эффективных сырьевых компонентов, энергосберегающих, экономически целесообразных технологий получения композитов различного назначения
	Умение организовывать работу по разработке и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
	Умение ставить задачи применения наносистем и наноматериалов в различных сферах
	Умение применять нормативную документацию при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения
Владение	Владение навыками контроля выполнения проекта
	Владение навыками системного проектирования и комплексного аналитического обзора
	Владение навыками контроля при организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
	Владение навыками самостоятельного планирования работ по реализации профессиональных функций
	Владение навыками контроля соблюдения метрологических норм и правил при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

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

#### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Знание основ формулирования	Перечисляет и показывает знание основ формулирования проектных	Не знает основ формулирования проектных задач. Называет менее

проектных задач и основные правила управления	задач. Называет не менее трех правил управления проектами.	трех правил управления проектами.
Знание методологии системных исследований	Обучающийся знает специфику методологии системных исследований, основные особенности инвариантного взаимодействия элементов и частей в системном анализе. Приводит два примера иерархической структуры композитов различного назначения. Самостоятельно может изложить основные факторы, оказывающие влияние на характеристики композита и привести пример. Знает взаимосвязи в системе «генезис сырья – технология, условия – качество продукта».	Обучающийся допускает грубые неточности при изложении специфики методологии системных исследований, основных особенностей инвариантного взаимодействия элементов и частей в системном анализе. Не может привести пример иерархической структуры композита. Знает менее двух основных факторов, оказывающие влияние на характеристики композита. Не может установить взаимосвязи в системе «генезис сырья – технология, условия – качество продукта».
Знание этапов разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Перечисляет все этапы разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами и может охарактеризовать не менее трех этапов.	Обучающийся допускает грубые неточности при перечислении этапов разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами. Может охарактеризовать менее трех этапов.
Знание основных понятий теории сложноорганизованных систем, основных принципов проектирования	Обучающийся знает основные понятия теории сложноорганизованных систем, принципы создания композиционных материалов, основы систематики и дизайн материалов. Приводит этапы проектирования материалов. Конкретизирует особенности методологии исследования на нескольких этапах.	Обучающийся допускает грубые неточности при изложении основных понятий теории сложноорганизованных систем, принципов создания композиционных материалов, основ систематики и дизайн материалов. Называет в неправильном порядке и не все этапы проектирования материалов. Не способен конкретизировать особенности методологии исследования на одном из этапов.
Знание основ метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Называет основные метрологические нормы и правила, приводит примеры методик выполнения измерений, применяемых при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Называет менее трех основных метрологических норм и правил, совершает грубые ошибки при приведении примеров методик выполнения измерений, применяемых при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Умение ставить цель, задачу проекта, разрабатывать план выполнения	Правильно ставит цель и основные задачи проекта. Способен составить план, обеспечивающий достижение цели.	Формируемая студентом цель не соответствует проблеме, на которую направлен проект, является частной или поверхностной. Не способен

		составить план, отвечающий цели и задачам проекта.
Умение ориентироваться в области подбора эффективных сырьевых компонентов, энергосберегающих, экономически целесообразных технологий получения композитов различного назначения	Может применять по установленной методике принципы подбора эффективных сырьевых компонентов, энергосберегающих, экономически целесообразных технологий получения композитов различного назначения. Самостоятельно может проектировать состав бетонов различных видов по установленной методике.	Допускает грубые неточности при подборе эффективных сырьевых компонентов, энергосберегающих, экономически целесообразных технологий получения композитов различного назначения. Допускает ошибки при проектировании состава бетонов различных видов по установленной методике.
Умение организовывать работу по разработке и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Может организовывать работу по разработке и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами	Допускает грубые неточности при организации работы по разработке и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами
Умение ставить задачи применения наносистем и наноматериалов в различных сферах	Способен использовать принципы постановки задач применения наносистем и наноматериалов в различных сферах. По установленной методике способен получить бетон различного назначения с заданными свойствами.	Не владеет принципами постановки задач применения наносистем и наноматериалов в различных сферах. Допускает ошибки при получении по установленной методике бетона с заданными свойствами.
Умение применять нормативную документацию при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Может найти, обоснованно выбрать и применить нормативную документацию для метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения	Совершает грубые ошибки при поиске, выборе и применении нормативной документации для метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний наноструктурированных композитов строительного и специального назначения

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владение

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Зачтено	Не зачтено
Владение навыками контроля выполнения проекта	Может составить и соблюдать план контроля выполнения проекта, и предпринять меры его корректировке	Составляет некорректный (неполный) план контроля выполнения проекта, совершает ошибки при его соблюдении и корректировке
Владение навыками системного проектирования и комплексного аналитического обзора	Может применять по установленной методике основы системного проектирования и комплексного аналитического обзора. Может проводить по установленной методике оценку качества компонентов композиционного материала, делает выводы.	Не может применять по установленной методике основы системного проектирования и комплексного аналитического обзора. Допускает ошибки при проведении по установленной методике оценки качества компонентов композиционного материала.
Владение навыками	Способен осуществлять контроль при	Не может осуществлять контроль при

<p>контроля при организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>	<p>организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>	<p>организации разработки и оптимизации составов строительных материалов с наноструктурирующими компонентами</p>
<p>Владение навыками самостоятельного планирования работ по реализации профессиональных функций</p>	<p>Способен по установленной методике применять принципы планирования работ по реализации профессиональных функций в области наносистем и наноматериалов при решении конкретных задач. Способен по установленной методике проводить анализ эксплуатационных свойств бетона, делать выводы.</p>	<p>Не способен по установленной методике применять принципы планирования работ по реализации профессиональных функций в области наносистем и наноматериалов при решении конкретных задач. Допускает грубые ошибки при проведении по установленной методике анализа эксплуатационных свойств бетона.</p>
<p>Владение навыками контроля соблюдения метрологических норм и правил при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>	<p>На основе нормативной документации способен запланировать, осуществить и проанализировать мероприятия по контролю соблюдения метрологических норм и правил при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения</p>	<p>При наличии нормативной документации совершает грубые ошибки при планировании и осуществлении мероприятий по контролю соблюдения метрологических норм и правил при разработке, производстве и испытаниях наноструктурированных композитов строительного и специального назначения. Не способен проанализировать результаты метрологического контроля</p>

## 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 Hitachi.
2.	Учебная аудитория Опытно-промышленный участок НИИ «Наносистемы в строительном материаловедении»	Комплекс оборудования для получения образцов композиционных материалов: – весы технические, – мерная посуда, – лабораторный смеситель, – штыковка, – формы 40×40×160 мм, 100×100×100 мм, – лабораторная виброплощадка, – пропарочная камера, – лабораторный автоклав, – пресс гидравлический, – сушильный шкаф, – мерные емкости 1, 5 и 10 л, – пикнометр вместимостью 50 или 100 мл, – песчаная или водяная баня, – стандартный набор сит с размером отверстий 0,08; 0,14; 0,315; 0,63; 1,5; 2,5; 5; 10; 20; 40; 70 мм, – металлическая линейка, – цилиндр стальной со съёмным дном и плунжером с внутренним диаметром 75 мм, – прибор Вика, – чаша и лопатка для перемешивания цементного теста, – встряхивающий столик, – секундомер, – климатическая камера 20 ± 2 °С, относительная влажность 65 ± 5 %; – термогигрограф для фиксирования температуры воздуха и относительной влажности внутри климатической камеры; – водонепроницаемые емкости из нержавеющей стали с крышками шириной 120 ± 15 мм, длиной 260 ± 15 мм и высотой 150 ± 10 мм; – фиксаторы положения образца в емкости 10 ± 1 мм; – морозильная камера с автоматическим режимом.
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
	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
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	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.
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

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

1. Строкова В.В. Системная методология проектирования материалов [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаб. раб. / В.В. Строкова, Л.А. Сулейманова, Н.И. Алфимова, Д.О. Бондаренко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.

2. Логанина, В.И. Применение статистических методов управления качеством строительных материалов / В.И. Логанина, А.А. Федосеев, Л.П. Ортлихер. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 103 с.

3. Оценка качества строительных материалов в соответствии с требованиями зарубежных стандартов: учеб. пособие / П.М. Жук. – Москва: Архитектура-С, 2006. – 135 с.

4. Суздаев И.П. Нанотехнология. Физико-химия наноструктур и наноматериалов/ И. П. Суздаев. – М.: КомКнига, 2006. – 589 с.

5. Минько, Н.И. Методы получения и свойства нанообъектов: учеб. пособие / Н.И. Минько, В.М. Нарцев; БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2-е изд., стер. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. – 104 с.

6. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – Изд. 2-е, испр. – Москва: Физматлит, 2007. – 414 с.

7. Пул, Ч. Нанотехнологии: учеб. пособие / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; пер. с англ., ред. Ю. И. Головин. – 2-е изд., доп. – Москва: Техносфера, 2006. – 336 с.

8. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение: учеб. пособие / И.А. Рыбьев. – Москва: Высшая школа, 2003. – 700 с.

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

1. Системный подход в современной науке [Текст]: к 100-летию Л. фон Бергаланфи. – Москва: Прогресс-Традиция, 2004. – 563 с.  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444466>

2. Гарькина И.А. Системный анализ, теории идентификации и управления в строительном материаловедении [Электронный ресурс]: монография/ Гарькина И.А. – Электрон.текстовые данные. – М.: Палеотип, 2008. – 240 с.  
<http://www.iprbookshop.ru/10246>

3. Жуков, А.Д. Технологическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Жуков А.Д. – Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 204 с.  
<http://www.iprbookshop.ru/20041>