

**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 заочного обучения  
  
М.Н. Нестеров  
« 09 » 09 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
  
Горшкова Н.Г.  
« 09 » 09 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Математическое моделирование**

Специальности:

**23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы**

специализации:

**Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных  
ситуациях**

Квалификация

инженер


Форма обучения

заочная

**Институт: Транспортно-технологический**  
**Кафедра: Технологические комплексы, машины и механизмы**

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:  
Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки специалистов 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитет), №1022 от 11 августа 2016 г. плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): ст.преподаватель  Д.Н. Перельгин  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

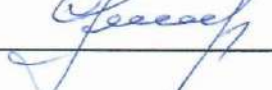
Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Технологические комплексы, машины и механизмы»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  В.С. Севостьянов  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 29 » 08 2016 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
«Технологические комплексы, машины и механизмы»

« 29 » 08 2016 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  В.С. Севостьянов  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией транспортно-технологического института

« 09 » 09 2016 г., протокол № 1

Председатель к.т.н.  Т.Н. Орехова  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Общекультурные компетенции</b>			
1	ОК-1	способностью абстрактному мышлению, анализу, синтезу	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать</b> проблемы и тенденции развития науки и техники. <b>Уметь</b> логично формулировать, излагать и аргументировано отстаивать собственное видение рассматриваемых проблем <b>Владеть</b> способами научного познания
<b>Профессиональные компетенции</b>			
2	ПК-16	Готовностью к получению новых знаний и проведению прикладных исследований	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать</b> представления результатов исследования, проблемы и тенденции развития науки и техники <b>Уметь</b> представлять результаты исследования <b>Владеть</b> методами представления результатов исследования

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Экология
5	Теоретическая механика
6	Сопротивление материалов
7	Теория машин и механизмов
8	Детали машин и основы конструирования
9	Технические основы создания машин
10	Информатика
11	Компьютерная графика и САПР

Содержание служит основой для изучения следующих дисциплин:

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины 4 ЗЕ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Аудиторные занятия, в т.ч.:</b>	12	12
лекции	4	4
лабораторные	4	4
практические	4	4
семинары		
УИРС		
консультации		
<b>Самостоятельная работа студентов в том числе:</b>	132	132
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графические задания		18
Контрольные работы		
Рефераты		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	116	116
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Э	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Курс 4 Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела	Объем на тематический раздел, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
1.	Виды математических моделей и дифференциальные уравнения в частных производных. Понятие математической модели и математическое моделирование. Задачи, приводящие к построению математической модели. Типы математических моделей	0,5	0,5	1	12
2.	Классификация уравнений математической физики. Виды уравнений гиперболического, эллиптического и параболического типа. Характеристическое уравнение. Волновое уравнение, уравнение теплопроводности, уравнение Лапласа и Пуассона.	1		0,5	14
3.	Метод Даламбера и метод Фурье решения краевых задач. Уравнение колебаний. Уравнение теплопроводности	0,5	1	0,5	18
4.	Конечно-разностный метод, метод сеток Аппроксимация уравнений, метод конечных элементов	0,5	0,5	0,5	18
5.	Метод дробных шагов для многомерных задач Метод суммарной аппроксимации	0,5	0,5		18
6.	Математические модели стационарных процессов Математическая модель сплошной среды	0,5	0,5	0,5	18

7.	Математические нестационарные Математическая модели процессов модель пористой среды	0,5	0,5		18
	ИТОГО за семестр	4	4	4	116

**5.2. Перечень лабораторных (семинарских) занятий.  
Их содержание и объем в часах (аудиторных).**

Курс 4 Семестр № 7

№ п/п	Тема лабораторных (семинарского) занятия	К-во часов
1.	Виды математических моделей, уравнения математической физики	0,5
2.	Метод Даламбера для волнового уравнения. Метод Фурье для краевых задач	0,5
3.	Конечно-разностный метод	0,5
4.	Локально-одномерный метод для решения двумерных краевых задач	1
5.	Построение математической модели процесса теплопередачи в многослойной среде	0,5
	Итого	4

**Перечень практических (семинарских) занятий.  
Их содержание и объем в часах (аудиторных).**

Курс 4 Семестр № 7

№ п/п	Тема лабораторных (семинарского) занятия	К-во часов
1.	Постановка краевых задач (тренинг)	1
2.	Метод Фурье для краевых задач	0,5
3.	Метод конечных элементов	0,5
4.	Пример математической модели процесса теплообмена в сплошной среде (мозговой штурм).	0,5
5.	Математическая модель процесса теплообмена в пористой среде (имитационные упражнения)	0,5
	Итого	4

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Виды математических моделей и дифференциальные уравнения в частных производных Понятие математической модели и математическое моделирование. Задачи, приводящие к построению математической модели. Типы математических моделей	Определение уравнений математической физики. Классификация уравнений математической физики. Виды уравнений в частных производных. Характеристическое уравнение, характеристики.
2.	Классификация уравнений математической физики. Виды уравнений гиперболического, эллиптического и параболического типа. Характеристическое уравнение. Волновое уравнение, уравнение теплопроводности, уравнение Лапласа и Пуассона.	Уравнения гиперболического типа. Пример. Уравнения эллиптического типа. Пример. Уравнения параболического типа. Пример. Задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Волновое уравнение. Пример. Задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Пример. Задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Уравнение теплопроводности. Пример.
3.	Метод Даламбера и метод Фурье решения краевых задач. Уравнение колебаний. Уравнение теплопроводности	Краевые задачи. Начальные условия. Граничные условия. Краевые задачи для уравнения колебаний. Краевые задачи для уравнения теплопроводности.

4.	Конечно-разностный метод, метод сеток Аппроксимация уравнений, метод конечных элементов	<p>Краевые задачи для уравнения эллиптического типа.</p> <p>Метод распространяющихся волн. Метод разделения переменных.</p> <p>Аналитические методы интегрирования краевых задач.</p> <p>Численные методы. Конечно-разностные методы.</p> <p>Сходимость и устойчивость численных методов.</p>
5.	Метод дробных шагов для многомерных задач Метод суммарной аппроксимации	<p>Понятие математической модели.</p> <p>Построение математических моделей. Построение математической модели для уравнения колебаний. Пример.</p>
6.	Математические модели стационарных процессов Математическая модель сплошной среды	<p>Построение математической модели для уравнения теплопроводности. Пример.</p> <p>Построение математической модели для уравнения колебаний в двумерном случае. Пример.</p>
7.	Математические модели нестационарных процессов Математическая модель пористой среды	<p>Построение математической модели для уравнения теплопроводности в двумерном случае. Пример.</p> <p>Построение математической модели для уравнения теплопроводности в стационарном случае. Пример.</p> <p>Построение математической модели для уравнения теплопроводности в нестационарном случае. Пример.</p> <p>Теплотехнический расчет нагревания сплошных сред.</p>



## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Список учебной литературы

#### Основная литература

1. Присекин В. Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : [учебник] / В. Л. Присекин, Г. И. Расторгуев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 237 с. :
2. Белов П.С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие (конспект лекций) / П.С. Белов. — Электрон. текстовые данные. — Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016. — 121 с. — 978-5-904330-02-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43395.html>
3. Янилкин Ю.В. Математическое моделирование турбулентного перемешивания в сжимаемых средах [Электронный ресурс] : курс лекций / Ю.В. Янилкин, В.П. Стаценко, В.И. Козлов. — Электрон. текстовые данные. — Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2009. — 508 с. — 978-5-9515-0133-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18438.html>
- 4.

#### Дополнительная литература

1. Голованов А. И. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций / А. И. Голованов, О. Н. Тюленева, А. Ф. Шигабутдинов. - М., 2006. - 391 с. : ил.. - Передан по книгообмену из Казанского гос. ун-та.
2. Зарубин В. С. Расчет теплонапряженных конструкций / В. С. Зарубин, И. В. Станкевич. - М., 2005. - 351 с. : ил.
3. Ильин В. П. Методы и технологии конечных элементов / В. П. Ильин ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т вычисл. математики и мат. геофизики. - Новосибирск, 2007. - 370 с. : ил.
4. Киреев В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - М., 2004. - 479, [1] с. : ил.. - На обороте тит. л. инициалы указ. ошибочно: Киреев Андрей Владимирович, Пантелеев Владимир Иванович. - Рекомендовано УМО.

#### Интернет-ресурсы

1. База данных библиотеки БГТУ.
2. Тематические ресурсы Интернета:

<http://dwg.ru/>  
<http://cad.ru/> <http://cadu-ser.ru/>  
<http://fsapr2000.ru/>

### **6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.**

Компьютерные программы на сайте кафедры технологических комплексов машин и механизмов [www.tkmm.bstu.ru](http://www.tkmm.bstu.ru)

#### **Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства» в процессе изучения дисциплины используются следующие технологии:

- по способам получения знаний – лекционный курс, практические и лабораторные занятия, анализ справочной литературы, данные интернет;
- по степени интеллектуализации – текстовый, графический, интерактивный способы получения информации;
- по целям обучения – обучение навыкам использования конкретных методов в практической деятельности, получение и систематизация различных фактических данных; обоснованный выбор наиболее рационального решения. В лекционном курсе используются *технологии поддерживающего (традиционного) обучения*:
  - объяснительно-иллюстрированного обучения;
  - модульного обучения;
  - моделирования технологических процессов и использование действующего опытно-промышленного оборудования.

*Технологии развивающего обучения:*

- проблемного обучения;
- технология учебной дискуссии;
- разминка – «мозговой штурм»;
- развития критического мышления обучающихся.

*Технологии личностно-ориентированные:*

- развития критического мышления;
- психодиагностики и профессионально-личностного тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 30% от объема аудиторных занятий.

№ п/п	РАЗДЕЛЫ, ТЕМЫ, МОДУЛИ ДИСЦИПЛИНЫ	Интерактивные методы и формы обучения
1	2	3
1.	Виды математических моделей и дифференциальные уравнения в частных производных Понятие математической модели и математическое моделирование. Задачи, приводящие к построению математической модели. Типы математических моделей	Изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами)
2.	Классификация уравнений математической физики. Виды уравнений гиперболического, эллиптического и параболического типа. Характеристическое уравнение. Волновое уравнение, уравнение теплопроводности, уравнение Лапласа и Пуассона.	Изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами)
3.	Метод Даламбера и метод Фурье решения краевых задач. Уравнение колебаний. Уравнение теплопроводности	Изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами)
4.	Конечно-разностный метод, метод сеток Аппроксимация уравнений, метод конечных элементов	Изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами)
5.	Метод дробных шагов для многомерных задач Метод суммарной аппроксимации	Изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами)
6.	Математические модели стационарных процессов Математическая модель сплошной среды	Изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами)
7	Математические модели нестационарных процессов Математическая модель пористой среды	Изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Лабораторные занятия осуществляются в специализированных лабораториях академии, оснащенных современными персональными компьютерами с набором периферийных устройств, программных средств и информационного обеспечения. Лекционный материал иллюстрируется плакатами, чертежами, схемами.

### **ОБУЧАЮЩИЕ, КОНТРОЛИРУЮЩИЕ, РАСЧЕТНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ И ДРУГИЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Используются лицензионное программное обеспечение - графический редактор PTC MathCAD графические базы данных и варианты инженерных решений.

Для самостоятельной работы используются контрольно-обучающие и демонстрационные программы для ЭВМ (фонд программ с контрольными примерами, обеспечивающий усвоение программного обеспечения).

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Образовательный процесс осуществляется в виде лекций, практических и лабораторных занятий. Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме решений задач, в т.ч. с использованием тестирования. Формой итогового контроля является сдача экзамена.

Перед итоговым контролем проводятся консультации студентов, как групповые, так и индивидуальные.

Необходимым условием успешного освоения изучаемой дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих бакалавров является самостоятельная работа обучающихся.

Основопологающим фактором успешного изучения дисциплины «**Математическое моделирование**» является полное освоение рабочей программы, характеризующей во всей совокупности содержание изучаемого учебного материала.

Изучение отдельных разделов и тем курса осуществляется в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах, заданиях к практическим и лабораторным занятиям.

Углубленное всестороннее изучение дисциплины достигается при проведении практических и лабораторных занятий, выполнении курсовой работы по индивидуальной теме.

Успешное освоение дисциплины возможно при систематической работе студентов, использовании современных образовательных технологий и интерактивных методов обучения, аудио-видео средств, а также при обеспечении тесной взаимосвязи теории и практики.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «13» 05 2016 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО  Севостьянов В.С.

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО  Горшкова Н. Г.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «23» 05 2017 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Севостьянов В.С.  
подпись ФИО


Директор института \_\_\_\_\_  Горшкова Н. Г.  
подпись ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 / 2019 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО  Севостьянов В.С.

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО  Горшкова Н. Г.



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 11 от «13» 06 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. В.С. Севостьянов  
подпись, ФИО

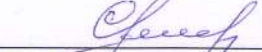
Директор института \_\_\_\_\_ к.т.н., проф. Н.Г. Горшкова  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа утверждена без изменений на 2020/ 2021 учебный год

Протокол № 10 заседания кафедры от « 15 » 05 2020 г.

Заведующий кафедрой  д.т.н., проф. В.С. Севостьянов

Директор института  к.т.н., проф. Н.Г. Горшкова

## 9. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ И ГРАФИКА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ (ГРС)

9.1. Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа и ГРС без изменений утверждена на 2016 /2017 учебный год.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

подпись, ФИО

д.т.н. В.С.Севостьянов

Директор института

\_\_\_\_\_

подпись, ФИО

к.т.н., проф. Н.Г.Горшкова