

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.
« 22 » _____ 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Структурная топология дисперсных систем и композитов

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

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 Технологический тип	ПК-2 Способен организовывать и проводить лабораторно-аналитическое сопровождение разработки композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения	ПК-2.1 Выполняет работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий	<p>Знать: экономичные и эффективные методы производства композиционных материалов с заданными свойствами</p> <p>Уметь: осуществлять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами с использованием современных цифровых и информационных технологий</p> <p>Владеть: навыками поиска экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе в поисковых системах цифровых технологий</p>
		ПК-2.2 Анализирует сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты, в том числе с использованием современного программного обеспечения	<p>Знать: соответствие сырья и материалов стандартам и техническим условиям, используемым в производстве</p> <p>Уметь: анализировать сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывать экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения</p> <p>Владеть: навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обработки экспериментальные результаты, использования программного обеспечения при анализе и обработке</p>
		ПК-2.4 Измеряет характеристики экспериментальных композиционных материалов	<p>Знать: характеристики экспериментальных композиционных материалов</p> <p>Уметь: измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов</p> <p>Владеть: навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов</p>

		ПК-2.5 Определяет соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Знать: новые свойства композиционных материалов Уметь: определять соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию Владеть: навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию
--	--	---	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен организовывать и проводить лабораторно-аналитическое сопровождение разработки композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Учебная ознакомительная практика
2	Термодинамика в материаловедении
3	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
4	Технология конструкционных материалов
5	Основы физико-химической механики
6	Технологическое оборудование для получения современных материалов
7	Модификаторы для композитов различного назначения
8	Современные технологии композиционных материалов
9	Термическая обработка
10	Теория и технологии защитных покрытий
11	Активационные процессы в материаловедении
12	Моделирование материалов и процессов их получения
13	Экономическое обоснование проектов и исследований
14	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	36	36
Лекции	17	17
Лабораторные		
Практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	72	72
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	63	63
Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 7

№ 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
1. Теоретические положения структурной топологии					
	Введение. Цели и задачи дисциплины. Предмет, основные объекты изучения дисциплины. Основные понятия и положения.	1			1
	Регулярные (трансляционные) укладки и случайная упаковка твердых сфер (атомов, ионов в кристаллической решетке и в жидкостях).	1			2
	Принципы формирования структур топологического беспорядка		3		6
	Получение общей закономерности распределения зерен по размерам при высокоплотной их упаковке		2		4
	Предсказания ОТС (общей теории систем) в топологии структуры зернистого слоя и строительных композитов	2			2
	Способы получения высокоплотных зернистых смесей	2			2
	Методика расчета высокоплотных зернистых смесей и строительных композитов		2		4
	Фазовые и топологические переходы при плавлении, кипении, псевдосжижении зернистого слоя и диспергировании вещества. Вывод уравнения ФТП. Построение схем уровней фазотопологических состояний (ФТС) веществ с кристаллической решеткой и неупорядоченных систем		3		6
	Фундаментальные топологические характеристики неупорядоченных систем: плотность покрытия и укладок твердой дисперсной фазы в композитах	1			2
	Пороги дисперсности при измельчении материалов		2		4
	Пороги протекания в кристаллических решетках и в случайной упаковке сфер (частиц)	1			2
	Теория прочности твердых поризованных композитов	1			2
	Топология структуры ячеистых бетонов		2		4
	Дисперсное армирование ячеистых композитов	1			2
	Зерновой состав заполнителя и топология структуры легких и тяжелых бетонов		3		6
	Краевые задачи строительного материаловедения	1			2
2. Процессы и синтез дисперсных систем и композитов на их основе					

	Классификация дисперсных систем по их уровню (степени измельчения или дисперсности). Количественное соотношение между фазами и плотность системы	1			2
	Дисперсность, форма частиц, зерновой состав и строение высокодисперсных систем	2			4
	Основные положения синтеза высокоплотных дисперсных систем	1			2
	Применение принципа механоактивации при управлении процессом синтеза высокодисперсных систем и структурообразования композитов на их основе	1			2
	Принципы модификации дисперсных систем на наноуровне	1			2
	ВСЕГО	17	17		63

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 7				
1	Получение общей закономерности распределения зерен по размерам при высокоплотной их упаковке	Определение формы зерен и расчет коэффициента (фактора) формы.	2	4
2	Построение схем уровней фазотопологических состояний (ФТС) веществ с кристаллической решеткой и неупорядоченных систем.	Построение схем уровней формирования структур топологического беспорядка и фазотопологических состояний (ФТС) систем, наделенных дискретностью	3	6
3	Принципы формирования структур топологического беспорядка	Определение координационного числа элементов структуры в неупорядоченных (зернистых и жидких) системах.	3	6
4	Методика расчета высокоплотных зернистых смесей и строительных композитов	Расчет линейного размера контрольных образцов тяжелого мелкозернистого бетона и толщины цементной и цементно-песчаной оболочки на зернах заполнителя при наибольшем их обжатии.	2	4
5	Зерновой состав заполнителя и топология структуры легких и тяжелых бетонов.	Расчет и подбор высокоплотного зернового состава заполнителя для строительных композитов.	3	6
6	Топология структуры ячеистых бетонов	Структурная топология пенобетона. Расчет структурообразующих элементов и состава.	2	4

7	Пороги дисперсности при измельчение материалов	Определение порога критического и предельного измельчения строительных материалов.	2	4
ИТОГ:			17	34
ВСЕГО:				34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

На выполнение индивидуального домашнего задания отводится 9 часов. Конкретизация тематик осуществляется с учетом специфики научной работы бакалавра. Целью данной дисциплины является повышение профессионального уровня бакалавра, глубоко владеющего основами структурной топологии для разработки технологий и нанотехнологий, получения новых современных композитов. Специалист должен быть подготовлен к созданию новых технологий с учетом максимальной экономии и рационального использования сырьевых, топливно-энергетических ресурсов, снижения трудоемкости как в сфере производства, так и в сфере их применения. Это может быть достигнуто в результате знания специалистами структурных, поверхностных, размерных, химических и термодинамических эффектов и синергизма сырьевых материалов, подготовленных к новым технологиям композитов строительного и специального назначения.

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

Цель задания: закрепить теоретические знания в системе прикладного использования, определить экономический эффект от использования лакокрасочных материалов. При выполнении индивидуального домашнего задания (ИДЗ) обучающийся должен уяснить, как обосновать применение лакокрасочного материала (функционального покрытия) для производства конкурентно способной продукции.

Структура работы. ИДЗ состоит из введения, расчета топологической модели дисперсной системы, вывода об изменении параметров, заключения, списка используемой литературы.

Оформление индивидуального домашнего задания. ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в виде отчета на бумажных листах в формате А4. Отчет индивидуального домашнего задания должен иметь титульный лист; задание; содержание и все разделы, согласно вышеуказанной структуре. ИДЗ

должно быть оформлено в соответствии с требованиями к текстовым документам (ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам). Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

Задание ИДЗ представлено в п. 5.3.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-2 Способен организовывать и проводить лабораторно-аналитическое сопровождение разработки композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Выполняет работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современных цифровых и информационных технологий	<i>защита ИДЗ, защита практической работы, зачет</i>
ПК-2.2 Анализирует сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты, в том числе с использованием современного программного обеспечения	<i>защита ИДЗ, защита практической работы, зачет</i>
ПК-2.4 Измеряет характеристики экспериментальных композиционных материалов	<i>защита ИДЗ, защита практической работы, зачет</i>
ПК-2.5 Определяет соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	<i>защита ИДЗ, защита практической работы, зачет</i>

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Теоретические положения структурной топологии	Сингонии и типы кристаллических структур, способы и плотность укладки атомов в кристаллах и жидкостях.
2		Фундаментальные топологические характеристики упорядоченных и неупорядоченных системах. Привести пример для металлов
3		Классификация структур топологического беспорядка
4		Принципы формирования структур топологического беспорядка
5		Термодинамика фазовых и топологических переходов
6		Изоморфизм и полиморфизм в кристаллах, симметричные формы

7	Вывод простейшего уравнения распределения элементов структуры – полиморфной формы
8	Понятия системы и хаоса, симметрия и свойства системности изучаемых объектов
9	Размеры пустот в случайной укладке твердых сфер и их характеристика
10	Классы систем распределение зерен по размерам
11	Бимодальные упаковки и их свойства
12	Предсказание ОТС в топологии зернистого слоя
13	Вывод величин критических плотностей упаковки твердых сфер
14	Вывод выражения для пристенного фактора
15	Получение элементов золотого геометрического и топологического сечения. Исходные уравнения значения их в природе и технике (в компьютерных системах).
16	Высокоплотные полидисперсные смеси заполнителей (наполнителей) и их значение в технологии композитов
17	Вывод уравнения для объемной доли заполнителя (наполнителя) в композитах, его анализ
18	Способы получения высокоплотных зерновых составов
19	Вывод выражения для расхода по массе и объему каждой фракции для получения высокоплотной полидисперсной системы
20	Расчет плотности упаковки зерен в полидисперсных смесях заданного гранулометрического состава
21	Эффективность зерновых составов по гранулометрии в бетонах и полимерных композитах
22	Расчет удельной поверхности зерен
23	Простейшая модель топологического перехода. Ее математический исток
24	Вывод уравнения ФТП и его анализ
25	Схемы уровней ФТС и их анализ на примере случайной упаковки
26	Уравнения для координационного числа взаимодействующих и не взаимодействующих элементов структуры
27	Практическое приложение топологических характеристик к критическому состоянию вещества, жидкому гелию, бетону и строительному раствору
28	Критическая дисперсность микро- и нанодисперсных материалов
29	Пороги протекания в случайной упаковке твердых сфер
30	Пороги протекания в кристаллических решетках по данным схем уравнений ФТС
31	Уравнение для индекса амплитуды плотности упаковки и получение величин топологической плотности упаковки зерен сферической формы.
32	Перколяционные индексы и приложение их к исследованию экстремальных зависимостей свойств строительных композитов
33	Критические показатели степени степенных законов и их приложения в теории прочности композитов
34	Типы структур композитов. Влияние объемной доли

		заполнителя (наполнителя) на их свойства
35		Теория прочности ячеистых бетонов
36		Порообразующие элементы структуры пористых материалов на примере пенобетона
40	Процессы и синтез дисперсных систем и композитов на их основе	Принципы и стадии расчета состава пенобетона заданной средней плотности. Кратность пеноцементной суспензии.
41		Уравнение для толщины перегородки поризованных материалов
42		Дисперсное армирование пенобетона и пенопластов. Критическая длина волокна
43		Уравнения для критической и рациональной длины волокна в дисперсно- армированных поризованных материалах
44		Влияние крупного заполнителя на прочность легких и тяжелых бетонов. Характер разрушения образцов
45		Условия необходимости и достаточности моделей разрушения композитов
46		Уравнения для прочности при сжатии тяжелого бетона в зависимости от зернового состава заполнителя
47		Кривая зависимости прочности при сжатии тяжелого бетона от объемной доли крупного заполнителя
48		Объяснение гиперболической зависимости прочности при сжатии от высоты образцов строительных композитов. Условия для эффективного их армирования
49		Модели стесненного и свободного формирования минеральной оболочки на зернах заполнителя
50		Реверс собственных деформаций минеральных оболочек на зернах заполнителя с усадочным и расширяющимся минеральным вяжущим веществом
51		Уравнения для оптимальной толщины минеральной оболочки на зернах заполнителя для свободного стесненного ее формирования
52		Рассчитать относительное изменение силы обжатия зерен минеральной оболочкой на усадочном цементе в строительном растворе следующего состава: Ц:П = 1:4, В/Ц=0,5. Плотность упаковки зерен кварцевого песка $\eta=0,60$. Водопотребность цемента на его гидратацию – 0,25Ц, вовлеченная пористость 5%. Средняя плотность цементного камня – 2100 кг/м ³
53		Классификация дисперсных систем по их уровню (степени измельчения или дисперсности)
54	Особенности фазового состава высококонцентрированных дисперсных систем	
55	Особенности зернового состава и факторы, влияющие на плотность упаковки высокодисперсных систем	
56	Основные принципы синтеза высококонцентрированных дисперсных систем	
57	Массовое и объемное содержание фаз в высококонцентрированных дисперсных системах	
58	Особенности реологии высококонцентрированных дисперсных систем	
59	Активационные процессы при синтезе высокодисперсных систем. Особенности процессов передачи механической энергии при ударном воздействии. Особенности	

	активационных процессов в различных типах механохимических реакторов
60	Принципы модификации высокодисперсных систем на наноуровне

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 в течение семестра на практических занятиях и при выполнении индивидуального домашнего задания.

Защита практических работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме практической работы.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
1	Определение формы зерен и расчет коэффициента (фактора) формы.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основной фактор, влияющий на плотность упаковки дисперсных материалов. 2. Чем характеризуются зернистые и дисперсные материалы? 3. Как определяется фактор формы правильного геометрического тела?
2	Построение схем уровней формирования структур топологического беспорядка и фазотопологических состояний (ФТС) систем, наделенных дискретностью	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие исходные данные для построения схемы уровней ФТС? 2. Что такое фазотопологический переход? 3. Как проводился расчет и построение уровней формирования структур?
3	Определение координационного числа элементов структуры в неупорядоченных (зернистых и жидких) системах.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чем определяется координационное число? 2. Перечислите координационные элементы структуры регулярных упаковок шаров
4	Расчет линейного размера контрольных образцов тяжелого мелкозернистого бетона и толщины цементной и цементно-песчаной оболочки на зернах заполнителя при наибольшем их обжати.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие выдвинуты гипотезы для объяснения влияния масштабного фактора на прочность бетонных кубов? 2. Напишите общую закономерность распределения зерен по размерам при высокоплотной их упаковке в зернистой смеси 3. Как проводится расчет размера контрольных образцов тяжелого и мелкозернистого бетона
5	Расчет и подбор высокоплотного зернового	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фундаментальный топологический параметр

	состава заполнителя для строительных композитов.	неупорядоченных систем, наделенных дискретностью 2. Назовите топологическую плотность случайной упаковки твердых сфер в трехмерном пространстве
6	Структурная топология пенобетона. Расчет структурообразующих элементов и состава.	1. Формула определения числа пор одинакового размера в объеме пористого тела 2. Опишите задачи, решаемые для увеличения пористости и получения поризованных теплоизоляционных материалов с низкой средней плотностью 3. Что называют фрактальной размерностью?
7	Определение порога критического и предельного измельчения строительных материалов.	1. Назовите принципы сборки кристаллических кластеров и однородных структур 2. Напишите уравнение перехода к кристаллическим микро- и нанообъектам

Индивидуальное домашнее задание

К защите допускается законченная работа при соблюдении всех изложенных выше требований. Защита производится в присутствии преподавателя и студентов-слушателей.

Задание: Рассчитайте зерновой состав заполнителя для класса системы m . Плотность упаковки зерен каждой узкой фракции η . Средний размер зерен d_1 .

Варианты заданий:

№ варианта	m	η	d_1
1	4	0,62	10–5
2	5	0,58	40–20
3	6	0,60	20–10
4	6	0,62	10–5
5	4	0,60	40–20
6	5	0,62	10–5
7	7	0,60	20–10
8	8	0,60	20–10
9	8	0,58	40–20
10	9	0,58	40–20

Типовые вопросы для защиты ИДЗ:

1. Какие проводились расчеты в рамках индивидуального домашнего задания?
2. В чем состоит цель работы?
3. Каковы исходные данные при расчете зернового состава?
4. Какие выводы можете сделать по результатам проведенных расчетов в рамках выполнения индивидуального домашнего задания?

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	экономичные и эффективные методы производства композиционных материалов с заданными свойствами
	соответствие сырья и материалов стандартам и техническим условиям, используемым в производстве
	характеристики экспериментальных композиционных материалов
	новые свойства композиционных материалов
Умения	осуществлять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами с использованием современных цифровых и информационных технологий
	анализировать сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывать экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения
	измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов
	определять соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию
Владения	навыками поиска экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе в поисковых системах цифровых технологий
	навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обработки экспериментальные результаты, использования программного обеспечения при анализе и обработке
	навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов
	навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию

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 экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами	Не знает экономичные и эффективные методы производства композиционных материалов с заданными свойствами	Знает, подробно описывает экономичные и эффективные методы и способы производства композиционных материалов с заданными свойствами
Знание соответствия сырья и материалов стандартам и техническим условиям, используемым в производстве	Не знает параметров соответствия сырья и материалов стандартам и производственным техническим условиям	Знает критерии соответствия сырья и материалов стандартам и техническим условиям, используемым в производстве
Знание характеристик экспериментальных композиционных материалов	Не знает новых свойств композиционных материалов	Знает и характеризует новые свойства композиционных материалов
Знание новых свойств композиционных материалов	Не знает новых свойств композиционных материалов	Знает и характеризует новые свойства композиционных материалов

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение осуществлять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами с использованием современных цифровых и информационных технологий	Не умеет осуществлять поиск экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами с использованием современных цифровых и информационных технологий	Осуществляет работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с использованием современных цифровых и информационных технологий
Умение анализировать сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывать экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения	Не умеет анализировать сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывать экспериментальные результаты	Умеет проводить анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывать экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения
Умение измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов	Не умеет определять соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Определяет соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию
Умеет определять соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Не умеет определять соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Определяет соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владение навыками поиска экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе в поисковых системах цифровых технологий	Не владеет навыками поиска экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами	Проводит поиск экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, используя различные источники информации
Владение навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обработки экспериментальные результаты, использования программного обеспечения при анализе и обработке	Не владеет навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, не обрабатывает экспериментальные результаты	Проводит анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, осуществляет обработку экспериментальных результатов
Владение навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Не определяет соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Владеет навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию
Владеет навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Не определяет соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Владеет навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию

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 УКЗ, №103	Специализированная мебель; ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, электронная интерактивная доска Hitachi.
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УКЗ, №107	Специализированная мебель; ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, проектор, проекционный экран.
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 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. Хархардин А.Н. Структурная топология дисперсных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Хархардин. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. – 288 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918063071432700003937>.

2. Структурная топология. Метод определения критического размера микро- и наночастиц простых и сложных веществ [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению практ. работ для студентов днев. и заоч. форм обучения / А.Н. Хархардин, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. – 15 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918063071432700003937>.

3. Хархардин, А.Н. Структурная топология дисперсных материалов: практикум: учеб. пособие / А.Н. Хархардин, В.В. Строкова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. – 138 с.

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

1. Электронно-библиотечная система <http://www.iprbookshop.ru/>

2. Электронно-библиотечная система elibrary – <http://elibrary.ru/>