

Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ  
имени П.О. Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

«\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2019

Регистрационный № \_\_\_\_\_

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени ОСВО 1-40 05 01; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)», регистрационные №№ I 40-1-15/уч. 23.05.2017, I 40-1-23/уч. 06.02.2019, I 40-1-37/уч. 08.02.2019.

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

Е.Г. Стародубцев, доцент кафедры «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат физико-математических наук, доцент;

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Д.С. Кузьменков, заведующий кафедрой «Вычислительная математика и программирование» УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», кандидат физико-математических наук, доцент;

Т.А Трохова, заведующий кафедрой «Информатика» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 16.09.2019);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 3 от 04.11.2019);

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № от );

Научно-методическим Советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № от ).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Численные методы математической физики» посвящена изучению основных подходов к нахождению приближенных решений уравнений различных типов и основных классов задач математической физики.

### *Цели и задачи учебной дисциплины*

Цель дисциплины - обучить студентов современным численным методам решения задач математической физики, подготовить их к практической работе в области численного моделирования научных и прикладных математических задач естествознания.

Задачи изучения настоящей дисциплины:

- изучение основ численных методов, используемых при математическом моделировании физических задач;
- изучение базовых алгоритмов, применяемых для решения задач математической физики;
- изучение характеристик численных методов, используемых для решения основных классов задач математической физики.

*Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами*

Учебная дисциплина «Численные методы математической физики» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Математика», «Физика», «Основы алгоритмизации и программирования», «Объектно-ориентированное программирование».

Знания и умения, полученные студентами при изучении данной учебной дисциплины, могут быть использованы при освоении последующих учебных дисциплин: «Компьютерные системы конечноэлементных расчетов», «Основы автоматизации конструирования», а также при выполнении научно-исследовательских и дипломной работ.

### *Требования к освоению учебной дисциплины*

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- основные математические модели физических процессов;
- этапы построения и численного исследования математической модели;
- методы построения и исследования разностных схем для основных задач математической физики;
- методы решения сеточных уравнений;

#### **уметь:**

- применять численные методы для решения уравнений разных типов;

- выполнять численно аппроксимацию, интегрирование, дифференцирование функций;
- использовать сеточные методы для решения основных краевых задач математической физики;

***владеть:***

- методами компьютерного анализа математических моделей физических процессов;
- междисциплинарным подходом при решении задач;
- основными численными методами решения задач математической физики;
- программными средствами моделирования физических задач.

Освоение учебной дисциплины, согласно стандарту специальности, должно обеспечить формирование следующих компетенций:

- АК-1 – способность самостоятельной научно-исследовательской деятельности, готовность генерировать и использовать новые идеи;
- АК-2 – методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-управленческой и инновационной деятельности;
- АК-3 – способность к постоянному самообразованию;
- СЛК-1 – совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности;
- ПК-НИ-1 – осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- ПК-НИ-2 – разрабатывать методики проектирования и построения математических моделей процессов и объектов;
- ПК-ОУ-2 – находить компромисс между различными требованиями, как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании;
- ПК-И-2 – разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач;
- ПК-И-3 – воспроизводить знания для практической реализации новшеств;
- ПК-3 – работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий;
- ПК-5 – составлять отчеты и презентации по исследовательской работе;
- ПК-6 – формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы;
- ПК-22 – пользоваться глобальными информационными ресурсами.

*Общее количество часов, количество аудиторных часов, трудоемкость учебной дисциплины*

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебными планами университета по специальности, составляет 124 часа. Аудиторных часов по дневной форме получения образования – 60. Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3,5 зачетные единицы.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

	ДО	ЗО	ЗО
Курс	2	1, 2	3
Семестр	4	2, 3	5, 6
Лекции (часов)	17	4	4
Практические занятия (часов)	26	4	4
Лабораторные занятия (часов)	17	-	-
Всего аудиторных занятий (часов)	60	8	8

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

	ДО	ЗО	ЗО
Тестирование (семестр)	-	3	-
Зачет (семестр)	4	3	6

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Основы численных методов.

#### Тема 1.1. Введение в численные методы.

Этапы решения задачи на компьютере. Математические модели. Основные этапы моделирования физических процессов. Использование математического моделирования при проектировании технических систем. Численные методы. Точность вычислительного эксперимента, погрешности вычислений. Устойчивость, корректность, сходимость численных методов.

#### Тема 1.2. Численные методы решения нелинейных уравнений.

Локализация корней уравнений. Графическое решение. Методы деления отрезка пополам (метод биссекции), хорд, Ньютона (метод касательных), простой итерации. Вычисление комплексных корней. Основы численного решения систем нелинейных уравнений. Общий алгоритм численных методов решения нелинейных уравнений.

#### Тема 1.3. Задачи линейной алгебры.

Прямые (точные) методы решения систем линейных уравнений (СЛАУ). Методы Крамера, обратных матриц, Гаусса, прогонки, LU-разложения. Итерационные (приближенные) методы решения СЛАУ. Методы простой итерации, Гаусса-Зейделя.

#### Тема 1.4. Аппроксимация функций.

Постановка задачи. Точечная и непрерывная аппроксимация. Интерполирование. Канонический полином. Полиномы Лагранжа, Ньютона. Сплайны. Подбор эмпирических формул. Метод наименьших квадратов. Оценка точности аппроксимации функций. Примеры выполнения аппроксимации функций. Сглаживание результатов экспериментов.

#### Тема 1.5. Численное интегрирование и дифференцирование.

Методы численного интегрирования: прямоугольников, трапеций, парабол (Симпсона). Погрешность численного интегрирования, способы ее уменьшения. Аппроксимация производных. Конечные разности. Определение и уменьшение погрешности численного дифференцирования. Использование интерполяционных формул для численного дифференцирования.

#### Тема 1.6. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Постановка задачи. Задача Коши и краевая задача. Разностные методы и схемы. Одношаговые и многошаговые методы. Явные и неявные схемы. Численное решение задачи Коши. Методы Эйлера, Рунге-Кутты. Повышение точности результатов численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

## Раздел 2. Численные методы решения инженерных задач

Тема 2.1. Методы сеток для решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Простейшие задачи, приводящие к уравнениям математической физики. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Основы теории разностных схем. Виды шаблонов. Сходимость, аппроксимация и устойчивость разностных схем. Основы метода конечных элементов.

Тема 2.2. Численное решение уравнений математической физики.

Уравнения первого порядка. Линейное уравнение переноса. Уравнения второго порядка. Численное решение волнового уравнения, уравнения теплопроводности, уравнения Пуассона. Повышение точности, сходимость и устойчивость численных решений уравнений математической физики.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## (Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основы численных методов							
1.1.	Введение в численные методы	2						З
1.2.	Численные методы решения нелинейных уравнений	2	4		2			ЗЛР, З
1.3.	Задачи линейной алгебры	2	4		2			ЗЛР, З
1.4.	Аппроксимация функций	2	2		2			ЗЛР, З
1.5.	Численное интегрирование и дифференцирование	2	4		4			ЗЛР, З
1.6.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	2	4		3			ЗЛР, З
2.	Численные методы решения инженерных задач							
2.1.	Методы сеток для решения дифференциальных уравнений в частных производных	2	4		2			ЗЛР, З
2.2.	Численное решение уравнений математической физики	3	4		2			ЗЛР, З
	Итого:	17	26		17			

Обозначения: З – зачет; ЗЛР – защита лабораторных работ.



# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## (Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основы численных методов							
1.1.	Введение в численные методы	0,5						З
1.2.	Численные методы решения нелинейных уравнений	0,5	0,5					З, Т
1.3.	Задачи линейной алгебры	0,5	0,5					З, Т
1.4.	Аппроксимация функций	0,5	0,5					З, Т
1.5.	Численное интегрирование и дифференцирование	0,5	0,5					З, Т
1.6.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	0,5	0,5					З, Т
2.	Численные методы решения инженерных задач							
2.1.	Методы сеток для решения дифференциальных уравнений в частных производных	0,5	0,5					З, Т
2.2.	Численное решение уравнений математической физики	0,5	1					З, Т
	Итого:	4	4					

Обозначения: З – зачет; Т – тестирование (тестирование – только для студентов заочной формы получения образования, у которых зачет в 3 семестре).

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Турчак, Л.И. Основы численных методов : учебное пособие для втузов / Л. И. Турчак ; под ред. В. В. Щенникова. – Москва : Наука, 1987. – 318 с.
2. Рябенский, В.С. Введение в вычислительную математику : учебное пособие для вузов / В.С. Рябенский. – Изд. 3-е, испр. и доп. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 284 с.
3. Волков, Е.А. Численные методы: учебное пособие / Е.А. Волков. – Москва : Наука, 1982. – 256 с.

### Дополнительная литература

4. Самарский, А.А. Введение в численные методы : учебное пособие для вузов / А.А. Самарский. – Москва : Наука, 1987. – 286 с.
5. Калиткин, Н.Н. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н.Н. Калиткин; под ред. А. А. Самарского. – Москва : Наука, 1978. – 512 с.
6. Марчук, Г.И. Повышение точности решений разностных схем / Г.И. Марчук. – Москва : Наука, 1979. – 319 с.
7. Целых, А.Н. Анализ устойчивости вычислительных схем: учебное пособие по курсу «Численные методы» / А.Н. Целых, В.С. Васильев, Э.М. Котов. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Изд-во Южного федер. ун-та, 2018. – 146 с. – Режим доступа: по подписке. URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=560989](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=560989) (дата обращения: 05.12.2019). – Текст : электронный.
8. Колдаев, В.Д. Численные методы и программирование: учебное пособие / В.Д. Колдаев ; под ред. Л.Г. Гагариной. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014. – 335 с.

### Учебно-методические материалы

9. Комраков, В. В. Численные методы математической физики : электронный учебно-методический комплекс дисциплины [Электронный ресурс] / В.В. Комраков ; кафедра «Информационные технологии». – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2837>. – Дата доступа: 02.09.2019.

### Примерный перечень тем практических занятий

1. Численные методы решения нелинейных уравнений.
2. Точные и приближенные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
3. Методы аппроксимации функций.
4. Методы численного интегрирования.
5. Методы численного дифференцирования.
6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
7. Сеточные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.
8. Решение краевых задач математической физики.

### Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Разработка программ по методам решения нелинейных уравнений.
2. Разработка программ по методам решения систем линейных алгебраических уравнений.
3. Разработка программ по методам аппроксимации функций.
4. Разработка программ по методам численного интегрирования и дифференцирования.
5. Разработка программ по методам решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
6. Численное решение краевых задач математической физики конечноразностными методами.

### Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Студент согласно графику учебного процесса должен посещать все виды занятий, своевременно выполнять и защищать лабораторные работы, отвечать на теоретические вопросы при защите лабораторных работ.

### Диагностика компетенций студента

Для оценки достижений студентов рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам курса;
- письменные отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- выступление студентов с докладами на студенческих научно-практических конференциях;
- сдача зачета по дисциплине.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Компьютерные системы конечных элементов расчетов	ИТ	нет	Согласование не требуется протокол № от

Зав. кафедрой  
«Информационные технологии»

К.С. Курочка