

# СЕРТИФИКАТ

№ 02NUMMETH-0222-3

дата выдачи: 02.02.2023 г.

подтверждает, что

## Котляренко Николай Александрович

успешно освоил(а) курс

## МЕТОДЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ

5 зачетных единицы

Описание освоенного курса и достигнутых результатов обучения приведено в приложении к настоящему сертификату.

Электронная версия сертификата:

<https://open.spbstu.ru/certificate/02NUMMETH-0222-3.pdf>



проректор  
по образовательной деятельности  
Е. М. Разинкина

# Котляренко Николай Александрович

Идентификационный номер: 2709740

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
<http://www.spbstu.ru/>

КУРС: МЕТОДЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ  
<https://openedu.ru/course/spbstu/NUMMETH/>

Период освоения курса:  
с 05 сентября 2022 г. по 20 января 2023 г.

Оценка, количество часов и зачетных единиц за курс:

Зачетные единицы	Часы		Оценка		
	Общие	Акад.	100-балльная	5-балльная	Прописью
5	135	180	76	4	хорошо

Шкала соответствия системы оценивания:

Шкала оценивания		
100-балльная	5-балльная	Прописью
86-100	5	отлично
76-85	4	хорошо
66-75	3	удовлетворительно
0-65	2	неудовлетворительно

ПРОГРАММА КУРСА:

## Модуль 1. Основы численных методов. Аналитическое приближение табличных функций

Введение. Предмет вычислительной математики. Краткие исторические сведения. Особенности современных вычислительных задач. Этапы решения вычислительной задачи

### Тема 1. Элементарная теория погрешностей. Вычислительные задачи и методы

1.1. Элементарная теория погрешностей

1.2. Вычислительные задачи, их корректность и обусловленность.

Характеристики и классификация численных методов

## **Тема 2. Аналитическое приближение табличных функций.**

### **Интерполяция**

2.1. Задача приближённого вычисления функций. Задача интерполяции. Полиномиальная интерполяция, её погрешность

2.2. Многочлен Лагранжа

2.3. Схема Эйткена

2.4. Интерполяция с использованием разделённых разностей

- 2.4.1. Разделённые разности и их свойства
- 2.4.2. Интерполяционные многочлены Ньютона с разделёнными разностями

2.5. Интерполяция с использованием конечных разностей

- 2.5.1. Конечные разности и их свойства
- 2.5.2. Интерполяционные многочлены Ньютона с конечными разностями
- 2.5.3. Интерполяционные многочлены Гаусса, Стирлинга, Бесселя. Погрешность полиномиальной интерполяции с использованием разностей

### **Тема 3. Аппроксимация. Метод наименьших квадратов**

3.1. Задача аппроксимации. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Полиномиальная аппроксимация методом наименьших квадратов

3.2. Неполиномиальная аппроксимация методом наименьших квадратов

### **Тема 4. Равномерное приближение функций. Многочлены Чебышева**

4.1. Многочлены Чебышева

4.2. Равномерное приближение функций интерполяционными многочленами

### **Модуль 2. Локальная и тригонометрическая интерполяция. Численное дифференцирование**

#### **Тема 5. Сплаины**

5.1. Локальная интерполяция. Сплаины

5.2. Кубический сплайн

5.3. Квадратичные сплайны. Общие принципы построения

#### **Тема 6. Тригонометрическая интерполяция**

6.1. Преобразование и ряд Фурье

6.2. Аппроксимация и интерполяция тригонометрическими полиномами

6.3. Дискретное преобразование Фурье

6.4. Быстрое преобразование Фурье

#### **Тема 7. Численное дифференцирование**

7.1. Задача численного дифференцирования. Разностные формулы первой производной

7.2. Вторая центральная разностная производная

7.3. Обусловленность разностных формул

7.4. Разностные формулы численного дифференцирования высших порядков

### **Модуль 3. Численное интегрирование. Численные методы линейной алгебры**

#### **Тема 8. Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы**

8.1. Задача численного интегрирования. Простейшие квадратурные

формулы

8.2. Погрешность простейших квадратурных формул

### **Тема 9. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса и Гаусса**

9.1. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса

9.2. Квадратурные формулы Гаусса

### **Тема 10. Численные методы решения систем линейных уравнений**

10.1. Задача численного решения систем линейных уравнений.

Нормы векторов и матриц. Обусловленность задачи, характеристики приближённого решения

10.2. Точные методы решения систем линейных уравнений

- 10.2.1. Метод Гаусса

- 10.2.2. Метод прогонки

10.3. Итерационные методы решения систем линейных уравнений

- 10.3.1. Метод простой итерации

- 10.3.2. Метод Якоби

- 10.3.3. Метод Зейделя

### **Тема 11. Численное решение проблемы собственных значений**

11.1. Проблема собственных значений. Локализация собственных чисел

11.2. Методы решения частичной проблемы собственных значений

- 11.2.1. Степенной метод

- 11.2.2. Метод исчерпывания

- 11.2.3. Нахождение наименьшего по модулю собственного числа матрицы

11.3. Метод вращений Якоби решения симметричной полной проблемы собственных значений

### **Модуль 4. Численное решение нелинейных уравнений и систем.**

#### **Методы решения дифференциальных уравнений и систем**

### **Тема 12. Методы решения нелинейных уравнений**

12.1. Задача численного решения нелинейных уравнений. Локализация корней

12.2. Метод половинного деления

12.3. Метод простой итерации

12.4. Метод хорд

12.5. Метод Ньютона

### **Тема 13. Решение систем нелинейных уравнений**

13.1. Задача численного решения нелинейных систем. Локализация решений

13.2. Метод Ньютона и упрощённый метод Ньютона

13.4. Метод простой итерации

### **Тема 14. Методы решения дифференциальных уравнений и систем**

14.1. Численное решение задачи Коши. Дискретизация задачи

14.1. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

- 14.1.2. Метод Эйлера и его модификации

- 14.1.3. Методы Рунге-Кутты. Правило Рунге оценки погрешности

14.2. Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

14.3. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений высших порядков

## **Тема 15. Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений**

15.1. Двухточечная краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Дискретизация задачи

15.2. Метод конечных разностей

15.3. Метод конечных разностей для нелинейного дифференциального уравнения второго порядка

15.4. Аналитические методы:

- 15.4.1. Метод Галёркина
- 15.4.2. Метод коллокации

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ:**

#### **знания**

- математических основ численных методов;
- классификации численных методов;
- понятий корректности и обусловленности вычислительных задач;
- основных теорем о погрешностях, интерполяции, равномерном приближении функций;
- основных теорем о сходимости итерационных методов, условиях применимости точных методов;

#### **умения**

- применять методы вычислений для решения типичных задач профессиональной области с доведением решения до практически приемлемого результата с использованием прикладного программного обеспечения;
- ориентироваться в математическом аппарате профессиональной области, построить математическую модель исследуемого объекта (явления);
- представить математическую информацию специалистам и неспециалистам, составлять результаты математических расчётов с использованием прикладного программного обеспечения;
- осваивать новые математические модели и численные методы, используемые в профессиональной области;

#### **навыки**

- правильной математической формулировки вычислительной задачи, анализа её свойств, выбора с обоснованием оптимального численного метода решения, анализа свойств алгоритма;
- реализации численных алгоритмов решения вычислительных задач, доведения решения до числового результата, анализа полученного решения;
- применения средств автоматизации математических расчётов для решения вычислительных инженерных задач,

### **НАПРАВЛЕННЫЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ:**

- знания особенностей этапов математического моделирования объектов, описываемых дифференциальными, разностными и алгебраическими уравнениями, а также методов и алгоритмов исследования этих моделей с учетом их возможной реализации



на ЭВМ;

- знания основных понятий, методов и приёмов решения задач аппроксимации функций, численного интегрирования и дифференцирования, линейной алгебры, решения нелинейных уравнений и систем, дифференциальных уравнений;
- умение выбрать метод решения поставленной задачи, реализовать его в виде схемы алгоритма и программы, интерпретировать результаты моделирования и оценить их погрешность в типичных задачах профессиональной области с доведением решения до практического результата;
- способность реализовать метод решения задачи в виде схемы алгоритма и программы на одном из алгоритмических языков, пользоваться стандартным математическим программным обеспечением,

### СООТВЕТСТВУЮЩИХ ФГОС ВО СЛЕДУЮЩИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ:

- 02.03.03, 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
- 09.03.03, 09.04.03 Прикладная информатика

### СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ (100-БАЛЛЬНАЯ)

№	Наименование оценивающего мероприятия	Набранный балл	Максимальный балл	Коэффициент
1	Текущий контрольный тест	70	100	0,45
2	Лабораторная работа	70	100	0,18
3	Промежуточный тест	83	100	0,16
4	Итоговый тест	88	100	0,21
5	Итоговая оценка	76	100	1

Приложение к сертификату №  
02ИИММЕТН-0222-3  
дата выдачи: 02.02.2023 г.



проректор  
по образовательной деятельности  
Е. М. Разинкина