

**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

« 15 » 05 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

Численные методы и оптимизация  
(наименование дисциплины)

направление подготовки:

15.03.06 – Мехатроника и робототехника  
(шифр и наименование направления бакалавриата)

Направленность программы (профиль, специализация):

---

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: очная

**Институт:** Информационных технологий и управляющих систем

**Кафедра:** Техническая кибернетика


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 206 от 12 марта 2015 г.
- Плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат).

Составитель: \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ А.В. Крюков  
(ученая степень и звание, подпись) (ФИО)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:

«Техническая кибернетика»  
(название кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
(ученая степень и звание, подпись) (ФИО)

« 12 » 05 \_\_\_\_\_ 2015 г.

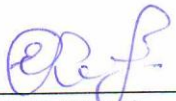
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
(ученая степень и звание, подпись) (ФИО)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № 7

Председатель: к.т.н., доц.  \_\_\_\_\_ Ю.И. Солопов  
(ученая степень и звание, подпись) (ФИО)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Профессиональные компетенции</b>			
1	ПК-6	способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> основные этапы проведения математического моделирования, сравнительные достоинства современных алгоритмов решения прикладных задач; языки программирования на языках высокого уровня, реализующих численные процедуры решения различных прикладных задач; эффективные методы решения практических задач.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать алгоритмы для реализации поставленных задач на ЭВМ, обосновывать использование выбранных методов; решать задачи широкого класса с использованием среды программирования и соответствующих алгоритмов и методов; выбирать при решении поставленной задачи наиболее оптимальные процедуры вычислительной математики, сравнивать результаты решений задачи, полученные различными методами.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования компьютерной техники и среды программирования в своей профессиональной и учебной деятельности; методиками проверки правильности и точности получаемых численных решений, а также методиками проверки сходимости и скорости получения решения для обоснования корректности применения конкретных алгоритмов численного решения.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математический анализ
2	Алгебра и аналитическая геометрия
3	Информационные технологии
4	Программирование и основы алгоритмизации

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Моделирование систем
2	Математические основы теории управления
3	Основы научных исследований
4	Теория автоматического управления

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа, форма промежуточной аттестации – экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены лекционные (17 ч.), лабораторные занятия (17 ч.), самостоятельная работа обучающегося составляет 110 часов.

По дисциплине предусмотрено выполнение курсовой работы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, час</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>110</b>	<b>110</b>
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	50	50
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	60	60
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Экзамен(36)	Экзамен(36)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Предмет, проблемы и задачи курса. Исторический экскурс. Основные понятия и определения. Виды погрешностей. Источники погрешностей. Погрешности арифметических действий.	1	-	-	4
2	Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Аналитический способ отделения корней. Уточнение корней (метод дихотомии, метод хорд, метод касательных, комбинированный метод, метод итераций). Оценка погрешности приближения.	2	-	3	8
3	Решение систем линейных алгебраических уравнений (метод Крамера, метод Гаусса, метод Гаусса с выбором главного элемента, метод Гаусса - Жордана, метод простых итерации, метод Зейделя). Применение метода Гаусса для вычисления определителей. Применение метода Гаусса для обращения матриц. Решение систем нелинейных алгебраических уравнений (метод Ньютона-Канторовича).	2	-	5	15
4	Постановка задачи интерполяции. Теорема существования и единственности интерполяционного полинома. Интерполяционный полином Ньютона для интерполяции вперед. Интерполяционный полином Ньютона для интерполяции назад. Интерполяционный полином Лагранжа. Экстраполяция. Обратная интерполяция. Оценка погрешности приближения функций интерполяционным полиномом. Выбор оптимальных узлов интерполяции. Сплайн – интерполяция функций.	2	-	3	8
5	Выбор общего вида эмпирической формулы. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов	2	-	2	6
6	Численное дифференцирование функций. Оценка погрешности производной.	2	-	-	6
7	Численное интегрирование функций. Квадратурные формулы прямоугольников. Квадратные формулы Ньютона – Котеса (формула трапеций, формула Симпсона). Квадратурная формула Чебышева. Квадратурная формула Гаусса. Оценка погрешности квадратурных формул	2	-	2	5
8	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Численное решение дифференциальных	2	-	2	7

	уравнений в частных производных.				
9	Решение задач оптимизации. Многомерная безусловная оптимизация (метод покоординатного спуска, градиентный метод). Условная оптимизация (симплекс-метод, модифицированный симплекс-метод, метод северо-западного угла, метод минимального элемента, метод аппроксимации Фогеля, метод дифференциальных рент)	2	-	-	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>-</b>	<b>17</b>	<b>60</b>

*Примечание: в колонку «самостоятельная работа» входят подготовка к лекционным, практическим, лабораторным занятиям.*

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические (семинарские) занятия по дисциплине не предусмотрены планом учебного процесса.

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины (в соответствии с п.4.1)	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	2	Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений	4	6
2	3	Решение систем линейных и не линейных уравнений	4	6
3	4	Интерполяция функций	3	6
4	5	Построение эмпирических формул	2	4
5	7	Численное интегрирование функций	2	4
6	8	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	2	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>	<b>34</b>

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

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

№ п/п	№ раздела дисциплины (в соответствии с п.4.1)	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	1	1) Что такое истинная погрешность? 2) Привести определение абсолютной и относительной погрешности.

		<p>3) Что такое предельная абсолютная и предельная относительная погрешность?</p> <p>4) Какие существуют источники погрешностей?</p> <p>5) Сформулируйте правила оценки погрешностей арифметических действий.</p>
2	2	<p>6) В чем состоит основная идея метода хорд?</p> <p>7) Вывести рекуррентную формулу метода касательных.</p> <p>8) Каким достоинством обладает комбинированный метод?</p> <p>9) Как выглядит достаточное условие сходимости итерационного процесса?</p> <p>10) Привести геометрическую интерпретацию метода итераций.</p>
3	3	<p>11) В чем состоит сущность метода Гаусса?</p> <p>12) Каким достоинством обладает метод Гаусса с выбором главного элемента?</p> <p>13) Какую отличительную особенность имеет метод Гаусса-Жордана?</p> <p>14) Как осуществляется выбор начального приближения при решении системы линейных уравнений методом простых итераций?</p> <p>15) Какие средства используются в методе Ньютона-Канторовича при преобразовании системы нелинейных уравнений?</p>
4	4	<p>16) Какой вид имеет первая интерполяционная формула Ньютона с постоянным шагом интерполяции?</p> <p>17) Осуществить вывод интерполяционного полинома Лагранжа.</p> <p>18) Что такое экстраполяция и обратная интерполяция?</p> <p>19) Сформулируйте свойства полиномов Чебышева, применяемых при выборе оптимальных узлов интерполяции.</p> <p>20) В чем состоит принципиальное отличие сплайн-интерполяции от других видов кусочно-полиномиальной интерполяции?</p>
5	5	<p>21) Каким образом метод наименьших квадратов применяют для определения параметров эмпирической формулы?</p> <p>22) Как осуществляется выравнивание данных при построении квазилинейных зависимостей?</p> <p>23) Какой параметр используется для оценки точности аппроксимации?</p>
6	6	<p>24) В каких случаях применяется численное дифференцирование функций?</p> <p>25) В чем состоит основная идея построения формул для вычисления производных?</p> <p>26) Каким образом интерполяционный полином Лагранжа применяется</p>

		<p>для решения задачи численного дифференцирования?</p> <p>27) Как осуществляется оценка погрешности производной?</p> <p>28) В чем состоит методика построения формул приближенного дифференцирования на основе интерполяционных полиномов Ньютона?</p>
7	7	<p>29) В чем состоит основная идея построения квадратурных формул?</p> <p>30) Вывести квадратурные формулы прямоугольников.</p> <p>31) Геометрическая интерпретация квадратурной формулы трапеций и квадратурной формулы Симпсона.</p> <p>32) Какое условие предъявляется к квадратурной формуле Чебышева?</p> <p>33) Какими свойствами обладают полиномы Лежандра, применяемые при построении квадратурной формулы Гаусса?</p>
8	8	<p>34) Привести геометрическую интерпретацию метода Эйлера и уточненного метода Эйлера.</p> <p>35) Какие существуют достоинства и недостатки метода Рунге-Кутты 4-го порядка точности?</p> <p>36) Что является основой метода Адамса?</p>
9	9	<p>37) Как выглядит геометрическая интерпретация метода покоординатного спуска?</p> <p>38) В чём состоит сущность градиентного метода, применяемого для решения задачи многомерной безусловной оптимизации?</p> <p>39) По каким критериям осуществляется классификация задач оптимизации?</p>

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Целью курсовой работы является выработка у студентов навыков самостоятельного проектирования и разработки задач прикладного характера. Курсовая работа должна носить законченный характер и охватывать все этапы от проектирования до реализации программного обеспечения. Оформление курсовой работы должно соответствовать требованиям ГОСТ.

На выполнение курсовой работы предусмотрено 30 часов самостоятельной работы студента.

Отчёт по курсовой работе должен иметь следующую структуру:

- Введение;
- Постановка задачи
  - а) Формулировка задания,
  - б) Математическая модель задачи;



- Выбор метода решения;
- Численное решение;
- Программная реализация
  - а) Описание процедур и функций,
  - б) Блок-схемы основных процедур,
  - в) Текст программы;
- Результаты вычислений;
- Заключение;
- Список литературы;
- Приложение;
- Оглавление.

Примерный объём пояснительной записки - 25 листов без приложений.

Перечень основных тем курсовых работ:

1. Решение классической задачи линейного программирования симплекс-методом.
2. Решение классической задачи линейного программирования модифицированным симплекс-методом.
3. Решение транспортной задачи методом северо-западного угла.
4. Решение транспортной задачи методом минимального элемента.
5. Решение транспортной задачи методом аппроксимации Фогеля.
6. Решение транспортной задачи методом дифференциальных рент.
7. Решение дифференциального уравнения в частных производных (с варьируемыми параметрами) методом сеток.

### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Выполнение индивидуальных домашних заданий и расчетно-графических заданий не предусмотрено учебным планом дисциплины.

### **5.4. Перечень контрольных работ**

Выполнение контрольных работ не предусмотрено учебным планом дисциплины.

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

## **6.1. Перечень основной литературы**

### **Печатные издания**

1. Рубанов, В. Г. Численные методы и оптимизация : учеб. пособие / В. Г. Рубанов, Д. В. Величко. - 2-е изд. стер. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - 160 с.
2. Ушакова Н. Н. Вычислительная математика: лаб. практикум : учеб. пособие / Н. Н. Ушакова, Н. Н. Подгорный, В. Н. Винтаев ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. - 127 с.
3. Срочко, В. А. Численные методы : курс лекций / В. А. Срочко. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 203 с.

### **Электронные издания**

1. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Численные методы и оптимизация" [Электронный ресурс] / сост. Д. В. Величко. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918162128869900002843>.
2. Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] / В. А. Срочко. - Москва : Лань, 2010. - 202 с. : ил. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=378](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=378).

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

### **Печатные издания**

1. Алексеев В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи : задачник / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Физматлит, 2005. - 255 с.
2. Алексеев Е.Р. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7 , Maple 9 / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова. - Москва: НТ Пресс, 2006. - 492 с.
3. Киреев В. И. Численные методы в примерах и задачах : учеб. пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - Изд. 2-е, стер. - Москва : Высшая школа, 2006. - 480 с.
4. Измаилов А.Ф. Численные методы оптимизации : учеб. пособие / А. Ф. Измаилов, М. В. Солодов. - Москва : Физматлит, 2005. - 300 с.

### **Электронные издания**

1. Волков Е.А. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. А. Волков. - Москва : Лань, 2008. - 256 с. : граф., табл. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=54](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=54).
2. Квасов Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab [Электронный ресурс] / Б. И. Квасов. - Москва : Лань", 2016. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=71713](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=71713).

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://machinelearning.ru/> - интернет-ресурс, посвященный алгоритмам машинного обучения
2. <http://www.exponenta.ru/> - интернет-ресурс, содержащий руководства по работе со средой Matlab
3. <http://alglib.sources.ru/> - библиотека реализованных алгоритмов обработки информации.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **Сведения об оснащённости лабораториями, кабинетами и оборудованием учебно-научного назначения**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. с перечнем основного оборудования	№ помещения, корпус
Лекционная аудитория с интерактивной доской, Специализированный компьютерный класс: 15 персональных компьютеров с выходом в интернет, проектор, 10 комплектов оборудования для моделирования систем NI Elvis II	МК 323, МК 229


### **Сведения о наличии лицензионного программного обеспечения**

№ п/п	Наименование лицензионного программного обеспечения	Сведения о лицензии
1.	Microsoft Windows 7, 10	MSDN подписка БГТУ
2.	Программа электронного тестирования TestOfficePro.	Лицензия БГТУ

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.

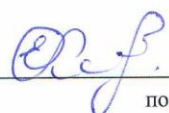
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ


Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017г.

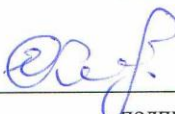
Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института  Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от «01» 06 2018г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от « 17 » 05 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

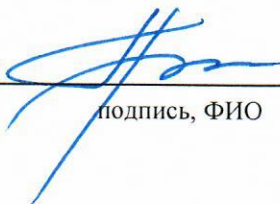
Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «28» 05 2020г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_



подпись, ФИО