

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор инженерно-строительного
института
Уваров В.А.
« 18 » 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Наносистемы в материаловедении

Направление подготовки:

22.03.01 **Материаловедение и технологии материалов**

Направленность программы (профиль):

**Материаловедение и технологии
конструкционных и специальных материалов**

Квалификация

бакалавр

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 – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Минобрнауки России от 2 июня 2020 г. №701;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н.



Н.И. Кожухова

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 материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой:

д.т.н., проф.



В.В. Строкова

«17» марта 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«25» марта 2021 г., протокол № 8

Председатель к.т.н., доц.



А.Ю. Феоктистов

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции Научно-исследовательский	ПК-3 Способен осуществлять научно-техническую деятельность и проводить методическое сопровождение в области создания композиционных материалов	ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах	Знать: особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах Уметь: осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах Владеть: навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах
		ПК-3.2 Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	Знать: способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов Уметь: осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов Владеть: навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов
		ПК-3.3 Разрабатывает опытные образцы композиционных материалов	Знать: принципы разработки опытных образцов композиционных материалов Уметь: разрабатывать опытные образцы композиционных материалов Владеть: навыками разработки опытных образцов композиционных материалов
		ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Знать: принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов Уметь: организовывать и проводить испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов Владеть: навыками организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов
		ПК-3.5 Проводит аналитическое и документационное сопровождение	Знать: основы анализа и документационного сопровождения внедрения

		<p>внедрения композиционных материалов с заданными свойствами</p>	<p>композиционных материалов с заданными свойствами Уметь: осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами Владеть: навыками аналитического и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами</p>
		<p>ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований</p>	<p>Знать: особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований Уметь: составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований Владеть: навыками составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3 Способен осуществлять научно-техническую деятельность и проводить методическое сопровождение в области создания композиционных материалов.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Учебная ознакомительная практика
2	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
3	Основы нанотехнологий
4	Физико-химические процессы структурообразования в материаловедении
5	Композиционные материалы конструкционного и специального назначения
6	Технология конструкционных материалов
7	Производственная научно-исследовательская работа
8	Современные технологии композиционных материалов
9	Теория и технологии защитных покрытий
10	Экспертиза материалов и наноматериалов
11	Коммерциализация и трансфер результатов инновационной деятельности
12	Защита интеллектуальной собственности
13	Основы патентования
14	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 5 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Вид учебной работы ¹	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ²	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	62	62
Экзамен	36	36

¹ в соответствии с ЛНА предусматривать

- не менее 0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,
- не менее 1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен
- 54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект, включая подготовку проекта, индивидуальные консультации и защиту
- 36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу, включая подготовку работы, индивидуальные консультации и защиту
- 9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание, включая подготовку задания, индивидуальные консультации и защиту
- не менее 2 академических часов самостоятельной работы на консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации

² включают предэкзаменационные консультации (при наличии), а также текущие консультации из расчета 10% от лекционных часов (приводятся к целому числу)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Введение в нанотехнологии. Основные понятия					
	Общие представления о нанотехнологии как науке. Основные термины и определения в области нанотехнологий. История развития, основоположники и ведущие ученые, работающие в сфере нанотехнологий; направления в нанотехнологиях	2			1
2. Наноматериалы как объекты размерного мира					
	Наноматериалы, их классификация, строение, характеристические особенности с точки зрения размерности и конфигурации. Наноматериалы в природе	2		8	10
3. Квантовая механика наносистем					
	Квантоворазмерные эффекты в нанобъектах. Квазичастицы в твердом теле и в наноструктурированных материалах. Квантовые точки. Нитевидные кристаллы, волокна, нанотрубки, тонкие пленки и гетероструктуры. Квантовые эффекты в наноструктурах в магнитном поле. Электропроводимость нанобъектов. Оптические свойства квантовых точек.	6		8	13
4. Получение наноразмерных объектов					
	Основные принципы получения наноразмерных объектов: преимущества и недостатки. Методы получения наноматериалов. Химические и электрохимические методы. Физические методы. Механические методы. Биохимические методы.	10		8	18
5. Особенности наносборки					
	Фотолитография; Ионно-лучевая литография; Рентгеновская литография; Электронно-лучевая литография; Микро-контактная печать; Нано-импринт литография	4			3
6. Магнитные наноматериалы					
	Разновидности наноматериалов с магнитными свойствами, ферромагнитная жидкость, основные области применения.	2		4	5
7. Дефекты в наноматериалах					
	Классификация наноразмерных дефектов: вакансии и межузельные атомы, дислокации, поверхности раздела, полости и нанопоры	2			1

8. Особенности структуры наноматериалов					
	Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов. Нанополимерные, супрамолекулярные, нанобиологические и нано-пористые структуры	4		6	10
9. Перспективы развития нанотехнологий					
	Современные достижения науки и техники в области нанотехнологий. Экономический эффект. Экологические последствия.	2			1
	ВСЕГО	34		34	62

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № <u>4</u>				
1	Тема 2. Наноматериалы как объекты размерного мира	Изучение размерных свойств дисперсных материалов	8	8
2	Тема 3. Квантовая механика наносистем	Исследование оптических свойств наноструктур	6	6
3	Тема 4. Получение наноразмерных объектов	Получение частиц наносеребра	8	8
4	Тема 6. Магнитные наноматериалы	Изучение магнитных свойств ферромагнитной жидкости	8	8
5	Тема 8. Особенности структуры наноматериалов	Изучение влияния макро-, микро- и наносероховатости на водоотталкивающие свойства материалов	4	4
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:			68	

4.4. Содержание курсового проекта/работы

учебным планом не предусмотрено

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения ИДЗ осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Темы для выполнения ИДЗ выдаются студентам в частном порядке в соответствии с перечнем тем дисциплины. Примерный перечень представлен в п. 5.3.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-3 Способен осуществлять научно-техническую деятельность и проводить методическое сопровождение в области создания композиционных материалов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах	Экзамен, собеседование, индивидуальное домашнее задание, выполнение и защита лабораторных работ
ПК-3.2 Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	Экзамен, собеседование, индивидуальное домашнее задание
ПК-3.3 Разрабатывает опытные образцы композиционных материалов	Экзамен, собеседование, выполнение и защита индивидуального домашнего задания
ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Экзамен, собеседование, выполнение и защита индивидуального домашнего задания
ПК-3.5 Проводит аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами	Экзамен, собеседование, выполнение и защита индивидуального домашнего задания
ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований	Защита индивидуального домашнего 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	Наименование индикатора	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Тема 9. Перспективы развития нанотехнологий	ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах	1. Перечислить основные области применения нанотехнологий
2			2. Какими проблемами занимается нанофизика?
3			3. Дать краткую характеристику бактерицидным нанокраскам, модифицированным наночастицами серебра или диоксида титана.

4			4. Какими проблемами занимается нанохимия?
5	Тема 1. Введение в нанотехнологии. Основные понятия	ПК-3.2 Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	1. Верно ли данное утверждение: цементный камень, модифицированный нанодобавкой TiO_2 является композиционным материалом.
6			2. Можно ли получать композиционные материалы с использованием нанотехнологического подхода «снизу-вверх»?
7			3. Используя следующую классификацию наполнителей в композиционных материалах по их форме (дисперсные; волокнистые; листовые; объемные и комбинированные), укажите к какой категории относятся армирующие стальные стержни в цементобетоне.
8			4. Является ли методика анализа микроструктуры цементного камня литературным обзором?
9			5. Верно ли определение: Гранулометрия – совокупность приемов определения содержания разных по величине фракций зерен в осадочных горных породах, почвах и искусственных материалах.
10			Тема 3. Квантовая механика наносистем
11	Тема 4. Получение наноразмерных объектов	ПК-3.3 Разрабатывает опытные образцы композиционных материалов	2. Верно ли утверждение: Наноармированные композиты – это композиционные материалы, армированные за счет введения в их состав нановолокон.
12			3. Какие объекты с точки зрения размерной классификации относят к наноразмерным?
13	Тема 2. Наноматериалы как объекты размерного мира		4. Можно ли в результате смешивания сырьевых компонентов композиционного материала получить опытные образцы для испытаний?
14	Тема 4. Получение наноразмерных объектов		5. Какое оборудование используется для испытания образцов-кубов мелкозернистого бетона на прочности при сжатии?

15	Тема 2. Нanomатериалы как объекты размерного мира	ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	1. Что такое проблемы масштабирования в нанотехнологии?
16			2. Приведите примеры 2D–3D наноструктур.
17			3. В чем отличие связи «размер - свойство» от связи «состав - свойство»?
18			4. Как формулируется зависимость температуры плавления наночастицы от ее размера?
			5. На чем основаны принципы действия самоочищающихся наноструктурированных красок?
19			6. Привести примеры влияния размерных эффектов на реакционную способность и каталитическую активность наноматериалов.
20			7. Является ли научный эксперимент стадией научного исследования, которая служит для проверки научной гипотезы, установления причинных связей между феноменами?
21			8. Где проводятся научные исследования для, и получаются первичные лабораторные результаты перед их апробацией на производстве?
22			9. Верно ли утверждение: ГОСТ – это межгосударственный стандарт, который фиксирует требования к оформлению, изготовлению или производству чего-либо.
23	Тема 2. Нanomатериалы как объекты размерного мира	ПК-3.5 Проводит аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами	1. Какие из перечисленных способов используются для изучения областей практического применения композиционных материалов с заданными свойствами: литературный обзор, патентный поиск, испытание образца на прочность (подчеркнуть лишнее)
24			2. Является ли научные предположения основанием для подтверждения качества композиционного материала.
25			3. Используются ли углеродные нанотрубки для производства композиционных материалов?
26	Тема 8. Дефекты в	ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры,	1. Основные типы дефектов в наноматериалах.

27	наноматериалах	научные отчеты, публикации результатов исследований	2. Какое влияние дефекты оказывают на свойства наноматериалов
28	Тема 5. Особенности наносборки	ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	1. Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения.
29			2. Перечислить литографические методы.
30			3. Литографически-индуцированная самосборка наноструктур.
31	Тема 4. Получение наноразмерных объектов		1. Химические методы получения нанообъектов
32			2. Биохимические методы получения нанообъектов
33			3. Физические методы получения нанообъектов
34	Тема 6. Магнитные наноматериалы		4. Основные области применения наноматериалов с магнитными свойствами. Ферромагнитная жидкость.
35	Тема 9. Перспективы развития нанотехнологий	ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований	5. В чем заключаются перспективы развития наноматериалов.
36			6. Что из перечисленного не является результатом научных исследований: научный отчет, аналитический обзор, правила техники безопасности, научная публикация в журнале.
37			7. Является ли верным утверждение: Научный отчет – это документ, описывающий процесс, ход или результаты технического, или научного исследования или состояние проблемы технического или научного исследования.
38			8. Является ли описание последовательности испытания цемента бетона на морозостойкость аналитическим обзором?
39		ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах	1. Экологические барьеры применения нанотехнологий
40			2. Экономическая целесообразность внедрения нанотехнологий

Примеры практико-ориентированных и тестовых заданий

ПК-3.1 Собирает и систематизирует научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах

Произвести анализ научно-технической литературы и дать краткий литературный обзор о нанокремнеземе/наносилике, способах его получения, свойствах и областях применения.

На выполнение задания отводится 2 академических часа

ПК-3.2 Корректирует и разрабатывает методики комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов

Используя формулу для расчёта плотности материала: $\rho = m/V$, определите неизвестный параметр и укажите его единицу измерения. $\rho = 1000 \text{ м}^3/\text{кг}$; $m = 350 \text{ кг}$.

ПК-3.3 Разрабатывает опытные образцы композиционных материалов

С использованием имеющихся в лаборатории образцов нанокремнезема произвести их гранулометрический анализ с использованием метода лазерной гранулометрии; на основании полученных данных дать развернутую характеристику исследуемого материала и сделать заключение о его качестве.

На выполнение задания отводится 2 академических часа

ПК-3.4 Организует проведение испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов

В каком из перечисленных документов отображена подробная структура проведения экспериментальных исследований:

- план здания;
- план эксперимента;
- план местности.

ПК-3.6 Составляет аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований

Используя произведенный гранулометрический анализ на образцах микрокремнезема в форме заключения предложить возможные области его применения и описать специфические требования работы с ним.

На выполнение задания отводится 2 академических часа

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра на лабораторных занятиях в форме собеседования, выполнения различных заданий в форме индивидуальных домашних заданий, предлагаемых преподавателем, представления доклада-презентации.

Индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) – это самостоятельная работа студента, которая выполняется по заданию преподавателя. Она состоит из теоретической и практической частей. Теоретическая часть носит описательный характер и предполагает создание краткого научного обзора по заданной теме.

Практическая часть включает в себя расчет основных характеристик исследуемого объекта в зависимости от поставленной задачи.

ИДЗ должно включать:

- титульный лист,
- задание на ИДЗ,
- теоретическая часть,
- практическая часть,
- заключение (выводы),
- список использованной литературы.
- приложения (при необходимости).

Перечень конкретных вопросов, которые должны быть отражены в ИДЗ, определяется преподавателем. Изложение материала должно быть достаточно детальным, чтобы была возможность провести проверку результатов.

Заключение по работе должно содержать перечень и оценку результатов выполнения квалификационной работы и степени их соответствия требованиям задания. В приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый, по мнению автора, для лучшего понимания изложенного материала, который, однако, загромождает текст основного раздела. Например, вывод используемого ИДЗ графического иллюстративного материала и т.п.

Общий рекомендуемый объем расчетно-пояснительной записки по ИДЗ с приложениями составляет 10–15 страниц.

Типовые тематики ИДЗ

1. Микрокремнезем. Методы получения
2. Метакаолин. Способы синтеза
3. Ферромагнитная жидкость. Способы получения и свойства.
4. Наноструктурированное вяжущее. Технология получения. Основные характеристики.

Защита ИДЗ предусматривает **собеседование**, т.е. специальную беседу с обучающимся, что позволяет оценить объём его знаний.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по практике	Критерий оценивания
--	---------------------

Знания	особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах
	способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов
	принципы разработки опытных образцов композиционных материалов
	принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов
	основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами
	особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований
Умения	осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах
	осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов
	разрабатывать опытные образцы композиционных материалов
	организовывать и проводить испытания технологических и функциональных свойств композиционных материалов
	осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами
	составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований
Владения	навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах
	навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов
	навыками разработки опытных образцов композиционных материалов
	навыками организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов
	навыками аналитического и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами
	навыками составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5

Знание особенностей сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах	Не знает особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах	Знает, особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах но допускает грубые ошибки при использовании	Знает, особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	Знает, особенности сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах, свободно использует знания на практике
Знание способов корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	Не знает способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов	Знает способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, но допускает грубые ошибки при использовании	Знает способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	Знает способы корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, свободно использует знания на практике
Знание принципов разработки опытных образцов композиционных материалов	Не знает принципы разработки опытных образцов композиционных материалов	Знает принципы разработки опытных образцов композиционных материалов, но допускает грубые ошибки при использовании	Знает принципы разработки опытных образцов композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	Знает принципы разработки опытных образцов композиционных материалов, свободно использует знания на практике
Знание принципов организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Не знает принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов	Знает принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов, но допускает грубые ошибки при использовании	Знает принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике	Знает принципы организации и проведения испытаний технологических и функциональных свойств композиционных материалов, свободно использует знания на практике
Знание основ анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами	Не знает основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами	Знает основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, но допускает грубые ошибки при использовании	Знает основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, но допускает незначительные	Знает основы анализа и документационного сопровождения внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, свободно

			<i>ошибки при использовании на практике</i>	<i>использует знания на практике</i>
<i>Знание особенностей составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований</i>	<i>Не знает особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований</i>	<i>Знает особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований, но допускает грубые ошибки при использовании</i>	<i>Знает особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Знает особенности составления аналитических обзоров, научных отчетов, публикаций результатов исследований, свободно использует знания на практике</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

<i>Критерий</i>	<i>Уровень освоения и оценка</i>			
	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Умение осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах</i>	<i>Не умеет осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах</i>	<i>Умеет осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет осуществлять сбор и систематизировать научно-техническую информацию о существующих композиционных материалах, свободно использует умения на практике</i>
<i>Умение осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов</i>	<i>Не умеет осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов</i>	<i>Умеет осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет осуществлять корректировку и разработку методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных материалов, свободно использует умения на практике</i>
<i>Умение разрабатывать опытные образцы композиционных материалов</i>	<i>Не умеет разрабатывать опытные образцы композиционных материалов</i>	<i>Умеет разрабатывать опытные образцы композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет разрабатывать опытные образцы композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет разрабатывать опытные образцы композиционных материалов, на основе экспериментальных исследований деятельности, свободно использует умения на практике</i>
<i>Умение организовывать и проводить испытания</i>	<i>Не умеет организовывать и проводить испытания</i>	<i>Умеет организовывать и проводить испытания</i>	<i>Умеет организовывать и проводить испытания</i>	<i>Умеет организовывать и проводить испытания</i>

<i>технологических и функциональных свойств композиционных материалов</i>	<i>технологических и функциональных свойств композиционных материалов</i>	<i>технологических и функциональных свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>технологических и функциональных свойств композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>технологических и функциональных свойств композиционных материалов, свободно использует умения на практике</i>
<i>Умение осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами</i>	<i>Не умеет осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами</i>	<i>Умеет осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет осуществлять аналитическое и документационное сопровождение внедрения композиционных материалов с заданными свойствами, свободно использует умения на практике</i>
<i>Умение составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований</i>	<i>Не умеет составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований</i>	<i>Умеет составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований, но допускает незначительные ошибки при использовании на практике</i>	<i>Умеет составлять аналитические обзоры, научные отчеты, публикации результатов исследований, свободно использует умения на практике</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

<i>Критерий</i>	<i>Уровень освоения и оценка</i>			
	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Владение навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах</i>	<i>Не владеет навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах</i>	<i>Владеет навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при применении навыков на практике</i>	<i>Владеет навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах, но допускает незначительные ошибки при применении навыков на практике</i>	<i>Свободно владеет навыками сбора и систематизации научно-технической информации о существующих композиционных материалах</i>
<i>Владение навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств</i>	<i>Не владеет навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств</i>	<i>Владеет навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных</i>	<i>Владеет навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств композиционных</i>	<i>Свободно владеет навыками корректировки и разработки методик комплексного анализа структуры и свойств</i>

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, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран.
2	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран
3	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель, технические средства обучения: ноутбук, проектор, проекционный экран, модельные образцы (ферритмагнитная жидкость, наноструктурированное вяжущее, набор нанодисперсных порошков)
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. Наносистемы в строительном материаловедении: учеб. пособие / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – Белгород: Издательство БГТУ, 2011. – 205 с.
2. Малинецкий, Г.Г. Чтоб сказку сделать былью: высокие технологии – путь России в будущее / Г.Г. Малинецкий. – Изд. 2-е. – М.: Либликом, 2013. – 224 с
3. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс] / Р. А. Андриевский. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 255 с.
4. Фундаментальные основы нанотехнологии: учебник / К.К. Джаманбалин. – Костанай: КСТУ, 2019. – 236 с.
5. Рыжонков Д.И. Наноматериалы учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. – 2-е изд. – М.: БИНОМ, 2010. – 365 с.
6. Физическая химия наноструктурированных материалов: методические указания к выполнению лабораторных работ, индивидуального домашнего задания и расчетно-графического задания для студентов направления подготовки 08.04.01 – Строительство / М.Н. Сивальнева, Ю.Н. Огурцова, Д.Д. Нецвет, Н.И. Кожухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 72 с.
7. 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.
8. 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.

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

10. Наносистемы в строительном материаловедении: учебное пособие. – 2-е изд., испр. / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – СПб.: Лань, 2016 – 236 с.

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

Электронные образовательные ресурсы библиотеки БГТУ.

1. <http://www.DWG.ru>.
2. <http://www.iprbookshop.ru/27465>. - ЭБС «IPRbooks».
3. <http://www.vashdom.ru/norms.htm>
4. <http://ntb.bstu.ru/resource>

Иные электронные образовательные ресурсы.

1. <http://www.nanonewsnet.ru/>
2. <http://www.ntsр.info/>