

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



« 25 » 05 2021 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 2021

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 науки и высшего образования Российской Федерации 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

« 24 » 03 2021 г., протокол № 7

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.,


(ученая степень и звание, подпись)

(Яковлев Е.А.)


(инициалы, фамилия)

« 17 » 05 2021 г. n 10

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 25 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к. э. н., доцент


(ученая степень и звание, подпись)

(Журавлева Л.И.)

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

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	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	108	53
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ¹	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	55	55
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Диф. зачет		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
1. Теория моделирования					
	Основные понятия. Классификация математических моделей. Подходы и этапы моделирования. Требования к математическим моделям. Виды моделей и их характеристики.	1	1		3
2. Методы планирования и обработки экспериментов					
	Планирование эксперимента, его этапы и характеристики. Формализация и алгоритмизация процессов. Моделирование сложных систем. Методы статистического моделирования.	2	3		4
3. Решение нелинейных уравнений					
	Отделение корней уравнения. Метод деления пополам, метод хорд, Ньютона, простых итераций.	2	4		6
4. Решение систем линейных уравнений.					
	Прямые методы: Гаусса, обратной матрицы, определителей, прогонки. Итерационные методы: Зейделя.	2	4		6
5. Численное дифференцирование и интегрирование					
	Методы прямоугольников и трапеций. Метод Симпсона. Сплайны. Метод Монте-Карло.	2	4		6
6. Численное решение дифференциальных уравнений.					
	Методы Эйлера, Коши. Метод конечных разностей.	2	6		10
7. Задачи поиска оптимальных решений. Однокритериальная оптимизация.					
	Метод золотого сечения. Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска.	2	6		10
8. Задачи поиска оптимальных решений. Линейное программирование.					
	Задача о ресурсах. Графический метод. Симплекс-метод. Транспортная задача. Целочисленное программирование.	4	6		10
	ВСЕГО	17	34		55

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 № 6				
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.	6	10
8	Задачи поиска оптимальных решений. Линейное программирование.	Задача о ресурсах. Графический метод. Симплекс-метод. Транспортная задача. Целочисленное программирование.	6	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
ОПК-1.5. Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной	Устный опрос, дифференцированный зачет
ОПК-1.6. Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной	Устный опрос, дифференцированный зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

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

5.2.1.1. Контрольные вопросы для зачета семестр 1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
-------	---------------------------------	---------------------------------------

1	Теория моделирования	1.
2	Методы планирования и обработки экспериментов	1.
3	Решение нелинейных уравнений	1.
4	Решение систем линейных уравнений.	1.
5	Численное дифференцирование и интегрирование	1.

5.2.1.2. Контрольные вопросы для экзамена семестр 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Численное решение дифференциальных уравнений.	1.
2	Задачи поиска оптимальных решений. Однокритериальная оптимизация.	1.
3	Задачи поиска оптимальных решений. Многокритериальная оптимизация.	1.
4	Задачи поиска оптимальных решений. Линейное программирование.	1.

5.2.1.5. Типовые контрольные задания для 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.

5.2.1.6. Типовые контрольные задания для экзамена семестр 7

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Г. ШУХОВА»**

Кафедра высшей математики

Дисциплина математика

Поток ЖД

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основные этапы создания математической модели процесса.
2. Задачи линейного программирования. Методы одномерной оптимизации.
3. Задачи

Задачи

1. Найти решение дифференциального уравнения $y''' - 2y'' - 2y' = 0$ методом Коши с точностью $\varepsilon = 0,001$.
2. Методом золотого сечения найти экстремум функции

3. Решить задачу графически $Z = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max(\min)$ при ограничениях
$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 13; \\ x_1 - x_2 \leq 6; \\ -3x_1 + x_2 \leq 9; \\ x_1; x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Преподаватель: _____ Окунева Г.Л.
Утверждено на заседании кафедры _____ Протокол № _____

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 защиты РГЗ семестр 6

1.

5.3.2. Типовые контрольные вопросы для защиты РГЗ семестр 7

1.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

5.4.1. Критерии оценивания для экзамена

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	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Применяет теоретические сведения при решении практических задач
	Может составить математическую модель процесса и найти решение
	Может привести пример для иллюстрации теории
Навыки	Ориентируется в материале, может найти необходимый раздел
	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	Может составить математическую модель явления, но не может решить ее	Может составить математическую модель явления, выбрать путь ее решения, может

		ее	полностью, не может оценить границы изменения	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 вопросы	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 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

5.4.2. Критерии оценивания для зачета и защиты РГЗ

При промежуточной аттестации в форме зачета и защиты РГЗ используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	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
Навыки	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	
	не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает или допускает грубые неточности формулировок	Знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает или допускает грубые ошибки	Знает и использует, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает больше половины материала	Знает в достаточном объеме, обладает твердым и полным знанием материала
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания

Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено

Применяет теоретические сведения при решении практических задач	Не может применять или применяет с большими недочетами	Может применять, вырабатывает последовательность применения
Может составить математическую модель процесса и найти решение	Не может, нет попыток составить математическую модель явления	Может составить математическую модель явления, но не может решить ее полностью, или может составить математическую модель явления и выбрать путь ее решения
Может привести пример для иллюстрации теории	Не может	Может привести пример для иллюстрации теории, используя любую информацию
Ориентируется в материале, может найти необходимый раздел	Не ориентируется в материале	Ориентируется в материале, привлекает дополнительную информацию, использует все возможные источники информации

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Владеет приемами создания математической модели по предложенной практической задаче	Не знает приемы	Владеет приемами создания математической модели по предложенной практической задаче, может предложить не оптимальную
Ориентируется в формулах и методах	Не знает основные формулы	Знает основные формулы и методы, использует их
Способен критически подходить к анализу путей решения практических задач	Не умеет	Способен критически подходить к анализу путей решения, но не всегда может реализовать это решение
Владеет навыками алгоритмизации задачи	Не владеет	Владеет навыками алгоритмизации задачи

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

5.1. 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
	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
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	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.
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

5.2. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

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

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ³

Рабочая программа утверждена на 2021/2022 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁴

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

³ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁴ Нужно подчеркнуть