

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФРТЭ \_\_\_\_\_ Небольсин В.А.  
«26» марта 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

«Математическое моделирование в технической физике»

**Направление подготовки** 16.04.01 ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

**Профиль** ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2019

Автор программы \_\_\_\_\_ /Королев К.Г./

Заведующий кафедрой  
Физики твердого тела \_\_\_\_\_ /Костюченко А.В./

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ /Костюченко А.В./

Воронеж 2019

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение методов математического моделирования и описания моделей с использованием информационных технологий.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- формирование знаний о принципах моделирования физических процессов;
- формирование навыков использования математических подходов для моделирования физических процессов;
- ознакомление с современными подходами моделирования физических процессов;
- развитие самостоятельно совершенствовать навыки использования принципов моделирования физических процессов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование в технической физике» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование в технической физике» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	Знать способы демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук
	уметь демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук
	владеть способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование в технической физике» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1

<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	18	18
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)	9	9
Лабораторные работы (ЛР)	9	9
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в математическое моделирование	Основные этапы численного решения задачи на ЭВМ. Основные источники и классификация погрешностей численного решения задач на ЭВМ.	1	2	6	9
2	Численное интегрирование	Формулы прямоугольников. Формулы трапеций. Формула Симпсона (метод парабол). Пример вычисления определенного интеграла разными методами.	1		6	7
3	Полиномиальная интерполяция	Задачи аппроксимации функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа.	1		6	7
4	Решение систем линейных алгебраических уравнений	Формула Крамера решения СЛАУ. Метод гаусса с выбором главного элемента. Метод Жордана решения СЛАУ.	1	2	6	9
5	Решение нелинейных уравнений	Графический метод. Аналитический метод определения корней. Метод простых итераций. Метод дихотомии. Метод Ньютона. Обобщение методов решения нелинейных уравнений на системы нелинейных уравнений.	1	2	6	9
6	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	Постановка задачи Коши. Типы задач для ОДУ. Метод решения задачи Коши. Численные методы решения задачи Коши. Метод Эйлера. Неявный метод Эйлера. Метод трапеций.	1		6	7
7	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	Метод конечных разностей. Метод прогонки.	1		6	7
8	Дифференциальные уравнения в частных	Примеры и классификация уравнений в частных производных. Постановка задач для уравнений математической физики. Некоторые	2	3	12	17

производных	разностные схемы для уравнения теплопроводности. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностных схем для уравнения теплопроводности. Одномерное нестационарное уравнений теплопроводности.				
<b>Итого</b>		<b>9</b>	<b>9</b>	<b>54</b>	<b>72</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

- 1) Построение геометрии в программе ELCUT
- 2) Простановка меток, приложение нагрузок, построение сетки в программе ELCUT
- 3) Проведение расчета и анализ результатов в программе ELCUT
- 4) Решение задач теплопроводности в программе ELCUT

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать способы демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	фундаментальных и прикладных наук			
	владеть способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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 1 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	знать способы демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

### 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные)

**контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

**7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**  
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**  
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

**7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**  
(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

**7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**  
*Основные этапы численного решения задачи на ЭВМ. Основные источники и классификация погрешностей численного решения задач на ЭВМ.*

*Формулы прямоугольников. Формулы трапеций. Формула Симпсона (метод парабол). Пример вычисления определенного интеграла разными методами.*

*Задачи аппроксимации функции. Интерполяционный многочлен Лагранжа.*

*Формула Крамера решения СЛАУ. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод Жордана решения СЛАУ.*

*Графический метод. Аналитический метод определения корней. Метод простых итераций. Метод дихотомии. Метод Ньютона. Обобщение методов решения нелинейных уравнений на системы нелинейных уравнений.*

*Постановка задачи Коши. Типы задач для ОДУ. Метод решения задачи Коши. Численные методы решения задачи Коши. Метод Эйлера. Неявный метод Эйлера. Метод трапеций.*

*Метод конечных разностей. Метод прогонки.*

*Примеры и классификация уравнений в частных производных. Постановка задач для уравнений математической физики. Некоторые разностные схемы для уравнения теплопроводности. Аппроксимация, устойчивость и сходимости разностных схем для уравнения теплопроводности. Одномерное нестационарное уравнение теплопроводности*

**7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**  
Не предусмотрено учебным планом

**7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 5 баллами, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если

студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в математического моделирование	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Численное интегрирование	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Полиномиальная интерполяция	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Решение систем линейных алгебраических уравнений	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Решение нелинейных уравнений	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
7	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
8	Дифференциальные уравнений в частных производных	ОПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### **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.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

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

1. *Вержбицкий. В.М. Основы численных методов: учебник для вузов / В.М. Вержбицкий. - М.: Высш. шк. - 2002. - 840 с.*
2. *Численные методы / Н.С. Бахвалов. Н.П. Жидков. Г.М. Кобельков. - М.: Лаборатория Базовых Знаний. 2001. - 632 с.*
3. *Самарский А.А. Теория разностных схем. - М: Наука. 1977. - 656 с.*
4. *Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. - М.: Едиториал УРСС, 2003. - 782 с.*
5. *Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. Разностные методы решения задачи теплопроводности. - Томск: Изд-во ТПУ. 2007. - 172 с.*

**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) *MS Word*
- 2) *Mathcad*
- 3) *ELCUT*
- 4) <https://elibrary.ru>
- 5) <https://cchgeu.ru>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ**

## ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой, персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет.

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

По дисциплине «Математическое моделирование в технической физике» проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков математического моделирования физических процессов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
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 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 усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
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 зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.