

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.16 Методы вычислений

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.03.04 Программная инженерия

2. Профиль подготовки/специализация: Информационные системы и сетевые технологии

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра цифровых технологий

6. Составители программы:

Крыловецкий Александр Абрамович, к. ф.-м. н., доцент

7. Рекомендована: протокол НМС №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:

Учебная дисциплина относится к обязательной части блока Б1. Для успешного освоения необходимо предварительное изучение следующих дисциплин : математический анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики.

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

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
----------------------------	---------------------------------------	------------------------

<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.</p>	<p>Знать: основные методы вычислений, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов решения практических задач.</p>
<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.</p>	<p>Уметь: применять методы вычислений для решения практических задач.</p>
<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.3 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>Владеть: навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов для решения практических задач.</p>
<p>ПКВ-21 Способен обрабатывать, анализировать и оформлять результаты исследований и разработок под руководством специалиста более высокой квалификации</p>	<p>ПКВ-21.1 Обрабатывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик).</p>	<p>Знать: основные методы вычислений, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов решения практических задач. Уметь: применять методы вычислений для решения практических задач.</p>
<p>Код и название компетенции</p>	<p>Код и название индикатора компетенции</p>	<p>Знания, умения, навыки</p>

ПКВ-21 Способен обрабатывать, анализировать и оформлять результаты исследований и разработок под руководством специалиста более высокой квалификации	ПКВ-21.2 Применяет при обработке данных стандартное и оригинальное программное обеспечение.	Владеть: навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов для решения практических задач.
--	---	--

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

2/72

Форма промежуточной аттестации:

Зачет

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 4	Всего
Аудиторные занятия	48	48
Лекционные занятия	16	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа	24	24
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль		0
Всего	72	72

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
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=4523 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4015
2	Интерполяция и численное интегрирование	Интерполяция и приближение функций. Численное интегрирование.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4523 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4015
п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК

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=4523 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4015
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=4523 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4015
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=4523 , https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4015

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

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

5	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	4	4	4	6	18
		16	16	16	24	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ 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	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 >
3	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 >

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором; 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	ОПК-1	ОПК-1.1	Контрольная работа
2	Разделы 1-5	ОПК-1	ОПК-1.2	Контрольная работа
3	Разделы 1-5	ОПК-1	ОПК-1.3	Контрольная работа
4	Разделы 1-5	ПКВ-21	ПКВ-21.1	Контрольная работа
№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
5	Разделы 1-5	ПКВ-21	ПКВ-21.2	Контрольная работа

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

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольная работа.

Примеры заданий для контрольных работ:

Контрольная 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;  
}
```

Контрольная 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 псевдокода:

// 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 псевдокода:

```
// 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));
```

```
}
```

Описание технологии проведения: обучающемуся случайным образом дается вариант контрольной работы. На письменное выполнение заданий предоставляется 2 академических часа.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания): за полное правильное выполнение варианта выставляется 50 баллов. Оценка снижается, если в процессе выполнения задания были допущены ошибки и неточности. Оценка 0 баллов ставится либо за полностью невыполненное задание, либо при наличии грубых ошибок.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: комплект КИМ.

Перечень вопросов к зачету:

Раздел 1. Точность вычислительного эксперимента.

Числа с плавающей точкой.

Вычислительные погрешности.

Раздел 2. Численное решение нелинейных уравнений.

Задачи численного решения нелинейных уравнений.

Метод деления отрезка пополам.

Метод хорд.

Метод Ньютона.

Раздел 3. Аппроксимация функций.

Постановка задачи аппроксимации функций.

Кусочно-линейная интерполяция.

Многочлен Лагранжа.

Многочлен Ньютона.

Сплайны.

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.

Примеры типовых контрольно-измерительных материалов:

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Метод Симпсона.
2. Метод Эйлера.

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Многочлен Ньютона.
2. Метод прогонки.

Описание технологии проведения. Обучающемуся случайным образом дается КИМ, содержащий 2 вопроса из перечня выше. На выполнение заданий предоставляется 2 академических часа.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания).

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание основных понятий вычислительной математики и ее методов, которые используются для построения моделей и конструирования алгоритмов решения практических задач;
- 2) знание постановки классических задач;
- 3) умение применять методы вычислений для решения задач профессиональной деятельности;
- 4) владение навыками квалифицированного выбора и адаптации существующих методов вычислений для решения практических задач.

Критерии оценок:

Оценка	Критерии
Зачтено	Оценка за каждую текущую аттестацию не ниже 25 баллов, удовлетворительное владение теоретическим материалом при ответе на контрольно-измерительный материал.
Незачтено	Оценка хотя бы за одну текущую аттестацию ниже 25 баллов или обучающийся демонстрирует неудовлетворительное владение теоретическим материалом при ответе на контрольноизмерительный материал.