

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 заочного  
образования  
С.Е. Спесивцева  
« 27 » 05 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
В.А. Уваров  
« 28 » 05 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

Наносистемы в строительном материаловедении

направление подготовки (специальность):

08.03.01 Строительство

Направленность программы (профиль, специализация):

Производство строительных материалов, изделий и конструкций

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: Инженерно-строительный

Кафедра: Материаловедения и технологии материалов

Белгород-2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 г. № 481;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.

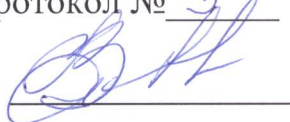


Л.Н. Бозман

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов

« 17 » марта 2021 г., протокол № 3

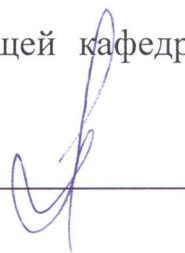
Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.



В.В. Строкова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой строительного материаловедения, изделий и конструкций

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.



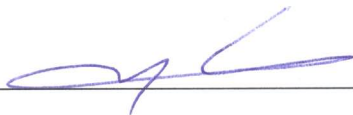
В.С. Лесовик

« 19 » марта 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией инженерно-строительного института

« 25 » марта 2021 г., протокол № 8

Председатель



А.Ю. Феокистов

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК–3 Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов, изделий и конструкций	ПК–3.3 Проводит испытание по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций	<b>Знать:</b> свойства продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций; <b>Уметь:</b> выбирать методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций; <b>Владеть:</b> навыками проведения испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Сырьевая база промышленности строительных материалов
2	Основы и методы экспериментальных исследований
3	Вяжущие вещества
4	Экологическая безопасность производства, эксплуатации, разрушения и повторного использования строительных материалов
5	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часов.

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	6	6
лекции	4	4
лабораторные	2	2
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>	66	66
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	57	57
Экзамен		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 8

№ 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>1. Введение»</b>					
	Общие сведения о наноразмерном состоянии вещества. Области использования нанотехнологий. Направления применения нанотехнологий при создании строительных композиционных материалов	–		1	8
<b>2. Особенности наноструктуры материалов</b>					
	Общие положения о дисперсных и консолидированных материалах. Принципы размерной и структурной классификации	1			5
	Образование ультрадисперсных систем. Дисперсионные и конденсационные методы получения наносистем	1		5	10
<b>3. Наносистемы минерального сырья</b>					
	Эволюция подходов к выбору сырья для промышленности строительных материалов с учетом дисперсности его компонентов. Концепция повышения эффективности производства строительных материалов с учетом типоморфизма сырья	1			5
	Образование минеральных наносистем в различных геологических процессах. Минеральные наносистемы эндогенных процессов минералообразования. Наноразмерные минеральные образования интрузивных и эффузивных магматических пород. Минеральные наносистемы метаморфических пород. Экзогенные факторы нано- и микродисперсного минералообразования. Основные разновидности наноструктурированного силикатного минерального сырья	1		6	10
	<b>ВСЕГО</b>	4		2	66

### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрено.

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Введение	Изучение физико-механических свойств наноструктурированного вяжущего на основе сырья различных генетических типов	1	2
2	Особенности наноструктуры материалов	Исследование реотехнологических свойств с использованием цилиндрической измерительной системы	1	2
		ИТОГО:	2	4
			ВСЕГО:	6

#### 4.4. Содержание курсового проекта (работы)

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, Индивидуального домашнего задания

В процессе выполнения индивидуального домашнего задания (ИДЗ) осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета. На ИДЗ отводится 9 часов самостоятельной работы студента. Цель ИДЗ состоит в закреплении студентом изученного материала на лекциях и лабораторных занятиях, получении навыков в рамках профессиональных компетенций.

Цель выполнения ИДЗ – научить студента самостоятельно проводить научные исследования, обобщать и углублять полученные знания, применять их для решения практических задач, выдвигать и защищать собственные суждения. ИДЗ должно быть написано самостоятельно. Изложение темы следует подкреплять фактическими данными, сопоставлениями, расчетами, графиками, таблицами.

Выполнение предполагает более глубокое изучение избранной темы, нежели она раскрывается в учебной литературе.

Необходимо обязательно сравнивать разные точки зрения исследователей, показать совпадения и расхождения, а также привести наиболее доказательные выводы в рассуждениях ученых. В теоретической части работы следует, анализируя литературу по теме исследования, высказать собственное мнение и отношение к затрагиваемым сторонам проблемы. Материал, используемый в ИДЗ из других литературных источников, должен быть переработан, связан с темой ИДЗ и изложен своими словами.

В ИДЗ может присутствовать также и научная часть, в которой на основании предыдущих теоретических и научных исследований проводимых

студентами с учетом специфики научной работы следует самостоятельно разрабатывать и сопоставлять данные по исследуемой проблеме.

**Структура ИДЗ** должна включать следующие разделы:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть (содержит теоретическую часть, раскрывающую принципы действия модификатора для композита различного назначения);
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Основная часть может быть разделена на несколько пунктов в зависимости от тематики. Объем ИДЗ должен составлять 15-20 стр.

### **Правила оформления ИДЗ.**

ИДЗ оформляется на листах формата А4. Параметры страницы: левое поле – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм; размер шрифта – 14; междустрочный интервал 1,5 строки.

Таблицы и рисунки должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация таблиц и рисунков должна быть сквозной для всего текста РГЗ. Порядковый номер таблицы (например: Таблица 1) проставляется в правом верхнем углу над её названием. В каждой таблице следует указывать единицы измерения показателей, период времени, к которому относятся данные. Если единица измерения в таблице является общей для всех числовых табличных данных, то ее приводят в заголовке таблицы после её названия.

Порядковый номер рисунка (например: Рис. 3) и его название проставляются под рисунком. При построении графиков по осям координат откладываются соответствующие показатели, буквенные обозначения которых выносятся на концы координатных осей. При необходимости вдоль координатных осей делаются поясняющие надписи.

При использовании в работе материалов, заимствованных из источников различных авторов, должны быть сделаны соответствующие ссылки по тексту в квадратных скобках с указанием номера литературы и соответствующей страницы (например: [15, 120], где 15 – порядковый номер в соответствии со списком литературы, 120 – номер страницы заимствованного текста).

Каждый раздел работы (введение, заключение и др.) должен начинаться с новой страницы. Все страницы работы должны быть пронумерованы (вверху страницы по центру) за исключением титульного листа.

Тема индивидуального домашнего задания выдается студентам по согласованию с преподавателем.

*Примерные тематики ИДЗ:*

1. Углеродные наноматериалы
2. Самоочищающиеся материалы
3. Наномодификаторы



4. Защитные покрытия
5. Фибра как компонент бетона
6. Нанокремнезем
7. Наноструктурирующий гранулированный заполнитель
8. Наноструктурированное вяжущее
9. Полимерные вяжущие с наноконпонентами
10. Дорожные бетоны с наномодификаторами
11. Фотокаталитические материалы
12. Оксидные наноматериалы
13. Частицы металлов как биоциды
14. Лакокрасочные материалы с наноконпонентами
15. Ультратонкий бетон

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

### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ПК–3** Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов, изделий и конструкций

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК–3.3 Проводит испытание по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций	защита лабораторной работы, защита ИДЗ, решение практической задачи, выполнение тестового задания, зачет

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра в форме зачета.

**Компетенция ПК–3** Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов, изделий и конструкций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение	Какие объекты относят к наноразмерным?
2		Определение нанотехнологий
3		Масштабные уровни строения бетона.
4		Размерные области компонентов бетона
5		Особенности объектов строительного материаловедения.
6	Особенности наноструктуры материалов	Классификация нанокompозитов по Нишихара
7		Классификация дисперсных систем по метрическому признаку
8		Классификация дисперсных систем по концентрации частиц дисперсной фазы
9		Классификация дисперсных систем по фракционному составу
10		Классификация дисперсных систем по агрегатным состояниям дисперсной фазы и дисперсионной среды
11		Основные подходы к получению наноматериалов
12		Что такое коагуляция?
13		Привести примеры коагуляционных структур
14		Переход из геля в материал.
15		Дисперсные системы.
16		Что такое процесс диспергирование?
17		Что такое дисперсность?
18		Как определяется предел измельчения?
19		Что представляют собой консолидированные наноматери-

		алы?
20		Что такое нанокompозиты?
21		Что такое гель?
22		Что такое ксерогель?
23		Что такое аэрогель?
24		Механическая активация.
25		Эволюция состояния вещества при механоактивации
26		Нанокристаллические материалы.
27		Золь-гель технология.
28	Наносистемы минерального сырья	Размерные уровни минерального сырья
29		Уровни размерности минеральных индивидов.
30		Микроминералогия.
31		Наноиндивиды
32		Мегаминералы
33		Микроминералы
34		Макроминералы
35		Физическое ультрадиспергирование
36		Химическое ультрадиспергирование
37		Гипергенез.
38		Виды физического дробления
39		Морозное дробление
40		Температурное дробление
41		Солевое дробление
42		Биогенез
43		Конденсация атомов и молекул
44		Биохимическое разложение
45		Идиоморфизм.
46		Энантиоморфизм
47		Политипизм
48		Псевдоморфозы
49	Разновидности наноструктурированного силикатного минерального сырья	

### 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

Текущий контроль осуществляется на лабораторных занятиях в форме собеседования, выполнения различных заданий в форме индивидуальных домашних заданий, предлагаемых преподавателем.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Изучение физико-механических свойств наноструктурированного вяжущего на основе сырья различных генетических типов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие материалы могут применяться в качестве основного сырьевого компонента при получении НВ?</li> <li>2. Каким методом получают НВ, опишите основные технологические этапы?</li> <li>3. Какие параметры необходимо контролировать при получении НВ?</li> <li>4. С какой целью при получении НВ применяются модифицирующие компоненты?</li> <li>5. Назовите допустимый остаток на сите при получении НВ.</li> </ol>
2.	Исследование реотехнологических свойств с использованием цилиндрической измерительной системы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что изучает наука реология? Дайте определение основным реологическим характеристикам.</li> <li>2. Представьте основную классификацию материалов по их реологическому поведению.</li> <li>3. Опишите принцип действия ротационного вискозиметра RHEOTEST RN4.1.</li> <li>4. Назовите и дайте краткую характеристику каждой измерительной системе.</li> <li>5. Назовите виды измерений, осуществляемые на ротационном вискозиметре.</li> <li>6. Перечислите действия, необходимые для съемки материала с использованием цилиндрической измерительной системы.</li> <li>7. Какие виды режимов съемки Вы знаете? Какие требования к ним предъявляются?</li> </ol>

*Примеры практико-ориентированных заданий*

**Компетенция ПК–3** Способен организовывать и проводить испытания строительных материалов, изделий и конструкций

*На выполнение задания отводится 1 академический час*

**Задача 1** Для поставленной ниже задачи построить матрицу планирования (заполнить таблицу):

Установить влияние концентрации микрокремнезема в диапазоне 20–60 % и длительности термической обработки в температурном диапазоне 25–75 °С в составе цементобетона на его прочность на сжатие.

Таблица матрицы планирования

№	Кодированный вид	Натур. вид	Диапазон варьирования			Шаг варьирования
			-1	0	1	
1	X <sub>1</sub>					
2	X <sub>2</sub>					

**Задача 2** Установите соответствие между методами и определяемыми характеристиками нанообъектов.

Заполните таблицу:

Характеристика	Методы
1– химические характеристики поверхности объекта	
2–электрокинетический потенциал частиц в суспензии	
3– форма и размер	
4– площадь поверхности	
5–химический состав объекта	

- А. Анализ траекторий движения частиц (АТДЧ);
- В. Атомно-силовая микроскопия (АСМ);
- С. Динамическое рассеяние света (ДРС);
- Д. Масс-спектрометрия вторичных ионов (МСВИ);
- Е. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС);
- Ф. Метод Брунауэра, Эммета и Теллера (метод БЭТ);
- Г. Определение дзета-потенциала;
- Н. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ);
- І. Растровая электронная микроскопия (РЭМ);
- Ј. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС);
- К. Система анализа дифференциальной электрической подвижности частиц (САДЭП);
- Л. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР-спектроскопия);
- М. Центробежное осаждение частиц в жидкости (ЦОЖ).

*Перечень примерных тестовых заданий*

1. Разрешающая способность просвечивающего электронного микроскопа зависит:
  - 1) От длины волны электрона.
  - 2) От ускоряющего напряжения на электронной пушке.
  - 3) От материала анода электронной пушки.
  - 4) От количества магнитных линз
2. В сканирующем туннельном микроскопе изображение поверхности исследуемого образца получают за счет:
  - 1) Регистрации величины отклонения зонда при изменении силы взаимодействия между зондом и поверхностью.
  - 2) Регистрации величины тока, возникающего между острием зонда и сканируемой поверхностью.
  - 3) Регистрации потока вторичных электронов, выбиваемых зондом со сканируемой поверхности.
  - 4) Измерения сопротивления, возникающего в промежутке между острием зонда и сканируемой поверхностью.

3. В сканирующей микроскопии ближней оптической зоны в качестве зонда используют:

- 1) Пучок электронов.
- 2) Кремниевую иглу.
- 3) Лазерное излучение.
- 4) Световой волновод.

4. Электрохимический синтез это:

- 1) Электролиз под действием постоянного тока.
- 2) Электролиз под действием переменного тока.
- 3) Синтез, протекающий в гальваническом элементе.
- 4) Синтез под действием электрического разряда.

5. При механохимическом синтезе используют:

- 1) Охлаждение исходного материала до низких температур.
- 2) Плазменный нагрев.
- 3) Мельницы сверхтонкого измельчения.
- 4) Взрывчатые вещества

6. Недостатками метода термического разложения являются:

- 1) Получение смесей металлов и их оксидов.
- 2) Получение наночастиц с широким распределением по размерам.
- 3) Использование тугоплавких исходных соединений.
- 4) Невозможность получения металлических пленок.

#### **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 практике	Критерий оценивания
Знания	свойства продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций;
Умения	выбирать методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций;
Владения	навыками проведения испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций

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

**Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций	Не знает свойства продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций	Знает свойства продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций, их зависимости от состава и внешних факторов

**Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение выбирать методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций	Не умеет выбирать методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий	Умеет выбирать методики испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций и использовать их на практике

**Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владение навыками проведения испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций	Не владеет навыками проведения испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций	Владеет и свободно использует навыки проведения испытаний по определению свойств продукции производства строительных материалов, изделий и конструкций

## 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Специализированная мебель.</li> <li>– Технические средства обучения: ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, электронная интерактивная доска Hitachi.</li> </ul>
2.	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Специализированная мебель.</li> <li>– Комплекс оборудования для синтеза наносистем и наноматериалов:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– колба,</li> <li>– пробирки,</li> <li>– пипетка Пастера,</li> <li>– магнит,</li> <li>– ферромагнитная жидкость,</li> <li>– жидкие среды (вода, спирт, толуол, серная кислота),</li> <li>– предметное стекло,</li> <li>– токопроводящая поверхность (пленка, стекло, ткань),</li> <li>– РН-метр РН 2006;</li> <li>– спектрофотометр LEKI SS-1207;</li> <li>– аналитические весы АВ-60-01.</li> </ul> </li> </ul>
3.	Центр высоких технологий	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Специализированная мебель.</li> <li>– Комплекс аналитического оборудования для исследования наносистем и наноматериалов:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– лазерный анализатор частиц Zetatrac, Microtrac (США),</li> <li>– прибор SoftSorbi-II ver.1.0.,</li> <li>– сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator,</li> <li>– прибор ИК-спектрометр VERTEX 70,</li> <li>– агатовая ступка,</li> <li>– калибровочный материал KBr</li> </ul> </li> </ul>
4.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
5.	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук



## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

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

1. Строкова В.В., Жерновский И.В., Череватова А.В. Наносистемы в строительном материаловедении. Учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 205 с.
2. Заводинский В.Г. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. 176 с.
3. Сергеев Н.А. Физика наносистем. Монография. Москва: Логос, 2015. 192 с.
4. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. Учебное пособие. 4-е изд. Москва: Изд-во Юрайт, 2012. 701 с.
5. Дворкин Л.И. Строительное материаловедение [Электронный ресурс]. Учебное пособие. Москва: Инфра-Инженерия, 2013. 832 с.
6. Фундаментальные основы нанотехнологии: учебник / К.К. Джаманбалин. – Костанай: КСТУ, 2019. – 236 с.
7. Буслаева Е.М. Материаловедение [Электронный ресурс]. Учебное пособие. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012. 148 с.
8. Алексеев В.С. Материаловедение [Электронный ресурс]. Учебное пособие. Саратов: Научная книга, 2012. 159 с.
9. Дворкин Л.И. Справочник по строительному материаловедению. Учебно-практическое пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2013. 472 с.
10. Дрозд М.И. Основы материаловедения [Электронный ресурс]. Учебное

пособие. Минск: Высшая школа, 2011. 431 с.

11. Солнцев Ю.П. Материаловедение. Учебник для вузов. СПб: ХИМИЗДАТ, 2014. 784 с.

12. Нанотехнологии в материаловедении. Опыт и перспективы применения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. И. Кожухова, Е. В. Фомина, Е. А. Яковлев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – 93 с.

13. Основы нанотехнологий: лабораторный практикум / Н.И. Кожухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 30 с.

14. Белов В.В., Петропавловская В.Б. Краткий курс материаловедения и технологии конструкционных материалов для строительства. Учебное пособие для студентов вузов. М.: Изд-во АСВ, 2011. 215 с.

15. Гарькина И.А. Системный анализ, теории идентификации и управления в строительном материаловедении. Монография. Москва: Палеотип, 2008. 240 с.

16. Минько Н.И., Строкова В.В., Жерновский И.В., Нарцев В.М. Методы получения и свойства нанообъектов. Учебное пособие. М.: Флинта: Наука, 2009. 162 с.

18. Микульский В.Г. и др. Строительные материалы. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов вузов. ред.: В.Г. Микульский, Г.П. Сахаров. М.: Изд-во АСВ, 2011. 520 с.

19. Нанотехнологии и специальные материалы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 140140 – Техническая физика / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова – 2-е изд., стереотип. – Санкт-петербург: ХИМИЗДАТ, 2017. – 336 с.

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

1. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова, <https://elib.bstu.ru/>

2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks»  
<http://www.iprbookshop.ru>

3. Электронно-библиотечная система «Book On Lime»  
<https://bookonlime.ru/>

4. Электронный архив открытого доступа БГТУ им. В. Г. Шухова  
<http://dspace.bstu.ru/>

5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»  
<http://e.lanbook.com>

6. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

7. <http://www.nanonewsnet.ru>

8. <http://thesaurus.rusnano.com>

9. <http://www.nanorf.ru>

10. <http://www.nanoru.ru>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Строкова В.В.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Уваров В.А.  
подпись, ФИО