

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института



«31» мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Математическое моделирование систем и процессов**

направление подготовки (специальность):

**23.05.06 – Строительство железных дорог, мостов и транспортных туннелей**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Строительство дорог промышленного транспорта**

Квалификация

**Инженер путей сообщения**

Форма обучения

**очная**

**Институт экономики и менеджмента**

**Кафедра высшей математики**

Белгород 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 27.03.2018, № 218.

▪ учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2019 году.

Составитель: к. т. н., доцент

  
(ученая степень и звание, подпись)


(Окунева Г. Л.)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 15 » мая 2019 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: к. т. н., доцент

  
(ученая степень и звание, подпись)

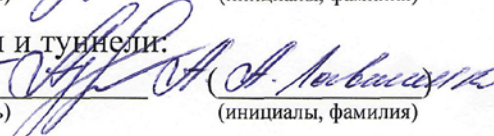
(Горлов А. С.)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой автомобильных и железных дорог

1 Заведующий кафедрой: к. т. н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Руководитель секции железные дороги, мосты и туннели:

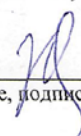
к. т. н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 29 » мая 2019 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » мая 2019 г., протокол № 9

Председатель

доц. к. т. н.  (ученая степень и звание, подпись)

(Иванова)

(инициалы, фамилия)

## 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
Математический и естественно научный анализ задач в профессиональной деятельности	<b>ОПК-1</b> Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	<b>ОПК-1.5</b> Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях	<b>Знать:</b> основы высшей математики, математические методы и модели описания технических систем и устройств <b>Уметь:</b> применять математические методы и модели при описании, анализе и решении практических задач <b>Владеть:</b> методами математического анализа и моделирования процессов при решении инженерных задач
		<b>ОПК-1.6.</b> Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> методы математического и физического анализа исследуемого объекта <b>Уметь:</b> проанализировать выбранную стратегию решения, доказать правильность предложенного решения в заданных условиях <b>Владеть:</b> методами математического анализа и моделирования процессов при решении инженерных задач

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-1** Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Физика
2	Химия
3	Инженерная экология
4	Сопrotивление материалов
5	Математика
6	Математическое моделирование систем и процессов
7	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>108</b>	<b>53</b>
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>1</sup>	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>55</b>	<b>55</b>
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	19	19
Диф. зачет	36	Диф.зачет

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	ная работа на подготовку к аудиторным
<b>1. Теория моделирования</b>					
	Основные понятия. Классификация математических моделей. Подходы и этапы моделирования. Требования к математическим моделям. Виды моделей и их характеристики.	1	1		3
<b>2. Методы планирования и обработки экспериментов</b>					
	Планирование эксперимента, его этапы и характеристики. Формализация и алгоритмизация процессов. Моделирование сложных систем. Методы статистического моделирования.	2	3		4
<b>3. Решение нелинейных уравнений</b>					
	Отделение корней уравнения. Метод деления пополам, метод хорд, Ньютона, простых итераций.	2	4		6
<b>4. Решение систем линейных уравнений.</b>					
	Прямые методы: Гаусса, обратной матрицы, определителей, прогонки. Итерационные методы: Зейделя.	2	4		6
<b>5. Численное дифференцирование и интегрирование</b>					
	Методы прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Сплайны. Метод Монте-Карло.	2	4		6
<b>6. Численное решение дифференциальных уравнений.</b>					
	Методы Эйлера, Коши. Метод конечных разностей.	2	6		10
<b>7. Задачи поиска оптимальных решений. Однокритериальная оптимизация.</b>					
	Метод золотого сечения. Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска.	2	4		10
<b>8. Задачи поиска оптимальных решений. Линейное программирование.</b>					
	Задача о ресурсах. Графический метод. Симплекс-метод. Транспортная задача. Целочисленное программирование.	4	8		10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>34</b>		<b>55</b>

#### 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 № 5				
1	Теория моделирования	Основные понятия. Классификация математических моделей. Подходы и этапы моделирования. Требования к математическим моделям. Виды моделей и их характеристики.	1	3
2	Методы планирования и обработки экспериментов	Планирование эксперимента, его этапы и характеристики. Формализация и алгоритмизация процессов. Моделирование сложных систем. Методы статистического моделирования.	3	4
3	Решение нелинейных уравнений	Метод деления пополам, метод хорд, Ньютона, простых итераций.	4	6
4	Решение систем линейных уравнений.	Прямые методы: Гаусса, обратной матрицы, определителей, прогонки. Итерационные методы: Зейделя.	4	6
5	Численное дифференцирование и интегрирование	Методы прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Сплайны. Метод Монте-Карло.	4	6
6	Численное решение дифференциальных уравнений.	Методы Эйлера, Коши. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов.	6	10
7	Задачи поиска оптимальных решений. Однокритериальная оптимизация.	Метод золотого сечения. Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска.	4	10
8	Задачи поиска оптимальных решений. Линейное программирование.	Задача о ресурсах. Графический метод. Симплекс-метод. Транспортная задача. Целочисленное программирование.	8	10
ИТОГО:			34	55

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

#### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ОПК-1** Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
<b>ОПК-1.5.</b> Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной	Дифференцированный зачет, устный опрос
<b>ОПК-1.6.</b> Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной	Дифференцированный зачет, устный опрос

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

##### 5.2.1.1. Контрольные вопросы для дифференцированного зачета семестр 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Теория моделирования	1. Основные этапы создания математической модели процесса. 2. Виды математических моделей. Их основные характеристики. 3. Требования к математическим моделям.
2	Методы планирования и обработки экспериментов	1. Эксперимент, его этапы и требования к ним. 2. Алгоритмизация и формализация процессов. 3. Методы статистического моделирования.
3	Решение нелинейных уравнений	1. Простейшее отделение корней. 2. Метод деления пополам. 3. Метод хорд и касательных. 4. Метод Ньютона.
4	Решение систем линейных уравнений.	1. Методы решения систем линейных уравнений. 2. Метод прогонки. 3. Метод Зейделя.

5	Численное дифференцирование и интегрирование	1. Приближенное вычисление производных. 2. Приближенное вычисление интегралов.
6	Численное решение дифференциальных уравнений.	1. Методы приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. 2. Метод конечных разностей для решения дифференциальных уравнений в частных производных.
7	Задачи поиска оптимальных решений. Однокритериальная оптимизация.	1. Методы одномерной оптимизации. 2. Основные требования к методу золотого сечения. 3. Метод покоординатного спуска. 4. Метод градиентного спуска.
8	Задачи поиска оптимальных решений. Линейное программирование.	1. Задачи линейного программирования. 2. Графический метод поиска оптимального решения. 3. Симплекс-метод и его реализация на Excel/ 4. Транспортная задача.

### 5.2.1.5. Типовые контрольные задания для дифференцированного зачета семестр 5

1. Вычислить интеграл  $\int_0^2 \frac{\arctg^2 x}{1+x^2} dx$  численно методом трапеций.
2. Найти численно решение нелинейного уравнения  $e^x + \cos 2x + 3 = 0$  методом половинного деления.
3. Найти решение дифференциального уравнения  $y''' - 2y'' - 2y' = 0$  методом Коши с точностью  $\varepsilon = 0,001$ .
4. Решить задачу графически  $Z = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max(\min)$  при ограничениях
 
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 13; \\ x_1 - x_2 \leq 6; \\ -3x_1 + x_2 \leq 9; \\ x_1; x_2 \geq 0. \end{cases}$$

### 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

#### 5.3.1. Типовые контрольные вопросы для дифференцированного зачета семестр 5

1. Математическая постановка задачи.
2. Основные этапы решения задачи.
3. Основные характеристики метода решения задачи.
4. Решение задачи и его анализ.
5. Сравнение приближенного решения задачи с точным решением, если такое решение есть.
6. Выводы о эффективности и практической ценности применения использованного метода решения задачи.



## 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

### 5.4. Критерии оценивания для дифференцированного зачета

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета 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
<b>Знания</b>	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
<b>Умения</b>	Применяет теоретические сведения при решении практических задач
	Может составить математическую модель процесса и найти решение
	Может привести пример для иллюстрации теории
	Ориентируется в материале, может найти необходимый раздел
<b>Навыки</b>	Владеет приемами создания математической модели по предложенной практической задаче
	Ориентируется в формулах и методах
	Способен критически подходить к анализу путей решения практических задач
	Владеет навыками алгоритмизации задачи

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 терминов, определений, понятий	Не знает	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает	Знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает	Знает, но допускает ошибки	Знает и использует	Знает, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает	Знает только основной материал дисциплины	Знает в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями

Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Применяет теоретические сведения при решении практических задач	Не может применять	Применяет, но с недочетами	Может применять, нарушает последовательность применения	Может применять, самостоятельно вырабатывает последовательность применения
Может составить математическую модель процесса и найти решение	Не может	Пытается составить математическую модель явления, не может решить ее	Может составить математическую модель явления, но не может решить ее полностью, не может оценить границы изменения	Может составить математическую модель явления, выбрать путь ее решения, может оценить границы изменения параметров
Может привести пример для иллюстрации теории	Не может	Пытается привести пример из специальной литературы	Может привести пример для иллюстрации теории, используя учебную информацию	Может привести самостоятельный пример для иллюстрации теории
Ориентируется в материале, может найти необходимый раздел	Не ориентируется в материале, не знает, где можно получить нужную информацию	Может найти нужный материал	Использует все возможные источники информации	Ориентируется в материале, привлекает дополнительную информацию, может дать свою оценку

### Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеет приемами создания математической модели по предложенной практической задаче	Не владеет приемами	Владеет приемами создания моделей с подсказками	Владеет приемами создания, допускает ошибки	Владеет приемами создания математической модели по предложенной практической задаче, может

задаче				корректно сформулировать их самостоятельно
Ориентируется в формулах и методы	Не знает основные формулы	Знает основные формулы, но ошибается в их записи	Знает основные формулы и использует их	Знает основные формулы, может самостоятельно их получить и использовать
Способен критически подходить к анализу путей решения практических задач	Не умеет	Не может критически оценить предложенный путь решения задачи	Способен критически подходить к анализу путей решения, но не в должной мере может реализовать это решение	Способен критически подходить к анализу путей решения практических задач, грамотно подходить к их реализации
Владеет навыками алгоритмизации задачи	Не владеет	Владеет навыками построения алгоритма, но не способен критически к нему подойти	Владеет навыками алгоритмизации задачи	Владеет навыками алгоритмизации задачи, способен критически алгоритм оценить, реализовать, применить

## 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	Учебные аудитории корпусов УК1, УК2, УК3, УК4	Учебные места, возможность подключения компьютера, проекционная техника
2	Залы библиотеки	Учебная литература, компьютеры

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Office 2013	Лицензионный договор № 31401445414 от 25.09.2014
2	Microsoft Windows 7	Договор № 63-14к от 02.07.2014.

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

#### 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ

конспект лекций для студентов специальности "Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство"  
В. А. Бучкин, Е. А. Рыжик ; М-во путей сообщ. Рос. Федерации, Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ), Каф.  
"Изыскания и проектирование желез. дорог"

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

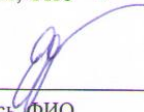
1. <http://ntb.dstu.ru> – электронная библиотека БГТУ им. В. Г. Шухова
2. <http://www.knigafund.ru> – ЭБС «Книгафонд».
3. <http://www.iprbookshop.ru> – сайт электронных учебников

мат.

### 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020 /2021 учебный год.  
Протокол № 13/1 заседания кафедры от « 24 » 04 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Горлов А.С.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Дорошенко Ю.А.  
подпись, ФИО