

Минобрнауки России
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кургалин Сергей Дмитриевич

Кафедра цифровых технологий

28.02.2022



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.21 Методы вычислений

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

10.03.01 Информационная безопасность

2. Профиль подготовки/специализация:

Безопасность компьютерных систем

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра цифровых технологий

6. Составители программы:

Крыловецкий Александр Абрамович, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: протокол НМС ФКН №3 от 25.02.2022

8. Учебный год:

2023-2024

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: освоение основных методов приближенного решения математических задач.

Задачи:

- изучение принципов основных методов приближенного решения;
- алгоритмизации и реализации на ЭВМ базовых методов вычислений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к базовой части блока Б1. Для успешного освоения необходимо предварительное изучение следующих дисциплин: математический анализ, дифференциальные уравнения.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) и индикаторами их достижения:

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-3.44 знает методы и алгоритмы вычислительной математики;	знает основные методы и алгоритмы вычислительной математики для численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений, интерполяции и приближения функций, численного интегрирования, методы решения систем линейных алгебраических уравнений
ОПК-3 Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-3.45 Умеет применять методы и алгоритмы вычислительной математики для решения задач профессиональной области;	умеет применять основные методы и алгоритмы вычислительной математики для решения задач профессиональной области

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

3/108

Форма промежуточной аттестации:

Зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 4	Всего
Аудиторные занятия	50	50
Лекционные занятия	16	16
Практические занятия		0
Лабораторные занятия	34	34
Самостоятельная работа	58	58
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль		0
Всего	108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1.	Лекции		

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1.1	Разностные уравнения	Сеточные функции. Разностные уравнения. Решение краевых задач для уравнений второго порядка. Разностные уравнения как операторные уравнения.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213
1.2	Интерполяция и численное интегрирование	Интерполяция и приближение функций. Численное интегрирование.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213
1.3	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	Системы линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Итерационные методы. Вариационно-итерационные методы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213
1.4	Разностные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Основные понятия теории разностных схем. Однородные трехточечные разностные схемы. Консервативные разностные схемы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213
1.5	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	Методы Рунге-Кутты. Многошаговые методы. Методы Адамса. Аппроксимация задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Устойчивость двухслойной схемы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213
2. Лабораторные занятия			
2.1	Разностные уравнения	Сеточные функции. Разностные уравнения. Решение краевых задач для уравнений второго порядка. Разностные уравнения как операторные уравнения.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213
2.2	Интерполяция и численное интегрирование	Интерполяция и приближение функций. Численное интегрирование.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
2.3	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	Системы линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Итерационные методы. Вариационно-итерационные методы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213
2.4	Разностные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Основные понятия теории разностных схем. Однородные трехточечные разностные схемы. Консервативные разностные схемы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213
2.5	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	Методы Рунге-Кутты. Многошаговые методы. Методы Адамса. Аппроксимация задачи Коши для системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Устойчивость двухслойной схемы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2213

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Практические					
2	Разностные уравнения	2		4	12	18
3	Интерполяция и численное интегрирование	2		6	12	20
4	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	4		8	12	24
5	Разностные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	4		8	12	24

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
6	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	4		8	10	22
		16	0	34	58	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- контрольные задания для закрепления теоретического материала;
- электронные версии учебников и методических указаний для выполнения практических работ.

Форма организации самостоятельной работы: подготовка к аудиторным занятиям; выполнение домашних заданий; выполнение контрольных работ.

Форма организации самостоятельной работы: подготовка к аудиторным занятиям; выполнение домашних заданий; выполнение контрольных работ.

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из выполнения практических и лабораторных заданий в объёме, предусмотренном учебным планом.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов практических (лабораторных) занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Большее количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Источник
1	Гильмутдинов, Р. Ф. Численные методы : учебное пособие / Р. Ф. Гильмутдинов, К. Р. Хабибуллина. — Казань : Издательство КНИТУ, 2018 . — 92 с. — <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500887 >.
2	Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Копченова Н. В., Марон И. А. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017 .— 368 с. — <URL: https://e.lanbook.com/book/96854 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебное пособие для студ. физ.-мат. специальностей вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 6-е изд. — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. — 636 с.
2	Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 400 с. — <URL: http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=537 >.
3	Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 665 с. — <URL: http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=2025 >.
4	Введение в методы вычислений: конспект лекций и примеры программ : учебное пособие для вузов / А. А. Крыловецкий, Т. А. Крыловецкая, А. В. Атанов, И. С. Черников. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. — 90 с.
5	Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 448 с. — <URL: http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=65043 >.
6	Самарский, А. А. Численные методы математической физики : [Учебное пособие] / А. А. Самарский, А. В. Гулин. — М. : Научный мир, 2000. — 315 с.
7	Самарский, А. А. Введение в численные методы : учебное пособие для вузов / А. А. Самарский ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. — Изд. 3-е, стер. — СПб. : Лань, 2005. — 288 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Электронный университет ВГУ https://edu.vsu.ru

№ п/п	Источник
2	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/
3	«Университетская библиотека online» https://biblioclub.ru/
4	«Консультант студента» http://www.studmedlib.ru/
5	«РУКОНТ» (ИТС Контекстум) https://lib.rucont.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	<i>Гильмутдинов, Р. Ф. Численные методы : учебное пособие / Р. Ф. Гильмутдинов, К. Р. Хабибуллина. — Казань : Издательство КНИТУ, 2018 . — 92 с. — <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500887>.</i>
2	<i>Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Копченова Н. В., Марон И. А. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017 . — 368 с. — <URL:https://e.lanbook.com/book/96854>.</i>
3	<i>Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебное пособие для студ. физ.-мат. специальностей вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 6-е изд. — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. — 636 с.</i>

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий в дистанционном режиме обучения используются технические и информационные ресурсы Образовательного портала "Электронный университет ВГУ (<https://edu.vsu.ru>), базирующегося на системе дистанционного обучения Moodle, развернутой в университете, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория; компьютерный класс с необходимым программным обеспечением; специализированная мебель: доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве.

ОС Windows v.7, 8, 10, набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Разделы 1-5. Разностные уравнения. Интерполяция и численное интегрирование. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Разностные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	ОПК-3	ОПК-3.44	Письменный опрос, лабораторные работы
2	Разделы 1-5. Разностные уравнения. Интерполяция и численное интегрирование. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Разностные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	ОПК-3	ОПК-3.45	Письменный опрос, лабораторные работы

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Комплект КИМ

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание основных понятий методов вычислений и его методов, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов решения практических задач;
- 2) знание постановки классических задач;
- 3) знание методов формулировки и доказательства математических утверждений;
- 4) умение применять методы методов вычислений для решения задач профессиональной деятельности;
- 5) умение применять аппарат методов вычислений для доказательства утверждений и теорем;
- 6) владение навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов для решения практических задач решения различных задач;
- 7) владение навыками использования методов решения классических задач методов вычислений для решения различных естественнонаучных задач.

20.2 Промежуточная аттестация

Перечень вопросов для проведения письменного опроса

по дисциплине Методы вычислений

Раздел 1. Точность вычислительного эксперимента.

Числа с плавающей точкой.

Вычислительные погрешности.

Раздел 2. Численное решение нелинейных уравнений.

1. Постановка задачи численного решения нелинейных уравнений.
2. Метод деления отрезка пополам.
3. Метод хорд.
4. Метод Ньютона.

Раздел 3. Аппроксимация функций.

Постановка задачи аппроксимации функций.

Кусочно-линейная интерполяция.

Многочлен Лагранжа.

Многочлен Ньютона.

Сплаины.

Точность интерполяции.

Раздел 4. Численное интегрирование.

Постановка задачи численного интегрирования.

Метод прямоугольников.

Метод трапеций.

Метод Симпсона.

Метод Гаусса.

Точность численного интегрирования.

Особые случаи численного интегрирования.

Кратные интегралы.

Раздел 5. Решение систем линейных уравнений.

Основные понятия.

Методы решения линейных систем.

Формулы Крамера.

Метод Гаусса.

Метод прогонки.

Метод простой итерации.

Метод Гаусса-Зейделя.

Задачи на собственные значения.

Раздел 6. Обыкновенные дифференциальные уравнения.

Метод Эйлера.

Метод Эйлера с пересчетом.

Методы Рунге-Кутты.

Метод Адамса..

19.3.2 Перечень практических заданий

Комплект заданий для контрольной работы

по дисциплине Методы вычислений

Лабораторная работа № 1

Вариант 1.

Найти и исправить ошибки, а также заполнить пропуски в алгоритме метода деления отрезка пополам, представленного в форме псевдо-кода:

```
// метод деления отрезка пополам
```

```
double f(double x) // f(x)
```

```
{
```

```
return exp(1/x)-5;
```

```
}
```

```
double dihotomia()
```

```
{
```

```
double a = 0;
```

```
double b = ____;
```

```
double E = 0.0001;
```

```
double m;
```

```
While (abs(a+b)>E) do
```

```
{
```

```
m = (a-b)/2;
```

```
if (f(a)*f(c)<0)
```

```
b = c;
```

```
else
```

```
a = c;
```

```
}
```

```
return (a-b)/2;  
}
```

Вариант 2.

Найти и исправить ошибки, а также заполнить пропуски в алгоритме метода хорд, представленного в форме псевдо-кода:

```
// метод хорд  
double f(double x) // f(x)  
{  
return ln(x) + sin(x);  
}  
  
double hord()  
{  
double x1, x2;  
double a = 0;  
double b = ____;  
double E = 0.0001;  
  
x2 = a-(b-a)/f(a)*(f(b)-f(a));  
  
do  
{  
x2 = x1;  
if (f(x1)*f(b)>0)  
a = x1;  
else  
b = x1;  
x2 = a-(b-a)/f(a)*(f(b)-f(a));  
} while (abs(x1 - x2) < E);  
  
return x2;  
}
```

Вариант 3.

Найти и исправить ошибки, а также заполнить пропуски в алгоритме метода Ньютона (касательных), представленного в форме псевдо-кода:

```
// метод Ньютона
```

```
double f(double x) // f(x)
{
return ln(x) + 3*sin(x) - 3;
}
```

```
double f1(double x) // первая производная f(x)
{
return _____;
}
```

```
double f2(double x) // вторая производная f(x)
{
return _____;
}
```

```
double newton()
{
double x1, x2;
double a = 2;
double b = ____;
double E = 0.0001;
```

```
if (f(a)*f2(a) < 0)
x1 = a;
else
x1 = b;
```

```
do
{
x1 = x2;
x2 = x1 - f(x1)/f1(x1);
} while ((x1 - x2) > E);
```

```
return x1;
}
```

Лабораторная работа № 2

Вариант 1.

Найти и исправить ошибки, а также заполнить пропуски в алгоритмах методов, представленных в

форме псевдо-кода:

```
// кусочно-линейная интерполяция
double lin(double *x, double *y, int n, double z)
// n - количество узлов интерполяции
// z - точка, в которой ищем значение интерполирующей функции
{
int i = 0;
While (z < x[i]) do
{
i++;
}

double a = (y[i+1]-y[i])/(x[i+1]-x[i]);
double b = y[i]-a*x[i];

return a*x + b;
}
```

```
// метод Симпсона
float f(float x);

float Simpson(float a, float b, float h)
{
float S = 0;
for (float x=a; x<b-h; x+=2*h)
S = 4*f(x)+2*f(x+h);
return (h/3)*S;
}
```

Вариант 2.

Найти и исправить ошибки, а также заполнить пропуски в алгоритмах методов, представленных в форме псевдо-кода:

```
// интерполяция многочленом Ньютона
float delta(int k,int i)
{
if (k=0)
return (y[i+1]-y[i]);
else
```

```
return (delta(k-1,i+1)-delta(k-1,i));
}
```

```
float N(float *x, float *y, int n, float h, float c)
// n - количество узлов интерполяции
// c - точка, в которой ищем значение интерполирующей функции
{
N=y[0];
float m = 0;
float z = 0;
for(int k=1; k<n; k++)
{
m *= c-x[k];
z *= (k+1)*h;
N += delta(k,0)*m/z;
}
return N;
}
```

```
// метод прямоугольников
float f(float x);
```

```
float Rect(float a, float b, float h)
{
float S = 1;
for (float x=a+h; x<=b; x+=h)
S += f(x+h/2);
return S;
}
```

Вариант 3.

Найти и исправить ошибки, а также заполнить пропуски в алгоритмах методов, представленных в форме псевдо-кода:

```
// интерполяция многочленом Ньютона
float delta(int k,int i)
{
if (k=1)
return (y[i]-y[i-1]);
else
```

```
return (delta(k-1,i)-delta(k-1,i-1));  
}
```

```
float N(float *x, float *y, int n, float h, float c)  
// n - количество узлов интерполяции  
// c - точка, в которой ищем значение интерполирующей функции  
{  
N=y[1];  
float m = 1;  
float z = 1;  
for(int k=1; k<=n; k++)  
{  
m = c-x[k-1];  
z = k*h;  
N += delta(k-1,0)*m/z;  
}  
return N;  
}
```

```
// метод трапеций  
float f(float x);
```

```
float Trap(float a, float b, float h)  
{  
float S = a;  
for (float x=a; x<b; x+=h)  
S += f(x);  
return S+h*(f(a)+f(b));  
}
```

Перечень вопросов к зачету

по дисциплине Методы вычислений

Числа с плавающей точкой.

Вычислительные погрешности.

Постановка задачи численного решения нелинейных уравнений.

Метод деления отрезка пополам.

Метод хорд.

Метод Ньютона.

Постановка задачи аппроксимации функций.

Кусочно-линейная интерполяция.

Многочлен Лагранжа.

Многочлен Ньютона.

Сплайны.

Точность интерполяции.

Постановка задачи численного интегрирования.

Метод прямоугольников.

Метод трапеций.

Метод Симпсона.

Метод Гаусса.

Точность численного интегрирования.

Особые случаи численного интегрирования.

Кратные интегралы.

Методы решения линейных систем.

Формулы Крамера.

Метод Гаусса.

Метод прогонки.

Метод простой итерации.

Метод Гаусса-Зейделя.

Задачи на собственные значения.

Метод Эйлера.

Метод Эйлера с пересчетом.

Методы Рунге-Кутты.

Метод Адамса.

Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ

заведующий кафедрой цифровых технологий

_____ С.Д. Кургалин

__._.2021

Направление подготовки / специальность 10.03.01 Информационная безопасность

Дисциплина Б1.О.21 Методы вычислений

Форма обучения Очное

Вид контроля Зачет

Вид аттестации Промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Многочлен Ньютона.
2. Метод прогонки.

Преподаватель _____ А.А. Крыловецкий

Критерии оценки

Удовлетворительное владение теоретическим материалом при ответе на контрольно-измерительный материал **Зачтено**

Неудовлетворительное владение теоретическим материалом при ответе на контрольно-измерительный материал **Не зачтено**