

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

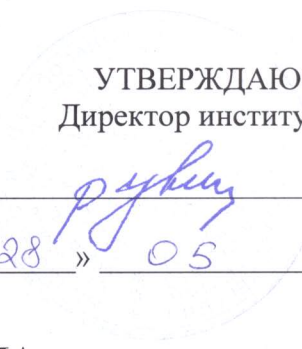
СОГЛАСОВАНО  
 Директор института магистратуры  
 \_\_\_\_\_ И.В. Ярмоленко

« 27 » 05 20\_\_ г.



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор института  
 \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

« 28 » 05 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**Дисциплины**

**Компьютерное моделирование строительных композиционных материалов**

направление подготовки (специальность):

08.04.01 - Строительство

Направленность программы (профиль, специализация):

Инновации и трансфер технологий

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Институт Инженерно-строительный институт

Кафедра Строительного материаловедения, изделий и конструкций

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (уровень магистратуры), утверждённого Приказом Минобрнауки России от 31.05.2017 N 482, с дополнениями и изменениями от 8 февраля 2021 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент.  М.Ю. Елистраткин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 14

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  В.С. Лесовик

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 27 » 05 2021 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент  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	ПК-4 Способен выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения	ПК-4.1. Формулирует цели и задачи исследования в сфере строительного материаловедения	<b>Знать:</b> цели, принципы разработки и способы применения компьютерных моделей в сфере разработки, производства и применения строительных материалов <b>Уметь:</b> выбирать оптимальный вид компьютерной модели для решения поставленной задачи <b>Владеть:</b> практическим навыками моделирования свойств систем на основе различных вяжущих, в частности анализа и выбора входных и выходных параметров
		ПК-4.6. Разрабатывает физические и/или математические модели исследуемых объектов	<b>Знать:</b> инструменты, методы, правила обеспечения их адекватности и приемлемой точности <b>Уметь:</b> осуществлять обоснованный выбор математической основы разрабатываемой модели, диапазон варьирования её входных и выходных параметров <b>Владеть:</b> практическим навыками рационального сбора информации о моделируемой системе за счёт применения метода математического планирования эксперимента
		ПК-4.8. Обрабатывает результаты исследований и получения экспериментально-статистических моделей, описывающих поведение исследуемого объекта	<b>Знать:</b> порядок проведения регрессионного анализа собранных данных с получением уравнения зависимости и проверки его на адекватность с помощью программы MS Excel и функциональных аналогов <b>Уметь:</b> производить необходимую математическую оценку адекватности и достоверности полученной модели <b>Владеть:</b> навыками создания компьютерной модели на основе полученных математических зависимостей и практического применения модели для оптимизации изучаемого процесса или явления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция** ПК-4 Способен выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Особенности технологий современных композиционных материалов
1, 2, 3	Производственная научно-исследовательская работа
2	Теория и практика разработки и запуска нового продукта
2	Особенности трансфера инновационных нанотехнологий
2	Защита интеллектуальной собственности и патентование

2	Правовое обеспечение интеллектуальной собственности
3	Компьютерное моделирование строительных композиционных материалов
4	Производственная преддипломная практика (4)
4	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты (6)

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	55	55
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	89	89
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	44	44
Экзамен	36	36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6

## Курс 2 Семестр 3

### 1. Моделирование как метод научного познания

	Основные принципы научного познания; сущность процесса моделирования; понятие «модель»; основные элементы процесса моделирования; отличия модели от реального объекта; универсальные и специализированные модели; основные этапы компьютерного моделирования; тестирование моделей; вычислительный эксперимент	2	2	–	4
--	--	---	---	---	---

### 2. История возникновения и развития метода компьютерного моделирования, области применения

	Взаимосвязь компьютерного и математического моделирования; применение компьютерного моделирования для решения задач в различных областях человеческой деятельности; основные этапы возникновения методов математического и компьютерного моделирования; возможности компьютерного моделирования в настоящее время, тенденции его развития; история моделирования структуры и свойств строительных композитов; отрицательный опыт применения метода моделирования физических объектов и процессов	2	2	–	3
--	--	---	---	---	---

### 3. Виды, этапы и цели компьютерного моделирования

	Основные виды компьютерного моделирования; возможные задачи и цели; постановка задачи, определение объекта моделирования; разработка концептуальной модели, выявление основных элементов системы и элементарных актов взаимодействия; формализация модели; создание алгоритма и написание программы; планирование и проведение компьютерных экспериментов; анализ и интерпретация результатов; ограничения при применении метода компьютерного и математического моделирования.	3	2	–	3
--	---	---	---	---	---

### 4. Особенности моделирования структуры и свойств бетонов

	Структура и свойства бетона как объекты моделирования; методы описания составляющих бетонов при формировании модели; особенности взаимодействия составляющих бетонов при формировании конечной структуры; допущения применяемые при моделировании структуры бетонов; возможные риски применения метода моделирования структуры бетонов, их причины, пути снижения; экономическая целесообразность применения моделирования структуры бетонов; перспективы применения моделирования структуры бетонов.	2	4	–	6
--	---	---	---	---	---

<b>5. Создание параметрических моделей систем в области строительного материаловедения</b>					
	Параметрическая модель строительного композита и задачи решаемые за счёт её изучения; особенности моделирования свойств гипсовых и цементных систем; особенности моделирования систем на основе композиционных вяжущих, полимерных и органо-минеральных композитов; выбор значимых и незначимых свойств в зависимости от особенностей изучаемого композита и его области применения; методы определения свойств строительных композитов при построении модели и пути снижения трудоёмкости сбора данных.	2	8	–	8
<b>6. Оценка адекватности полученных моделей</b>					
	Проведение эксперимента с применением метода математического планирования; порядок составления плана и матрицы планирования эксперимента; критерии адекватности модели и факторы способствующие её повышению; корреляционный анализ полученной модели.	3	10	–	10
<b>7. Оптимизация строительных композитов с помощью компьютерного моделирования</b>					
	Регрессионный анализ; вид и количество членов уравнения регрессии; возможности упрощения уравнения регрессии; порядок расчета коэффициентов регрессии с помощью программы Excel; визуализация полученной модели; оптимизация изучаемой системы путём анализа модели и оценка безопасных диапазонов варьирования технологических параметров; использование компьютерных моделей для оптимизации производства железобетонных изделий; применение компьютерного моделирования при проведении научных исследований.	3	8	–	10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>–</b>	<b>44</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрены учебным планом

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Особенности моделирования структуры и свойств бетонов	Разработка формальных моделей различных строительных композитов и процессов их синтеза: сбор данных о моделируемой системе	4	4

2		Разработка формальных моделей различных строительных композитов и процессов их синтеза: планирование эксперимента	4	4
3	Создание параметрических моделей систем в области строительного материаловедения	Проведение эксперимента с применением метода математического планирования для сбора данных о моделируемых свойствах	12	12
4	Оценка адекватности полученных моделей	Математическая и статистическая обработка результатов эксперимента с помощью программы MS Excel	6	6
5	Оптимизация строительных композитов с помощью компьютерного моделирования	Программирование, визуализация и анализ полученной модели, подготовка докладов на конференцию молодых учёных.	8	8
	ИТОГО		34	34

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий

**Цель ИДЗ** – расширить и закрепить знания, полученные студентами при изучении теоретического курса.

##### **Задание.**

Необходимо осуществить развёрнутый анализ указанной технологии производства на возможность и целесообразность повышения эффективности за счёт применения компьютерного моделирования. Отчёт должен содержать следующие разделы:

**Введение.** В котором отражается значение отрасли Производства строительных материалов в общеэкономическом масштабе, указываются наиболее важные тенденции её развития, основные проблемы и возможные пути их решения. Особо рассматриваются потенциал повышения эффективности процессов за счёт создания их компьютерных моделей. (2-3 стр)

**1. Общие сведения о моделировании строительных систем.** Теоретический раздел, в котором структурировано и логически последовательно приводятся общие сведения моделировании процессов синтеза строительных материалов и их поведения в ходе эксплуатации. Особое внимание следует уделить фактически достигнутым результатам и известным перспективам в области моделирования строительства и производства строительных материалов. (5-8 стр)

**2. Описание выбранной технологической схемы производства ...** В данном разделе указываются существующие технологии производства указанного в задании материала, приводятся их сильные и слабые стороны. Обосновывается выбор схемы для дальнейшего анализа, приводится её схематичное изображение

и описывается описание всей технологической последовательности. (3-5)

**3. Анализ возможности и целесообразности моделирования отдельных процессов технологии производства ...** Осуществляется деление описанной в п.2 технологической последовательности на блоки (например, подготовка сырья, приготовление формовочной смеси, формование изделий, термическая обработка, оценка качества и складские операции), для каждого из которых рассматривается вопрос возможности и целесообразности создания его модели. *Любое решение (отрицательное или положительное) должно быть описано и обосновано.* Для блоков с «положительным решением», необходимо проработать следующие вопросы:

– указать предпочтительный тип модели, особенности её получения, ключевые входные и выходные параметры, оптимизируемые свойства системы;

– проанализировать экономический аспект оптимизации производственного цикла на основе компьютерной модели: указать за счёт чего достигается экономический эффект, при возможности дать его предварительную оценку с учётом затрат на создание модели. (5-10 стр)

**Заключение.** В котором, следует дать общую оценку степени возможной оптимизации проанализированного производства средствами моделирования, показать предполагаемые технические, экономические и социальные эффекты. Сделать вывод о общей целесообразности осуществления намеченных действий. (1-2 стр).

#### ***Примечания.***

*Указанное количество страниц в разделах является ориентировочным.*

*Приветствуется наличие в тексте схем, рисунков и фотографий поясняющих описываемые решения.*

#### **Обязательные требования по оформлению ИДЗ:**

1. Объём не более **3...4 страниц** при стандартном оформлении (*шрифт Times New Roman, 14 пт, междустрочный интервал – полуторный, поля страницы А4 сверху и снизу 1,5 см, слева – 2,5 см, справа – 1 см*).  
+ Титульный лист по принятой форме.
2. Отсутствие лишней информации, не относящейся к предмету лекции или не требующейся для его правильного восприятия.
3. Иллюстрации и другой графический материал обоснованно и экономно интегрировать в текст ИДЗ.

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

### **5.1. Реализация компетенций**

1. **Компетенция ПК-4** Способен выполнять научные исследования в сфере строительного материаловедения



Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.1. Формулирует цели и задачи исследования в сфере строительного материаловедения	Экзамен, защита лабораторной работы, защита ИДЗ
ПК-4.6. Разрабатывает физические и/или математические модели исследуемых объектов	Экзамен, защита лабораторной работы, защита ИДЗ
ПК-4.8. Обрабатывает результаты исследований и получения экспериментально-статических моделей, описывающих поведение исследуемого объекта	Экзамен, защита лабораторной работы, защита ИДЗ

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Моделирование как метод научного познания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что является основными принципами научного познания?</li> <li>2. В чём состоит сущность процесса моделирования?</li> <li>3. Что включает в себя понятие «модель»?</li> <li>4. Основные элементы процесса моделирования.</li> <li>5. В чём заключаются отличия модели от реального объекта?</li> <li>6. Универсальные и специализированные модели: преимущества и недостатки.</li> <li>7. Что такое формальная модель?</li> <li>8. Основные этапы компьютерного моделирования?</li> <li>9. Тестирование моделей как деструктивный процесс, критерии удачного тестирования.</li> <li>10. Что такое вычислительный эксперимент?</li> </ol>
2	История возникновения и развития метода компьютерного моделирования, области применения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Взаимосвязь компьютерного и математического моделирования.</li> <li>2. Применение компьютерного моделирования для решения задач в различных областях человеческой деятельности.</li> <li>3. Возникновение метода математического моделирования.</li> <li>4. Возникновение метода компьютерного моделирования.</li> <li>5. Этапы развития метода компьютерного моделирования.</li> <li>6. Какие возможности обеспечивает компьютерное моделирование в настоящее время?</li> <li>7. Тенденции развития метода компьютерного моделирования и перспективные области применения.</li> <li>8. История моделирования структуры и свойств строительных композитов.</li> <li>9. Отрицательный опыт применения метода моделирования физических объектов и процессов.</li> <li>10. Ведущие учёные в сфере моделирования физических объектов и процессов.</li> </ol>

3	Виды, этапы и цели компьютерного моделирования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные виды компьютерного моделирования.</li> <li>2. Какие задачи могут быть решены с помощью компьютерного моделирования?</li> <li>3. Какие цели может преследовать компьютерное и математическое моделирование систем и объектов?</li> <li>4. Постановка задачи, определение объекта моделирования.</li> <li>5. Разработка концептуальной модели, выявление основных элементов системы и элементарных актов взаимодействия.</li> <li>6. Формализация, то есть переход к математической модели.</li> <li>7. Создание алгоритма и написание программы.</li> <li>8. Планирование и проведение компьютерных экспериментов.</li> <li>9. Анализ и интерпретация результатов.</li> <li>10. Ограничения при применении метода компьютерного и математического моделирования.</li> </ol>
4	Особенности моделирования структуры и свойств бетонов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что представляет собой структура бетона как объекта моделирования?</li> <li>2. Что представляют собой свойства бетона как объекта моделирования?</li> <li>3. Возможные методы описания составляющих бетонов при формировании модели.</li> <li>4. Особенности взаимодействия составляющих бетонов при формировании конечной структуры.</li> <li>5. Допущения применяемые при моделировании структуры бетонов.</li> <li>6. Основные сложности моделирования структуры бетонов.</li> <li>7. Задачи решаемые с помощью моделирования структуры бетонов.</li> <li>8. Возможные риски применения метода моделирования структуры бетонов, их причины, пути снижения.</li> <li>9. Экономическая целесообразность применения моделирования структуры бетонов.</li> <li>10. Перспективы применения моделирования структуры бетонов.</li> </ol>

5	Создание параметрических моделей систем в области строительного материаловедения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое параметрическая модель строительного композита?</li> <li>2. Какие задачи могут быть решены за счёт применения параметрического моделирования строительных композитов?</li> <li>3. Возможные пути извлечения экономического эффекта от применения компьютерного моделирования.</li> <li>4. Особенности моделирования свойств гипсовых систем.</li> <li>5. Особенности моделирования цементных систем.</li> <li>6. Особенности моделирования систем на основе композиционных вяжущих.</li> <li>7. Особенности моделирования полимерных и органо-минеральных систем.</li> <li>8. Выбор значимых и незначимых свойств в зависимости от особенностей изучаемого композита и его области применения.</li> <li>9. Методы определения свойств строительных композитов при построении модели.</li> <li>10. Пути снижения трудоёмкости сбора данных для построения модели строительных композитов.</li> </ol>
6	Оценка адекватности полученных моделей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение эксперимента с применением метода математического планирования.</li> <li>2. Какие виды планов экспериментов могут быть применены для изучения композиционных материалов?</li> <li>3. От чего зависит количество варьируемых факторов, как оно влияет на точность и трудоёмкость модели?</li> <li>4. Связь особенностей моделируемого свойства и количества уровней варьирования параметров модели.</li> <li>5. Порядок составления плана и матрицы планирования эксперимента.</li> <li>6. Какая модель может считаться адекватной?</li> <li>7. Какие факторы способствуют получению адекватной модели?</li> <li>8. Как осуществить проверку адекватности модели?</li> <li>9. Что такое критерий Фишера и его применение для оценки адекватности модели?</li> <li>10. Корреляционный анализ полученной модели.</li> </ol>

7	Оптимизация строительных композитов с помощью компьютерного моделирования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое регрессионный анализ?</li> <li>2. Вид и количество членов уравнения регрессии.</li> <li>3. Возможности упрощения уравнения регрессии.</li> <li>4. Порядок расчета коэффициентов регрессии с помощью программы Excel.</li> <li>5. Представление компьютерной модели в наглядной для человека форме.</li> <li>6. Построение поверхностей иллюстрирующих совместное действие двух факторов.</li> <li>7. Оптимизация изучаемой системы путём анализа модели.</li> <li>8. Определение безопасных диапазонов варьирования технологических параметров систем на основе их компьютерной модели.</li> <li>9. Использование компьютерных моделей для оптимизации производства железобетонных изделий.</li> <li>10. Применение компьютерного моделирования при проведении научных исследований.</li> </ol>
---	---	---

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце изучения дисциплины в форме экзамена.

Экзамен заключается в предоставлении развёрнутых ответов на три теоретических вопроса. Для подготовки к ответу на вопросы билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 60 минут. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов режиме. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

*Типовой вариант экзаменационного билета*

<p><b>Министерство образования и науки Российской Федерации</b>  <b>ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»</b>  <b>Инженерно-строительный институт</b>  <b>Кафедра СМИиК</b></p>
<p><i>Дисциплина «Компьютерное моделирование строительных композиционных материалов»</i></p>
<p><b>Экзаменационный билет № 1</b></p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность процесса моделирования, что включает в себя понятие «модель»?</li> <li>2. Особенности моделирования свойств гипсовых систем.</li> <li>3. Экономическая целесообразность и перспективы применения моделирования структуры бетонов.</li> </ol>

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.С. Лесовик

### 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 при проведении лабораторных и практических занятий, расчётно-графических заданий.

**Лабораторные работы.** В заданиях к лабораторным работам, обозначены цель и задачи, а также методики по их решению при выполнении лабораторных работ.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания и оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования (устного опроса) преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

#### Примерный перечень контрольных вопросов для собеседования

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Разработка формальных моделей различных строительных композитов и процессов их синтеза: сбор данных о моделируемой системе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чём состоит сущность процесса моделирования?</li> <li>2. Что включает в себя понятие «модель»?</li> <li>3. Основные элементы процесса моделирования.</li> <li>4. В чём заключаются отличия модели от реального объекта?</li> <li>5. Универсальные и специализированные модели: преимущества и недостатки.</li> <li>6. Что такое формальная модель?</li> <li>7. Основные этапы компьютерного моделирования?</li> <li>8. Тестирование моделей как деструктивный процесс, критерии удачного тестирования.</li> </ol>
2.	Разработка формальных моделей различных строительных композитов и процессов их синтеза: планирование эксперимента	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что представляет собой структура бетона как объекта моделирования?</li> <li>2. Что представляют собой свойства бетона как объекта моделирования?</li> <li>3. Возможные методы описания составляющих бетонов при формировании модели.</li> <li>4. Особенности взаимодействия составляющих бетонов при формировании конечной структуры.</li> <li>5. Допущения применяемые при моделировании структуры бетонов.</li> <li>6. Основные сложности моделирования</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>структуры бетонов.</p> <p>7. От чего зависит количество варьируемых факторов, как оно влияет на точность и трудоёмкость модели?</p> <p>8. Связь особенностей моделируемого свойства и количества уровней варьирования параметров модели.</p> <p>9. Порядок составления плана и матрицы планирования эксперимента.</p>
3.	<p>Проведение эксперимента с применением метода математического планирования для сбора данных о моделируемых свойствах</p>	<p>1. Что такое параметрическая модель строительного композита?</p> <p>2. Какие задачи могут быть решены за счёт применения параметрического моделирования строительных композитов?</p> <p>3. Возможные пути извлечения экономического эффекта от применения компьютерного моделирования.</p> <p>4. Особенности моделирования свойств гипсовых систем.</p> <p>5. Особенности моделирования цементных систем.</p> <p>6. Проведение эксперимента с применением метода математического планирования.</p> <p>7. Какие виды планов экспериментов могут быть применены для изучения композиционных материалов?</p>
4.	<p>Математическая и статистическая обработка результатов эксперимента с помощью программы MS Excel</p>	<p>1. Какая модель может считаться адекватной?</p> <p>2. Какие факторы способствуют получению адекватной модели?</p> <p>3. Как осуществить проверку адекватности модели?</p> <p>4. Что такое критерий Фишера и его применение для оценки адекватности модели?</p> <p>5. Корреляционный анализ полученной модели.</p> <p>6. Что такое регрессионный анализ?</p> <p>7. Вид и количество членов уравнения регрессии.</p> <p>8. Возможности упрощения уравнения регрессии.</p> <p>9. Порядок расчета коэффициентов регрессии с помощью программы Excel.</p>
5.	<p>Программирование, визуализация и анализ полученной модели, подготовка докладов на конференцию молодых учёных.</p>	<p>1. Представление компьютерной модели в наглядной для человека форме.</p> <p>2. Построение поверхностей иллюстрирующих совместное действие двух факторов.</p> <p>3. Оптимизация изучаемой системы путём анализа модели.</p> <p>4. Определение безопасных диапазонов варьирования технологических параметров систем на основе их компьютерной модели.</p> <p>5. Использование компьютерных моделей для оптимизации производства железобетонных изделий.</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		6. Применение компьютерного моделирования при проведении научных исследований

#### 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 дисциплине	Критерий оценивания
Знания	цели, принципы разработки и способы применения компьютерных моделей в сфере разработки, производства и применения строительных материалов
	инструменты, методы, правила обеспечения их адекватности и приемлемой точности
	порядок проведения регрессионного анализа собранных данных с получением уравнения зависимости и проверки его на адекватность с помощью программы MS Excel и функциональных аналогов
Умения	выбирать оптимальный вид компьютерной модели для решения поставленной задачи
	осуществлять обоснованный выбор математической основы разрабатываемой модели, диапазон варьирования её входных и выходных параметров
	производить необходимую математическую оценку адекватности и достоверности полученной модели
Навыки	практическим навыками моделирования свойств систем на основе различных вяжущих, в частности анализа и выбора входных и выходных параметров
	практическим навыками рационального сбора информации о моделируемой системе за счёт применения метода математического планирования эксперимента
	навыками создания компьютерной модели на основе полученных математических зависимостей и практического применения модели для оптимизации изучаемого процесса или явления.

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
Цели, принципы разработки и способы применения компьютерных моделей в сфере разработки, производства и применения строительных материалов	Не знает цели, принципы разработки и способы применения компьютерных моделей в сфере разработки, производства и применения строительных материалов	Знает цели, принципы разработки и способы применения компьютерных моделей в сфере разработки, производства и применения строительных материалов. Не полностью владеет теоретическим материалом	Знает цели, принципы разработки и способы применения компьютерных моделей в сфере разработки, производства и применения строительных материалов. Ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями	Знает цели, принципы разработки и способы применения компьютерных моделей в сфере разработки, производства и применения строительных материалов. Правильно отвечает на дополнительные вопросы.
Инструменты, методы, правила обеспечения их	Не знает инструменты,	Знает инструменты, методы, правила	Знает инструменты,	Знает инструменты, методы, правила

адекватности и приемлемой точности	методы, правила обеспечения их адекватности и приемлемой точности	обеспечения их адекватности и приемлемой точности, при этом он может не знать деталей, допускает недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	методы, правила обеспечения их адекватности и приемлемой точности. При ответе на вопросы обучающийся допускает несущественные неточности.	обеспечения их адекватности и приемлемой точности. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.
Порядок проведения регрессионного анализа собранных данных с получением уравнения зависимости и проверки его на адекватность с помощью программы MS Excel и функциональных аналогов	Не знает порядок проведения регрессионного анализа собранных данных с получением уравнения зависимости и проверки его на адекватность с помощью программы MS Excel и функциональных аналогов	Знает порядок проведения регрессионного анализа собранных данных с получением уравнения зависимости и проверки его на адекватность с помощью программы MS Excel и функциональных аналогов, при этом он может не знать деталей, допускает недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	Знает порядок проведения регрессионного анализа собранных данных с получением уравнения зависимости и проверки его на адекватность с помощью программы MS Excel и функциональных аналогов. При ответе на вопросы обучающийся допускает несущественные неточности.	Знает порядок проведения регрессионного анализа собранных данных с получением уравнения зависимости и проверки его на адекватность с помощью программы MS Excel и функциональных аналогов. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
выбирать оптимальный вид компьютерной модели для решения поставленной задачи	Не умеет выбирать оптимальный вид компьютерной модели для решения поставленной задачи	Умеет выбирать оптимальный вид компьютерной модели для решения поставленной задачи. При ответе на вопрос обучающийся допускает серьёзные ошибки, неточные формулировки, ошибочное использование терминов	Умеет выбирать оптимальный вид компьютерной модели для решения поставленной задачи, но допускает несущественные неточности в ответе на вопросы.	Умеет выбирать оптимальный вид компьютерной модели для решения поставленной задачи, ссылаясь при этом на нормативные документы и дополнительную литературу. Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы
Осуществлять обоснованный выбор математической основы разрабатываемой модели, диапазон варьирования её входных и выходных параметров	Не умеет осуществлять обоснованный выбор математической основы разрабатываемой модели, диапазон варьирования её входных и	Умеет осуществлять обоснованный выбор математической основы разрабатываемой модели, диапазон варьирования её входных и	Умеет осуществлять обоснованный выбор математической основы разрабатываемой модели, диапазон варьирования её входных и	Умеет осуществлять обоснованный выбор математической основы разрабатываемой модели, диапазон варьирования её входных и



	выходных параметров	выходных параметров, при этом он может не знать деталей, допускать недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	выходных параметров, но допускает несущественные неточности в ответе на вопросы.	выходных параметров. Последовательно, исчерпывающе и чётко обосновывает принятые решения, свободно увязывает теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
Производить необходимую математическую оценку адекватности и достоверности полученной модели	Не умеет производить необходимую математическую оценку адекватности и достоверности полученной модели	Умеет производить необходимую математическую оценку адекватности и достоверности полученной модели. При ответе на вопрос обучающийся допускает серьёзные ошибки, неточные формулировки, ошибочное использование терминов	Умеет производить необходимую математическую оценку адекватности и достоверности полученной модели, но допускает несущественные неточности в ответе на вопросы.	Умеет производить необходимую математическую оценку адекватности и достоверности полученной модели, ссылаясь при этом на нормативные документы и дополнительную литературу. Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Практическим навыками моделирования свойств систем на основе различных вяжущих, в частности анализа и выбора входных и выходных параметров	Не владеет практическим навыками моделирования свойств систем на основе различных вяжущих, в частности анализа и выбора входных и выходных параметров	Владеет практическим навыками моделирования свойств систем на основе различных вяжущих, в частности анализа и выбора входных и выходных параметров, но игнорирует существенные детали, допускает неточности	Владеет практическим навыками моделирования свойств систем на основе различных вяжущих, в частности анализа и выбора входных и выходных параметров, учитывает основные существенные детали, но допускает несущественные погрешности в ответе на вопрос	Владеет практическим навыками моделирования свойств систем на основе различных вяжущих, в частности анализа и выбора входных и выходных параметров. При ответе на вопрос обучающийся ссылается на литературу и нормативные документы. Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы.
Практическим навыками рационального сбора информации о моделируемой системе за счёт применения	Не владеет практическим навыками рационального сбора информации о моделируемой	Владеет практическим навыками рационального сбора информации о моделируемой	Владеет практическим навыками рационального сбора информации о моделируемой	Владеет практическим навыками рационального сбора информации о моделируемой

метода математического планирования эксперимента	системе за счёт применения метода математического планирования эксперимента	системе за счёт применения метода математического планирования эксперимента, однако допускает неточности и не знает деталей	системе за счёт применения метода математического планирования эксперимента, при ответе на вопрос может допускать небольшие неточности	системе за счёт применения метода математического планирования эксперимента. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.
Навыками создания компьютерной модели на основе полученных математических зависимостей и практического применения модели для оптимизации изучаемого процесса или явления.	Не владеет навыками создания компьютерной модели на основе полученных математических зависимостей и практического применения модели для оптимизации изучаемого процесса или явления.	Владеет навыками создания компьютерной модели на основе полученных математических зависимостей и практического применения модели для оптимизации изучаемого процесса или явления, но игнорирует существенные детали, допускает неточности	Владеет навыками создания компьютерной модели на основе полученных математических зависимостей и практического применения модели для оптимизации изучаемого процесса или явления, учитывает основные существенные детали, но допускает несущественные погрешности в ответе на вопрос	Владеет навыками создания компьютерной модели на основе полученных математических зависимостей и практического применения модели для оптимизации изучаемого процесса или явления. При ответе на вопрос обучающийся ссылается на литературу и нормативные документы. Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы.

## **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.	Лаборатория, УК2 201	Стандартный комплект лабораторного оборудования, переносная или стационарная техника для демонстрации презентаций.
2.	Лекционная аудитория, УК2 213, ГУК 105	Переносная или стационарная техника для демонстрации презентаций.
3.	УК2 207 Помещение для самостоятельной работы студентов	-

### **6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

№	Перечень лицензионного программного	Реквизиты подтверждающего документа
---	-------------------------------------	-------------------------------------

	обеспечения.	
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office 2013	Лицензия: 31401445414 от 25.09.2014

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

1. Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Тупик. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 230 с.

2. Зенкин, В.И. Практический курс математического и компьютерного моделирования [Текст] : учебно-практическое пособие / Зенкин В. И. - Калининград : Российский государственный университет им. Иммануила Канта, 2006. - 152 с.

3. Санина Е.И. Оптимизация самообразования средствами коммуникативных и информационных технологий [Текст] : монография / Санина Е. И. - Москва : Российский университет дружбы народов, 2012. - 168 с.

4. Данилов, А. М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Данилов А. М. - Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2011. - 296 с.

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

Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Официальный сайт компании "КонсультантПлюс"	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронный журнал «Информационный бюллетень – нормирование и стандартизация в строительстве»	<a href="http://www.snip.ru/">http://www.snip.ru/</a>
Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова	<a href="http://elib.bstu.ru/">http://elib.bstu.ru/</a>
Киберленинка - интегратор научно-технической информации со свободным доступом.	<a href="http://www.CyberLeninka.ru">http://www.CyberLeninka.ru</a>
Российский информационно-научный центр, каталог научных публикаций с частично свободным доступом к полным текстам материалов.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>
Государственный образовательный портал со свободным доступом к учебным и научным материалам	<a href="http://www.window.edu.ru">http://www.window.edu.ru</a>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО