

**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.  
«  » 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Моделирование материалов и процессов их получения**

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): \_\_\_\_\_  Е.Н. Губарева

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  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	<b>Знать:</b> экономичные и эффективные методы производства композиционных материалов с заданными свойствами <b>Уметь:</b> осуществлять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами с использованием современных цифровых и информационных технологий <b>Владеть:</b> навыками поиска экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе в поисковых системах цифровых технологий
		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	<b>Знать:</b> соответствие сырья и материалов стандартам и техническим условиям, используемым в производстве <b>Уметь:</b> анализировать сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывать экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения <b>Владеть:</b> навыками анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обработки экспериментальные результаты, использования программного обеспечения при анализе и обработке
		ПК-2.3 Подбирает технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного	<b>Знать:</b> технологические параметры процесса для производства композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения <b>Уметь:</b> использовать современное программное обеспечение при подборе технологических параметров

		обеспечения	процесса для производства композиционных материалов <b>Владеть:</b> навыками подбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения
		ПК-2.4 Измеряет характеристики экспериментальных композиционных материалов	<b>Знать:</b> характеристики экспериментальных композиционных материалов <b>Уметь:</b> измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов <b>Владеть:</b> навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов
		ПК-2.5 Определяет соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	<b>Знать:</b> новые свойства композиционных материалов <b>Уметь:</b> определять соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию <b>Владеть:</b> навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию
		ПК-2.6 Анализирует причины несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разрабатывает предложения по их предупреждению и устранению	<b>Знать:</b> причины несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, предложения по их предупреждению и устранению <b>Уметь:</b> проводить анализ причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разрабатывать предложения по их предупреждению и устранению <b>Владеть:</b> навыками анализа причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разработки предложений по их предупреждению и устранению

## 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	Структурная топология дисперсных систем и композитов
13	Экономическое обоснование проектов и исследований
14	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 6 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	69	69
Лекции	32	32
Лабораторные		
Практические	32	32
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	147	147
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	75	75
Экзамен	36	36

## 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. Информационные технологии и базы данных в материаловедении</b>					
	Прикладные программы, применяемые в материаловедении. Базы данных металлов и сплавов. Возможности баз данных. Принципы пользования базами данных металлов и сплавов	6	6		14
<b>2. Основы моделирования материалов и процессов</b>					
	Принципы, методы и процедуры моделирования как формы отражения, описания и имитации действительных систем (объектов и процессов). Основные виды моделирования: концептуальное, структурно-функциональное, физическое, математическое и компьютерное. Математический аппарат статистического моделирования: метод наименьших квадратов, регрессионный анализ, статистическое оценивание.	6	6		14
<b>3. Современные подходы к описанию явлений и процессов в материалах и покрытиях</b>					
	Агрегатные и фазовые состояния веществ. Фазовые переходы и критические явления. Кристаллическое и жидкое (аморфное) фазовые состояния. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Понятия о фракталах, кластерах, перколяции, скейлинге и теории подобия Геометрия фракталов (множество Кантора, снежинка Коха, ковер Серпинского, губка Менгера). Кластеры. Теория перколяции (модель протекания) для материалов. Решеточные задачи (модели). Порог перколяции и другие характеристики перколяции в кластерах. Сущность перколяционных фазовых переходов. Скейлинг (масштабная инвариантность) при описании фракталов. Мультифракталы. Фрактальный анализ фазовых переходов 1 рода в мономолекулярных слоях. Фрактальный анализ дисперсных систем.	8	6		16
<b>4. Термодинамическое моделирование</b>					
	Основные термодинамические функции. Понятие температуры и уравнение состояния идеального газа. Энтропия и вероятность. Формула Больцмана. Внутренняя энергия системы. Зависимость свободной энергии от состава сплава. Двухфазное равновесие.	6	6		14

	Тройные системы сплавов. Концентрационный треугольник системы из трех компонентов. Определение концентрации компонентов, правило отрезков. Применение геометрической термодинамики для оптимизации состава многокомпонентных порошковых смесей				
5. Постановка задач оптимизации и поиск оптимальных решений					
	Классификация и постановка задач оптимизации, условия и критерии оптимальности. Построение целевой функции, безусловная оптимизация, линейные и нелинейные ограничения, многокритериальные задачи оптимизации. Активный и пассивный эксперимент. Планирование экспериментов. Планирование на диаграммах состав-свойство. Методы решения задач оптимизации: расчетно-аналитические методы, методы поиска оптимума на основе статистических моделей (градиентный метод, метод крутого восхождения, симплексный метод). Составление обобщенных параметров оптимизации. Периодическая оптимизация. Метод экспертных оценок. Факторный и дисперсионный анализ.	6	8		17
	ВСЕГО	32	32		75



## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 8				
1	Информационные технологии и базы данных в материаловедении	Роль моделирования в разработке новых материалов и технологических процессов. Виды и уровни моделирования. Математические модели и их назначение	6	8
2	Основы моделирования материалов и процессов	Этапы и характерные особенности математического моделирования.	6	8
3	Современные подходы к описанию явлений и процессов в материалах и покрытиях	Физико-химические модели процессов травления металлов и получения неразъемных соединений. Фрактальные модели	6	8
4	Термодинамическое моделирование	Применение геометрической термодинамики для оптимизации состава многокомпонентных порошковых смесей	6	8
5	Постановка задач оптимизации и поиск оптимальных решений	Оптимизация составов композиционных материалов	8	8
			32	40
			ВСЕГО:	40

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

## 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Целью выполнения курсовой работы является:

- систематизация и закрепление теоретических и практических умений по дисциплине «Моделирование материалов и процессов их получения»;
- получение навыков владения методиками инженерных расчетов параметров технологических процессов (в том числе с применением вычислительной техники);
- формирование умений использовать справочную, нормативно-правовую документацию;
- развитие творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности.

Тема курсовой работы: «Построение регрессионной модели по результатам полного факторного эксперимента».

Курсовая работа состоит из основных разделов:

Введение  
 Принципы решения многофакторных оптимизационных задач.  
 Анализ исходных данных.  
 Расчет дисперсии и относительной ошибки эксперимента  
 Построение неполной квадратичной модели  
 Расчет коэффициентов регрессии  
 Проверка статистической значимости коэффициентов регрессии  
 Проверка адекватности модели  
 Построение регрессионной модели в виде степенной функции  
 Расчет коэффициентов регрессии  
 Проверка адекватности модели  
 Заключение  
 Список использованных источников

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

Расчетно-графическое задание (индивидуальное домашнее задание) учебным планом не предусмотрено.

### 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>экзамен, защита курсовой работы, защита практической работы, тестовый контроль</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>экзамен, защита курсовой работы, защита практической работы, решение практических задач</i>
ПК-2.3 Подбирает технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием современного программного обеспечения	<i>экзамен, защита курсовой работы, защита практической работы, выполнение практического задания, тестовый контроль</i>
ПК-2.4 Измеряет характеристики экспериментальных композиционных материалов	<i>экзамен, защита курсовой работы, защита практической работы</i>
ПК-2.5 Определяет соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	<i>экзамен, защита курсовой работы, защита практической работы, решение практических задач</i>
ПК-2.6 Анализирует причины несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя,	<i>экзамен, защита курсовой работы, защита практической работы, выполнение</i>

разрабатывает предложения по их предупреждению и устранению	<i>практического задания, тестовый контроль</i>
-------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Код компетенции	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Информационные технологии и базы данных в материаловедении	ПК-2	Базы данных по металлам и сплавам, их содержание.
2			Технология работы с патентными базами данных
3			Прикладные программы в материаловедении, их возможности.
4			Применение баз данных при разработке технологических процессов термической обработки сталей и сплавов
5			Прикладные программы обработки данных микроскопии
6	Основы моделирования материалов и процессов	ПК-2	Объекты моделирования
7			Гипотеза в моделировании
8			Математическая модель. Классификация математических моделей
9			Аналогии в физических процессах
10			Постановка задачи моделирования в общем виде
11	Современные подходы к описанию явлений и процессов в материалах и покрытиях	ПК-2	Понятие фрактала. Образующий элемент. Предфрактал
12			Геометрический фрактал. Стохастический фрактал. Примеры применения фракталов при изучении реальных объектов.
13			Количественные характеристики фракталов. Фрактальная размерность
14			Фрактальные агрегаты. Основные модели роста
15			Фрактальный анализ дисперсных систем
16	Термодинамическое моделирование	ПК-2	Термодинамические системы.
17			Зависимость свободной энергии от состава сплава
18			Диаграммы состояния сплавов
19			Концентрационный треугольник системы из трех компонентов
20			Применение геометрической термодинамики к моделированию двойных сплавов
21	Постановка задач оптимизации и поиск оптимальных решений	ПК-2	Линейные и нелинейные модели.
22			Методы активного и пассивного эксперимента
23			Системы с распределенными параметрами
24			Сущность метода аналогий
25			Сущность экспериментально-статистического метода моделирования
26			Сущность регрессионного анализа

27			Особенности формулирования задач и виды оптимизации. Критерий оптимальности
28			Обзор основных численных методов поиска оптимума
29			Методы экспериментальной оптимизации в технологии. Поиск оптимума при наличии и отсутствии математической модели процесса (объекта)

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

Защита курсовой работы происходит посредством собеседования преподавателя со студентом по содержанию курсовой работы.

*Типовые контрольные вопросы при защите курсовой работы:*

1. Назовите принципы решения многофакторных оптимизационных задач
2. Как проводился анализ исходных данных (какие были исходные данные)?
3. Как проводился расчет дисперсии и относительной ошибки эксперимента
4. Какова относительная ошибка эксперимента?
5. Насколько адекватна модель курсовой работы?

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

#### **Практические работы.**

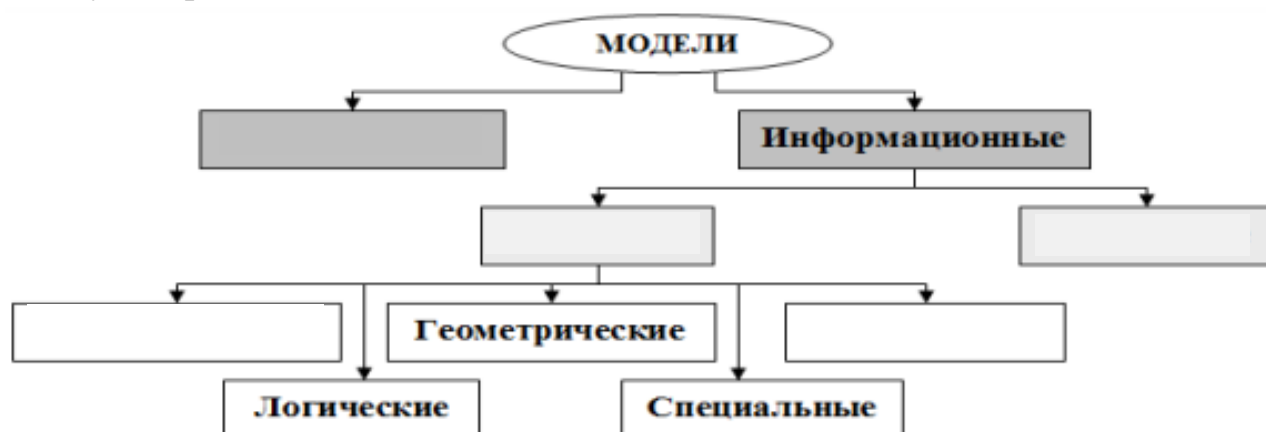
Защита практических работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема практической работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1	Роль моделирования в разработке новых материалов и технологических процессов. Виды и уровни моделирования. Математические модели и их назначение	ПК-2	1. Виды моделирования 2. Уровни моделирования 3. Какие процессы моделирования происходят при разработке новых материалов и технологических процессов
2	Этапы и характерные особенности математического моделирования.	ПК-2	1. Назовите этапы математического моделирования 2. Охарактеризуйте особенности математического моделирования 3. Какие характерные особенности математического моделирования использованы в работе
3	Физико-химические модели процессов травления металлов и получения неразъемных соединений. Фрактальные модели	ПК-2	1. Назовите модели процессов травления металлов 2. Физико-химические модели процессов получения неразъемных соединений 3. Охарактеризуйте фрактальные

			модели
4	Применение геометрической термодинамики для оптимизации состава многокомпонентных порошковых смесей	ПК-2	1. Как происходит оптимизация состава многокомпонентных порошковых смесей? 2. Что называют геометрической термодинамикой? 3. Назовите результаты оптимизации порошковых смесей с помощью геометрической термодинамики.
5	Оптимизация составов композиционных материалов	ПК-2	1. Назовите методы оптимизации составов композиционных материалов 2. Каким образом происходит процесс оптимизации состава композиционного материала в работе?

### Практические задания и задачи

Задание 1. Впишите недостающие элементы в классификацию моделей по способу их представления



Задание 2. Проведите соотношение экспериментов по способу проведения с описанием (таблица):

Классификация	Описание	Соотношение (впишите букву)
Активный	а) основан на регистрации входных и выходных параметров, характеризующих объект исследования без вмешательства в эксперимент в процессе его проведения, с применением математико-статистических методов только после окончания эксперимента для обработки собранных экспериментальных данных	
Активный с обратной связью	б) в соответствии с заранее составленным планом происходит воздействие на входные параметры исследуемого объекта, а выходные параметры отражают реакцию исследуемого	

	объекта на управляющие условия и позволяют выяснить природу происходящих процессов в объекте исследования	
Пассивный	в) интерпретируя результаты на каждом этапе эксперимента, выбирается оптимальная стратегия управления экспериментом (без участия экспериментатора)	
Активный с программным управлением	г) математическое описание строится в виде совокупности статистических и динамических выходных характеристик объекта, которые регистрируются при подаче на его входы специальных возмущающих воздействий	
Активно-пассивный	д) одна часть данных просто регистрируется, а другая обрабатывается в процессе эксперимента и участвует в выработке управляющих воздействий	

Задача 1. Metallургический завод выпускает три вида сплавов из двух видов сырья типа А и Б. Распределение сырья (в процентах) по трем видам сплавов представлено в таблице:

Вид сырья \ Номер сплава	1	2	3
А	10 %	15 %	30 %
Б	90 %	85 %	70 %

Завод имеет 6 тонн сырья типа А и 18 тонн сырья типа Б. Тонна первого сплава стоит 1600 р., второго стоит 1550 р., и третьего – 1300 р. Кроме того, известно, что спрос на сплав № 3 не превышает 13 тонн, а сплава № 1 нужно произвести не менее пяти тонн. Сколько нужно выпустить сплавов первого, второго и третьего типов, чтобы получить наибольшую стоимость?

Задача 2. Симплекс-методом решить следующую задачу:

$$\begin{aligned}
 Z &= X_5 - X_4 \rightarrow \max \\
 \begin{cases}
 X_1 = 1 - X_4 + 2 \cdot X_5 \\
 X_2 = 2 + 2 \cdot X_4 - X_5 \\
 X_3 = 3 - 3 \cdot X_4 - X_5 \\
 X_i \geq 0 \quad (i = 1 \dots 5)
 \end{cases}
 \end{aligned}$$

### *Примеры тестовых заданий*

1. Выбор вида модели зависит от:
  - a) *Физической природы объекта.*
  - b) *Предназначения объекта.*
  - c) *Цели исследования объекта.*

*d) Информационной сущности объекта.*

2. Что такое информационная модель объекта?

- a) Материальный или мысленно представляемый объект, замещающий в процессе исследования исходный объект с сохранением наиболее существенных свойств, важных для данного исследования.*
- b) Формализованное описание объекта в виде текста на некотором языке кодирования, содержащем всю необходимую информацию об объекте.*
- c) Программное средство, реализующее математическую модель.*
- d) Описание атрибутов объектов, существенных для рассматриваемой задачи и связей между ними.*

3. Укажите классификацию моделей в узком смысле слова:

- a) Натурные, абстрактные, вербальные.*
- b) Абстрактные, математические, информационные.*
- c) Вербальные, математические, информационные.*
- d) Математические, компьютерные, информационные.*

4. В основе информационного моделирования лежит:

- a) Обозначение и наименование объекта.*
- b) Замена реального объекта соответствующей ему моделью.*
- c) Нахождение аналитического решения, которое дает информацию об исследуемом объекте.*
- d) Описание процессов возникновения, обработки и передачи информации в изучаемой системе объектов.*

5. Формализация – это

- a) Этап перехода от содержательного описания связей между выделенными признаками объекта к описанию, использующему некоторый язык кодирования.*
- b) Замена реального предмета знаком или совокупностью знаков.*
- c) Переход от нечетких задач, возникающих в реальной действительности, к формальным информационным моделям.*
- d) Выделение существенной информации об объекте.*

6. Что называют имитационным моделированием?

- a) Метод исследования, связанный с вычислительной техникой.*
- b) Современная технология исследования объектов.*
- c) Изучение физических явлений и процессов с помощью компьютерных моделей.*
- d) Реализация математической модели в виде программного средства.*

7. Что такое компьютерная информационная модель?

- a) Представление объекта в виде текста на некотором искусственном языке, доступном компьютерной обработке.*
- b) Совокупность информации, характеризующая свойства и состояние объекта, а также взаимосвязь с внешним миром.*

- c) Модель в мысленной или разговорной форме, реализованная на компьютере.
- d) Метод исследования, связанный с вычислительной техникой.

8. Компьютерный эксперимент состоит из последовательности этапов:

- a) Выбор численного метода - разработка алгоритма - исполнение программы на компьютере.
- b) Построение математической модели - выбор численного метода - разработка алгоритма - исполнение программы на компьютере, анализ решения.
- c) Разработка модели - разработка алгоритма - реализация алгоритма в виде программного средства.
- d) Построение математической модели - разработка алгоритма - исполнение программы на компьютере, анализ решения.

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

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета при защите курсовой работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	экономичные и эффективные методы производства композиционных материалов с заданными свойствами
	соответствие сырья и материалов стандартам и техническим условиям, используемым в производстве
	технологические параметры процесса для производства композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения
	характеристики экспериментальных композиционных материалов
	новые свойства композиционных материалов
	причины несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, предложения по их предупреждению и устранению
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
	использовать современное программное обеспечение при подборе технологических параметров процесса для производства композиционных материалов
	измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов
	определять соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию



	проводить анализ причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разрабатывать предложения по их предупреждению и устранению
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 подбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения
	навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов
	навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию
	навыками анализа причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разработки предложений по их предупреждению и устранению

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 экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами	Не знает экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами	Допускает ошибки в определении экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами	Знает экономичные и эффективные методы производства композиционных материалов с заданными свойствами	Знает и описывает экономичные и эффективные методы производства композиционных материалов с заданными свойствами
Знание соответствия сырья и материалов стандартам и техническим условиям, используемым в производстве	Не знает сырья, материалов, их основных параметров и характеристик	Допускает ошибки в сырье, материалах, их основных параметрах и характеристиках	Знает сырье, материалы, их основные параметры и характеристики, используемые в одном-двух производствах	Знает и описывает сырье, материалы, их основные параметры и характеристики, используемые в различных производствах
Знание технологических параметров процесса для производства композиционных материалов, в том числе с использованием современного	Не знает технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, не использует современное	Допускает ошибки в технологических параметрах процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами	Знает технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе использует современное	Знает и описывает технологические параметры процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, активно применяя современное

программного обеспечения	программное обеспечение		программное обеспечение	программное обеспечение
Знание характеристик экспериментальных композиционных материалов	Не знает основных характеристик экспериментальных композиционных материалов	Допускает ошибки в основных характеристиках экспериментальных композиционных материалов	Знает основные характеристики экспериментальных композиционных материалов	Знает и описывает основные характеристики экспериментальных композиционных материалов
Знание новых свойств композиционных материалов	Не знает свойств композиционных материалов	Допускает ошибки в определении новых свойств композиционных материалов	Знает новые свойства композиционных материалов	Знает и описывает все свойства композиционных материалов
Знание причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, предложения по их предупреждению и устранению	Не знает причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, предложения по их предупреждению и устранению	Допускает ошибки в причинах несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, предложения по их предупреждению и устранению	Знает причины несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, предложения по их предупреждению и устранению	Знает и описывает причины несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, предложения по их предупреждению и устранению

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение осуществлять работы по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами с использованием современных цифровых и информационных технологий	Не умеет проводить работу по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами с использованием современных цифровых и информационных технологий	Проводит с ошибками и недочетами работу по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, не использует цифровые и информационные технологии	Умеет проводить работу по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами с использованием информационных технологий	Проводит в полном объеме работу по поиску экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами с использованием современных цифровых и информационных технологий
Умение анализировать сырье, материалы на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывать	Не умеет проводить анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, не использует программное обеспечение	Проводит с ошибками и недочетами анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям,	Умеет проводить анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям	Проводит в полном объеме анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям с использованием современного

экспериментальные результаты с использованием современного программного обеспечения				программного обеспечения
Умение использовать современное программное обеспечение при подборе технологических параметров процесса для производства композиционных материалов	Не умеет проводить подбор технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с использованием современного программного обеспечения заданными свойствами	С ошибками использует программное обеспечение при проведении подбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов	Умеет использовать современное программное обеспечение при подборе технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами	В полном объеме использует современное программное обеспечение при подборе технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами
Умение измерять характеристики экспериментальных композиционных материалов	Не умеет проводить измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Проводит с ошибками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Умеет проводить измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Проводит в полном объеме измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов
Умение определять соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Не умеет устанавливать соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Определяет с ошибками соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Умеет определять соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Определяет и устанавливает в полном объеме соответствие композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию
Умение проводить анализ причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разрабатывать предложения по их предупреждению и устранению	Не умеет проводить анализ причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разрабатывать предложения по их предупреждению и устранению	Проводит с ошибками анализ причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разрабатывать предложения по их предупреждению и устранению	Умеет проводить анализ причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разрабатывать предложения по их предупреждению и устранению	Проводит в полном объеме анализ причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разрабатывать предложения по их предупреждению и устранению

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками поиска экономических и	Не владеет навыками поиска экономических и	Владеет навыками поиска экономических и	Владеет навыками поиска экономических и	Владеет навыками пользования различных

эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе в поисковых системах цифровых технологий	эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами	эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами в поисковых системах цифровых технологий, но допускает ошибки и недочеты	эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе в поисковых системах цифровых технологий	поисковых систем цифровых технологий и дополняет поиск экономичных и эффективных методов производства композиционных материалов с заданными свойствами
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 проведения анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты, не использует программное обеспечение	Владеет навыками проведения анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты, использования программного обеспечения при анализе и обработке, но допускает ошибки и недочеты	Владеет навыками проведения анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты, использует программное обеспечение	Владеет и дополняет проведение анализа сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, обрабатывает экспериментальные результаты, использует различное программное обеспечение при анализе и обработке результатов исследований
Владение навыками подбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов, в том числе с использованием современного программного обеспечения	Не владеет способностями выбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами	Владеет способностями выбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, использует программное обеспечение, но допускает ошибки и недочеты	Владеет способностями выбора технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, использует современное программное обеспечение	Владеет и дополняет выбор технологических параметров процесса для производства композиционных материалов с заданными свойствами, в том числе с использованием различного современного программного обеспечения
Владение навыками измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Не владеет методами измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Владеет методами измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов, но	Владеет методами измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов	Владеет и дополняет методы измерения характеристик экспериментальных композиционных материалов

		допускает ошибки и недочеты		
Владение навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Не владеет навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Владеет навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию, но допускает ошибки и недочеты	Владеет навыками определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию	Владеет навыками и дополняет определения соответствия композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию
Владение навыками анализа причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разработки предложений по их предупреждению и устранению	Не владеет навыками анализа причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разработки предложений по их предупреждению и устранению	Владеет навыками анализа причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разработки предложений по их предупреждению и устранению, но допускает ошибки и недочеты	Владеет навыками анализа причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разработки предложений по их предупреждению и устранению	Владеет навыками и дополняет анализ причин несоответствия композиционных материалов требованиям потребителя, разработки предложений по их предупреждению и устранению

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

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; ПК с доступом к сети Internet и программным обеспечением MS Office, электронная интерактивная доска Hitachi, проектор, проекционный экран
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

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

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

1. Строкова, В.В. Наносистемы в строительном материаловедении: учеб. пособие / В.В. Строкова, И.В. Жерновский, А.В. Череватова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 206 с.

2. Статистические методы решения технологических задач [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.В. Александрова [и др.]. – Электрон. Текстовые данные. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ,

2015. – 152 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57057>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Мельниченко А.С. Анализ данных в материаловедении. Часть 2. Регрессионный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мельниченко А.С. – Электрон. текстовые данные. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2014. – 87 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56553>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю

4. Лозовая С.Ю. Компьютерные технологии в науке и проектировании оборудования и технологических процессов предприятий строительной индустрии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лозовая С.Ю. – Электрон. текстовые данные. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 238 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28349>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Яблочников, Е.И. Моделирование приборов, систем и производственных процессов [Электронный ресурс]: Яблочников Е.И., Куликов Д.Д., Молочник В.И. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 156 с.– Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/742/58742>

6. Жуков А.Д. Технологическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Д. Жуков. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 204 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20041.html>

7. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – Электрон. текстовые данные. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. – 271 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003.html>

#### **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/>