

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)  
**«Основы моделирования на ЭВМ»**

Специальность 11.05.01 Радиозлектронные системы и комплексы  
Специализация Радиозлектронные системы передачи информации  
Квалификация выпускника Инженер  
Нормативный период обучения 5,5 лет  
Форма обучения Очная  
Год начала подготовки 2017 г.

Автор программы \_\_\_\_\_



/Матвеев Б.В./

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



/Матвеев Б.В./

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_



/Балашов Ю.С./

**Воронеж 2017**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины** состоят в освоении принципов построения и исследования математических моделей, базовых методов вычислительной математики, а также развитие практических навыков решения вычислительных задач с использованием универсальных систем компьютерной математики.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- 1.2.1 получить представление о математическом моделировании как особом способе исследования и описания физических явлений и процессов, общности ее понятий и представлений; выработать представление о роли и месте вычислительного эксперимента в современной науке и технике
- 1.2.2 научиться алгоритмически мыслить, оперировать с численными математическими моделями, оценивать погрешности приближённых вычислений
- 1.2.3 научиться применять системы компьютерной математики при решении вычислительных задач математического моделирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы моделирования на ЭВМ» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы моделирования на ЭВМ» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - способностью осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования.

ПСК-2.4 - способностью проводить компьютерное проектирование и моделирование радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.
	Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.
	владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

ПСК-2.4	Знать способы постановки и решения задач, выполняемых с использованием средств вычислительной техники; основные алгоритмы обработки информации и соответствующие им программные продукты, применяемые в радиоэлектронном производстве; угрозы информационной безопасности; методы и средства защиты информации.
	Уметь грамотно выбирать программные и аппаратные средства в соответствии с поставленной задачей, отвечающие современным требованиям обработки и защиты информации.
	владеть современными программными комплексами разработки проектной, технической и технологической документации

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы моделирования на ЭВМ» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		6			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	18	18			
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	-	-			
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Пр.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение математическое моделирование.	Понятие о математическом моделировании. Основные этапы математического моделирования. Точность вычислительного эксперимента.	2	-	2	10	14
2	Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений и их систем.	Нелинейные уравнения и их системы: метод бисекции, метод хорд, метод касательных, метод Ньютона, метод простой итерации, метод Зейделя. Системы линейных уравнений: прямые методы (прогонки), итерационные методы (простой итерации), методы Крамера и Гаусса-Зейделя.	4	-	4	10	18
3	Приближение функций	Линейная и квадратичная интерполяция. Многочлены Лагранжа и Ньютона. Сплаины. Аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов.	4	-	4	10	18
4	Численное дифференцирование и интегрирование.	Понятие о численном дифференцировании. Использование интерполяционных формул. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона и Монте-Карло.	2	-	2	10	14
5	Основные физико-математические модели.	Пространственно-временной континуум. Кинематические модели. Динамические уравнения. Постановка задачи Коши. Скалярные и векторные поля. Геометрические, дифференциальные и интегральные характеристики полей. Уравнения Максвелла, Лапласа, Пуассона, волновое и диффузионное. Классификация квазилинейных уравнений в частных производных второго порядка. Постановка краевых задач. Метод Даламбера. Метод Фурье.	2	-	2	10	14
6	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	Разностные схемы. Понятие устойчивости, корректности и сходимости. Задача Коши. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Метод стрельбы. Конечно-разностные методы.	2	-	2	10	14
7	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	Краевые задачи. Построение разностных схем для уравнений Лапласа, волнового и диффузионного.	2	-	2	12	16
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

### 5.2. Перечень лабораторных работ

1. Знакомство с универсальными системами компьютерной математики. (4

часа).

2. Решение нелинейных уравнений и систем уравнений.. (4 часа)
3. Задачи линейной алгебры. (4 часа).
4. Приближение функций (8 часов).
5. Основные математические операции. (8 часов).
6. Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (4 часа).
7. Решение краевых задач (4 часа).

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Освоение дисциплины предусматривает контрольную работу по теме «Действия над приближёнными числами. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений и систем уравнений. Приближение функций» и коллоквиум по разделу «Основные физико-математические модели».

На коллоквиумах осуществляется рубежное тестирование знаний студентов, а на контрольных работах проверяется умение решать стандартные и прикладные задачи.

## **7.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения,, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-1	Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
		Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
		Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
		Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 10 семестре для очной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.	Вопросы (тест) к экзамену	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки
	Уметь проводить рас-	Стандартные задания	Продемонстрированы все основ-	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы основные	При выполнении стандартных

	четы характеристики радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.		ные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.	умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.
	владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.	Практические задания	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, ярко выраженную способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий.	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначительной помощи.	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к выполнению практических и лабораторных занятий.	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практических задач оказываются у него малорезультативными
ПСК-2.4	Знать способности постановки и решения задач, выполняемых с использованием средств вычислительной техники; основные алгоритмы обработки информации и соответствующие им программные продукты, применяемые в радиоэлектронном производстве; угрозы информационной безопасности; методы и средства защиты информации.	Вопросы (тест) к экзамену	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки
	Уметь грамотно выбирать программные и аппаратные средства в	Стандартные задания	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все зада-	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые

	соответствии с поставленной задачей, отвечающие современным требованиям обработки и защиты информации.		погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	ния, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	ошибки.
	владеть современными программными комплексами разработки проектной, технической и технологической документации	Практические задания	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, ярко выраженную способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий.	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначительной помощи.	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к выполнению практических и лабораторных занятий.	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практических задач оказываются у него малорезультативными

## 7.2. Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1. Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какое из уравнений Максвелла является дифференциальной формой закона электромагнитной индукции Фарадея?

а)  $\text{div}\mathbf{E}=\rho$ , б)  $\text{div}\mathbf{E}=0$ , в)  $\text{rot}\mathbf{E} = -\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}$ , г)  $\text{rot}\mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}$ .

2. При выводе уравнения колебаний струны используется:

а) закон сохранения энергии, б) закон сохранения заряда, в) второй закон Ньютона, г) закон сохранения массы.

3. Стационарная теплопередача при наличии внутренних источников тепла описывается уравнением

а)  $\frac{\partial T}{\partial t} = a^2 \Delta T$ , б)  $\frac{\partial^2 T}{\partial t^2} = a^2 \Delta T$ , в)  $\Delta T = -f$ , г)  $\Delta T = 0$ .

4. Дифференциальное уравнение  $a(x, y) \frac{\partial u}{\partial x} + b(x, y) \frac{\partial u}{\partial y} + c(x, y, u)u = f(x, y)$  является:

- а) линейным обыкновенным дифференциальным уравнением первого порядка,  
б) линейным дифференциальным уравнением в частных производных первого порядка,  
в) квазилинейным дифференциальным уравнением в частных производных первого порядка,  
г) нелинейным дифференциальным уравнением в частных производных первого порядка.

5. Определите тип уравнения  $a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2b \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + c \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y, u)$ , если  $b^2 - ac > 0$ .

а) смешанный, б) эллиптический, в) параболический, г) гиперболический.

6. Определить тип линейного дифференциального уравнения в частных производных

$$x \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - 2\sqrt{xy} \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} + y \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial U}{\partial y} = 0.$$

- а) смешанный, б) эллиптический, в) параболический, г) гиперболический.  
7. Определить тип уравнения и тип краевой задачи

$$\begin{cases} u_{tt} = a^2 u_{xx}, \\ u(x,0) = \mu(x), u_t(x,0) = \nu(x), \\ u_x(0,t) = u_x(l,t) = 0 \end{cases}$$

а) эллиптический, краевая задача второго рода, б) параболический, смешанная краевая задача, в) гиперболический, задача Коши, г) гиперболический, смешанная краевая задача.

8. Решением задачи Коши для волнового уравнения  $u_{tt} = 4u_{xx}$  с начальными условиями  $u(x,0) = 2\sin(x), u_t(x,0) = 0$  будет

а)  $u(x,t) = (\sin(x-2t) + \sin(x+2t))$ , б)  $u(x,t) = (\sin(x-2t) - \sin(x+2t))$ ,

в)  $u(x,t) = (\cos(x-2t) + \cos(x+2t))$ , г)  $u(x,t) = (\cos(x-2t) - \sin(x+2t))$ ,

9. Решение краевой задачи для уравнения  $y'' + y = 0$  с граничными условиями  $y(0) = y(\pi) = 0$  будет

а)  $\sin(3x)$ , б)  $\cos(3x)$ , в)  $\sin(x)$ , г)  $\cos(x)$ .

10. Собственными значениями и собственными функциями краевой задачи  $y'' + \lambda y = 0, y(0) = y(\pi) = 0$  являются

а)  $\lambda_n = n, y_n = \cos(nx)$ , б)  $\lambda_n = n^2, y_n = \cos(nx)$ , в)  $\lambda_n = n, y_n = \sin(nx)$ , г)  $\lambda_n = n^2, y_n = \sin(nx)$ .

### 7.2.2. Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Найдите методом Гаусса решение системы  $Ax = B$ .

$$A = \begin{pmatrix} 0,005 & 0,004 & 0,150 & 0 \\ -0,090 & -0,033 & 0,0067 & 0,098 \\ 0,150 & 0,033 & 0,050 & 0 \\ 2,857 & 0,100 & -0,300 & 0,025 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0,057 \\ -0,098 \\ 0,183 \\ -0,041 \end{pmatrix}$$

$$\int_a^b f(x) dx$$

2. Вычислите определенный интеграл  $\int_a^b f(x) dx$  методами прямоугольников, трапеций и Симпсона,  $f(x) = \sqrt{256 - x^2}, a=0, b=16$ .

3. Вычислите значение производной в точке  $x = 0$ , имея в виду, что  $f(0) = 0$ :

$$f(x) = \operatorname{tg}\left(x^3 + x^2 \sin \frac{2}{x}\right)$$

4. Вычислите первую и вторую производную функции  $f(x)$ , заданной с помощью таблицы в точках  $x_1 = 2,1; x_2 = 2,5$ ;

$x$	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
$f(x)$	1,3	1,5	1,6	1,6	1,3	0,9	0,7	0,6

5. Найти эквипотенциальные поверхности и семейство линий наискорейшего возрастания скалярного поля

$$u = x^2 + y^2 - z^2.$$

6. Найти производную скалярного поля  $u(x,y,z) = x^2 - \operatorname{arctg}(y+z)$  в точке  $M(2,1,1)$  по направлению вектора  $l = 3j - 4k$ .

7. Найти поток векторного поля  $a = (2y - 5x)i + (x - 1)j + (2xy + 2z)k$  через замкнутую поверхность  $S: 2x + 2y - z = 4, x = 0, y = 0, z = 0$  (нормаль внешняя), используя формулу Остроградско-

го-Гаусса.

8. Найти потенциал векторного поля  $\mathbf{a}=2xy\mathbf{i}+(x^2-2yz)\mathbf{j}-y^2\mathbf{k}$ .

9. Определить вид векторного поля  $\mathbf{a}=(yz-xy)\mathbf{i}+(xz-x^2/2+yz^2)\mathbf{j}+(xy+yz)^2\mathbf{k}$ .

10. Найти общее решение дифференциального уравнения в частных производных:

$$3\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} - 2\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y^2} = 0.$$

11. Найти фундаментальное решение уравнения Лапласа:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0.$$

12. Найти общее решение уравнения Пуассона:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = x^2 + y^2.$$

13. Решить методом Даламбера задачу Коши для волнового уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0, \quad -\infty < x < \infty, t > 0,$$

с начальными условиями

$$u(0)=\sin(x), u_t(0)=0.$$

14. Определить тип и привести к каноническому виду дифференциальное уравнение в частных производных второго порядка

$$\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} + 4\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y\partial x} + \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y^2} = 0$$

15. Найти собственные значения и собственные функции краевой задачи с периодическими граничными условиями

$$y'' + \lambda y = 0, y(0) = y(1), y'(0) = y'(1), x \in [0, 1].$$

16. Решите дифференциальное уравнение методами Эйлера, Эйлера–Коши и Рунге–Кутта

$$y \ln y + xy' = 0, \quad y(1) = e.$$

17. Решить краевую задачу методом конечных разностей. Сравнить с точным решением. Провести анализ сходимости аппроксимации

$$e^x \frac{d^2 \varphi}{dx^2} + e^x \frac{d\varphi}{dx} = -2x; \quad \frac{d\varphi}{dx}(0) = 0, \varphi(1) = 4.$$

### 7.2.3. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Магнитное поле, создаваемое электрическим током силы  $I$ , текущим по бесконечному проводу, определяется формулой  $\mathbf{H}(P) = 2I \frac{-y\mathbf{i} + x\mathbf{j}}{x^2 + y^2}$ . Вычислить  $\operatorname{div} \mathbf{H}(P)$  и  $\operatorname{rot} \mathbf{H}(P)$ . Определить вид этого поля.

2. Определить суммарный электрический заряд, распределенный по поверхности пластины  $|x| \leq a, |y| \leq b, |z| \leq c$  если поверхностная плотность заряда в точке  $P(x, y, z)$  равна  $k \sqrt[3]{|xyz|}$ , где  $k > 0$  – коэффициент пропорциональности.

3. Бесконечная плоская пластина толщиной  $h$  равномерно заряжена по объёму с плотностью  $\rho$ . Пользуясь формулой Остроградского-Гаусса найти напряжённость  $\mathbf{E}$  электрического поля вне пластины.

4. Пользуясь формулой Стокса найти напряжённость  $\mathbf{H}$  магнитного поля создаваемого бесконечно длинным тонким проводником с током  $I$ .

5. Найти траекторию движения частицы с зарядом  $q$  и начальной скоростью  $v_0$  в однородном постоянном электрическом поле с напряжённостью  $E$ .

6. Вывести из уравнений Максвелла закон сохранения заряда.

7. Сформулировать краевую задачу о проникновении переменного магнитного поля в правое полупространство с проводимостью  $\sigma$ , если начиная с момента времени  $t=0$  на поверхности  $x=0$  поддерживается напряжённость  $H=H_0\sin(\omega t)$ ,  $\omega$ -частота поля.

8. Один конец стержня  $x=0$  теплоизолирован, а другой  $x=l$  поддерживается при температуре равной нулю. В начальный момент времени  $t=0$  температура во всех точках стержня равна  $T_0$ . Найти распределение температуры при  $t>0$ .

9. Решите одномерную задачу стационарной теплопроводности в полном цилиндре с внутренним и внешним радиусами, равными соответственно 0.5 и 2. Температуру на внутренней и внешней поверхностях задайте равными 100 и 200 соответственно. Покажите, что полученное решение одномерно. Сравните численное решение с точным решением.

10. Найти стационарное распределение температуры  $u$  в прямоугольной пластине  $0 \leq x \leq l$ ,  $0 \leq y \leq 2$  которая нагревается от источников тепла с мощностью  $Q(x, y)$ , если

$$u(0, y) = u(l, y) = 0, \quad \partial u / \partial n|_{y=0} = -1, \quad [\partial u / \partial n]_{y=2} = 1; \quad Q(x, y) = 3.$$

11. Аппроксимируйте экспериментальную функцию  $f(x)$  квадратичной зависимостью  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , используя метод наименьших квадратов. Изобразите график аппроксимирующей параболы, наложите на график экспериментальные точки и сделайте вывод о совпадении экспериментальной и теоретической зависимости.

$x$	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7
$f(x)$	2,3	2,1	3,0	2,9	4,1	4,8	5,7	6,5

#### 7.2.4. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Основные этапы физико-математического моделирования объектов.
2. Погрешности. Действия над приближенными числами. Источники погрешностей
3. Устойчивость. Обусловленность вычислительной задачи. Корректность. Сходимость
4. Метод Гаусса
5. Метод простых итераций для систем линейных уравнений
6. Метод Зейделя
7. Понятие о методах решения нелинейных уравнений. Этап локализации корней
8. Метод деления отрезка пополам
9. Метод хорд
10. Метод Ньютона для нелинейных уравнений
11. Метод простой итерации для нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений
12. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений
13. Понятие об аппроксимации функций. Понятие об интерполяции
14. Линейная и квадратичная интерполяция
15. Интерполяция сплайнами
16. Интерполяционный многочлен Лагранжа
17. Интерполяционный многочлен Ньютона
18. Подбор эмпирических формул
19. Определение параметров эмпирической зависимости. Метод наименьших квадратов
20. Численное дифференцирование
21. Погрешность аппроксимации производной
22. Метод Рунге–Ромберга
23. Численное интегрирование. Методы прямоугольников и трапеций
24. Оценка погрешности численного интегрирования
25. Метод Симпсона

26. Квадратурные формулы Ньютона–Котеса
27. Квадратурные формулы Гаусса
29. Скалярные, векторные и тензорные поля.
30. Геометрические характеристики скалярных и векторных полей.
31. Основные дифференциальные операции математического моделирования.
32. Виды векторных полей. Теорема Гельмгольца.
33. Основные динамические уравнения и законы сохранения.
34. Задача Коши для динамического уравнения.
35. Дифференциальная форма уравнений Максвелла. Граничные условия.
36. Стационарные уравнения Максвелла. Уравнения Лапласа, Пуассона.
37. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Уравнение диффузии.
38. Классификация уравнений математической физики.
39. Задача Коши для уравнений гиперболического и параболического типов.
40. Краевая задача для эллиптических уравнений.
41. Смешанная краевая задача.
42. Корректность постановки краевых задач.
43. Уравнения с разделяющимися переменными. Метод Фурье.
44. Задачи на собственные значения дифференциальных операторов.
45. Решение одномерного волнового уравнения методом Даламбера.
46. Задача об охлаждении бесконечной пластины конечной толщины.
47. Решение уравнения свободных колебаний закреплённой струны.
48. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Эйлера
49. Метод Рунге–Кутты
50. Численное решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений
51. Разностные схемы для решения уравнения теплопроводности
52. Решение двухмерного уравнения Лапласа методом конечных разностей.

### 7.2.5 Паспорт оценочных материалов

№п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение математическое моделирование.	ПК-1, ПСК-2.4	Тест-билет, зачет, отчёт, опрос.
2	Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений и их систем.	ПК-1, ПСК-2.4	Тест-билет, зачет, отчёт, опрос.
3	Приближение функций	ПК-1, ПСК-2.4	Тест-билет, зачет, отчёт, опрос.
4	Численное дифференцирование и интегрирование.	ПК-1, ПСК-2.4	Тест-билет, зачет, отчёт, опрос.
5	Основные физико-математические модели.	ПК-1, ПСК-2.4	Тест-билет, зачет, отчёт, опрос.
6	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	ПК-1, ПСК-2.4	Тест-билет, зачет, отчёт, опрос.
7	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	ПК-1, ПСК-2.4	Тест-билет, зачет, отчёт, опрос.

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

При выполнении заданий допускается использование систем компьютерной математики и конечно-элементных комплексов программ.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1	Пискунов Н.С.	Дифференциальное и интегральное исчисления. учебное пособие. Т. 2. - Изд. стер. - М. : Интеграл-Пресс, 2001. - 544 с..
2	Турчак Л.И., Плотников П.В.	Основы численных методов: учеб. пособие . М.: Физматлит. 2005. - 304 с.
3	Шунин Г.Е., Кострюков С.А., Пешков В.В., Кудряш А.А.	Компьютерный практикум по численным методам: учеб. пособие. Воронеж: ВГТУ. 2013. Электронный ресурс.
4	Кострюков С.А., Пешков В.В., Шунин Г.Е.	Векторный анализ и элементы теории поля: методические указания для самостоятельной работы студентов. Воронеж: ВГТУ. 2008. № 514.-59 с.; электронный ресурс кафедры ВМФММ.
5	Бондарев А.В., Посметьев В.В.	Математическое моделирование и методы расчета на ЭВМ: учеб. пособие. Воронеж, ВГТУ. 2008. -125 с.; электронный ресурс кафедры ВМФММ.

**8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1	Операционные системы, средства просмотра Web, поисковые системы, средства работы с текстовой, графической и видео информацией	<i>Лицензионные:</i> Windows XP и выше; <i>свободно распространяемые:</i> Internet Explorer 7 и выше, Chrome, Google, Yandex, Open Office, Acrobat Reader
2	Системы компьютерной математики	<i>Лицензионные:</i> Maple 14; <i>свободно распространяемые:</i> демонстрационная версия Maple 5.4, Maxima, Scilab, MathStudio, Flexpde
3	Сайт библиотеки ВГТУ и ИОС ВГТУ	<a href="http://catalog.vorstu.ru">http://catalog.vorstu.ru</a> <a href="http://eios.vorstu.ru">http://eios.vorstu.ru</a>
4	Электронные библиотеки, профессиональные базы данных и информационные справочные системы	<a href="http://www.elabory.ru">http://www.elabory.ru</a> <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> <a href="http://eqworld.ipmnet.ru">http://eqworld.ipmnet.ru</a> <a href="http://dic.academic.ru">http://dic.academic.ru</a>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1	<i>Лекции:</i> Специализированное помещение для проведения лекций, оборудованное компьютером с видеопроектором.
9.2	<i>Лабораторные работы:</i> специализированная лаборатория, оборудованная персональными компьютерами с выходом в Интернет.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### По дисциплине «Основы моделирования на ЭВМ»

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах в соответствии с методическими указаниями к выполнению работ.

Контроль усвоения материала дисциплины производится устным опросом, проверкой отчётов, ИДЗ, контрольной работы, защитой лабораторных работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не уда-

	ется разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных работ для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачётом с оценкой два-три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

**АННОТАЦИЯ**  
к рабочей программе дисциплины  
**«Основы моделирования на ЭВМ»**

**Специальность** 11.05.01 Радиозэлектронные системы и комплексы  
**Направленность** Радиозэлектронные системы передачи информации  
**Квалификация выпускника** Инженер  
**Нормативный период обучения** 5,5 лет  
**Форма обучения** Очная  
**Год начала подготовки** 2017 г.

**Цель изучения дисциплины:** состоят в освоении принципов построения и исследования математических моделей, базовых методов вычислительной математики, а также развитие практических навыков решения вычислительных задач с использованием универсальных систем компьютерной математики.

**Задачи изучения дисциплины:** получить представление о математическом моделировании как особом способе исследования и описания физических явлений и процессов, общности ее понятий и представлений; выработать представление о роли и месте вычислительного эксперимента в современной науке и технике; научиться алгоритмически мыслить, оперировать с численными математическими моделями, оценивать погрешности приближённых вычислений

научиться применять системы компьютерной математики при решении вычислительных задач математического моделирования.

**Перечень формируемых компетенций:**

ПК-1 - способностью осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования.

ПСК-2.4 - способностью проводить компьютерное проектирование и моделирование радиозэлектронных систем передачи информации и их подсистем.

**Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ:** 3 з.е.

**Форма итогового контроля по дисциплине:** \_\_\_\_\_ зачет \_\_\_\_\_

(зачет, зачет с оценкой, экзамен)

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	<p>Актуализирован раздел 8 в части учебно-методического обеспечения дисциплины;</p> <p>в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем;</p> <p>Актуализирован раздел 9 в части материально-технической базы необходимой для проведения образовательного процесса.</p>	30.08.2018	
2	<p>Актуализирован раздел 8 в части учебно-методического обеспечения дисциплины;</p> <p>в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем;</p> <p>Актуализирован раздел 9 в части материально-технической базы необходимой для проведения образовательного процесса.</p>	30.08.2019	
3	<p>Актуализирован раздел 8 в части учебно-методического обеспечения дисциплины;</p> <p>в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем;</p> <p>Актуализирован раздел 9 в части материально-технической базы необходимой для проведения образовательного процесса.</p>	30.08.2020	