

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета

Л.Р. Фионова

« 03 » 07 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.33 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Направление подготовки 01.03.04 «Прикладная математика»
Направленность (профиль подготовки) «Математическое моделирование в экономике и технике»
Квалификация выпускника – бакалавр
Форма обучения – очная

Пенза, 2019

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Численные методы» являются

- изучение теоретических основ численных методов;
- освоение методов решения основных классов вычислительных задач;
- получение практических навыков программирования вычислительных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Численные методы» в учебном плане находится в обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки «Прикладная математика».

Изучение дисциплины базируется на знаниях студентами таких дисциплин как: «Алгоритмы и алгоритмические языки», «Дополнительные главы алгебры» и практик: «Учебная практика (научно-исследовательская работа)», «Производственная практика (технологическая)».

Дисциплина служит основой для дальнейшего изучения таких дисциплин как: «Оптимальные алгоритмы в численном анализе и приложениях», «Теория управления» и практик: «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», «Производственная практика (преддипломная)».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Численные методы»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
1	2	3	
ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для	ОПК-2.1. Имеет представление об основных существующих математических методах, моделях и системах	Знать: основные численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений; нелинейных

<p>решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем</p>	<p>программирования в современных естественности, технике, экономике и управлении</p>	<p>уравнений и систем уравнений, основные принципы построения квадратурных формул, основные методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений; уметь применять численные методы к решению стандартных вычислительных задач; владеть практическими навыками программирования численных алгоритмов на ЭВМ</p>
	<p>ОПК-2.2. Анализирует и выбирает релевантные подходы к адаптации математических методов, систем программирования, разработке новых математических моделей в естественности, технике, экономике и управлении</p>	
	<p>ОПК-2.3. Разрабатывает и программно реализует математические модели и численные методы, осуществляет проверку адекватности моделей, анализ результатов, оценку надежности и качества функционирования систем</p>	

4. Структура и содержание дисциплины «Численные методы»

4.1. Структура дисциплины «Численные методы»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)	
				Контактная работа				Самостоятельная работа		Собеседование	Контроль выполнения домашнего задания
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям		
1.	Раздел 1. Методы численного решения алгебраических уравнений и систем уравнений.	5	1-5	10	5	5		21	21	5	
1.1.	Тема 1.1. Причины возникновения погрешности. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Метод Гаусса с прямым и обратным ходом.	5	1-2	4	2	2		8	8	5	
1.2.	Тема 1.2. Численные методы решения систем линейных алгебраических	5	3	2	1	1		4	4	5	

	уравнений. Метод последовательных приближений.										
1.3.	Тема 1.3. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений и систем нелинейных уравнений.	5	4-5	4	2	2		9	9	5	
2.	Раздел 2. Приближенное вычисление определенных интегралов.	5	6-8	6	3	3		12	12	9	
2.1.	Тема 2.1. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	5	6-7	4	2	2		8	8	9	
2.2.	Тема 2.2. Квадратурные формулы Гаусса и Чебышева.	5	8	2	1	1		4	4	9	
3.	Раздел 3. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных ДУ.	5	9-16	18	9	9		39.05	39.05	16	
3.1.	Тема 3.1. Основные понятия теории разностных схем.	5	9	2	1	1		4	4	16	
3.2.	Тема 3.2. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты.	5	10-11	4	2	2		9	9	16	
3.3.	Тема 3.3. Метод Адамса	5	12-13	4	2	2		8	8	16	
3.4.	Тема 3.4. Метод неопределенных коэффициентов для построения конечно-разностных методов.	5	14-15	4	2	2		8	8	16	
3.5.	Тема 3.5. Решение разностных краевых задач методом прогонки.	5	16	2	1	1		4	4	16	
	Итоговое повторение	5	17	2	1	1		6.05	6.05	17	
	<i>Другие виды контактной работы</i>			1.95				1.95			
	Общая трудоемкость, в часах			35.95	17	17		1.95	72.05	72.05	Промежуточная аттестация
											Форма
											Семестр
											Зачет
											5

4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Методы численного решения алгебраических уравнений и систем уравнений.	Предмет вычислительной математики. Вычислительный эксперимент. Погрешность и причины ее возникновения. Метод Гаусса решения СЛАУ. Метод последовательных приближений решения СЛАУ, необходимые и достаточные условия его сходимости. Подготовка системы к виду, удобному для итераций. Метод Ньютона, метод хорд решения алгебраических уравнений. Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона. Модифицированный метод Ньютона. Метод последовательных приближений.
2.	Приближенное вычисление определенных интегралов.	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса: формула трапеций, формула Симпсона, формула Ньютона. Квадратурные формулы наивысшей степени точности. Формулы Гаусса и Чебышева.
3.	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных ДУ.	Основные понятия теории разностных схем. Принципы построения разностных схем. Понятия аппроксимации, устойчивости и сходимости разностных схем. Разложение решения в ряд Тейлора. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Оценки погрешности одношаговых методов. Метод Адамса. Метод неопределенных коэффициентов для построения конечно-разностных методов. Решение разностных краевых задач методом прогонки.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Численные методы» предполагается использовать структурно-логические и интеграционные образовательные технологии, реализуемые посредством:

- лекций в виде вводных, текущих, обзорных и заключительно-обобщающих занятий;
- лабораторных работ и их защиты в виде собеседования;
- организации самостоятельной работы на основе лично-дифференцированного подхода планирования задания в виде воспроизводящей и частично-поисковой работ.
- организации текущего контроля знаний студентов методами: выполнения

домашних заданий, оценки активности на практических занятиях и рейтинговой системы общей оценки знаний студентов.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 30% занятий.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

При организации самостоятельной работы студентов и, при необходимости, при проведении аудиторных занятий используются /могут быть использованы дистанционные образовательные технологии.

Другие виды контактной работы: проведение консультаций, прием зачетов.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-2	Тема 1.1. Причины возникновения погрешности. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Метод Гаусса с прямым и обратным ходом.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 1.1. Решить задание №1	П.7. а) 1, 3, 6	8
3	Тема 1.2. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод последовательных приближений.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 1.2. Решить задание №2,	П.7. а) 1, 2, 3, 5, 6, 7	4
4-5	Тема 1.3. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений и систем нелинейных уравнений.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач, выполнение лабораторной	Подробно изучить тему 1.3. Решить задание №3, Выполнить типовое задание к	П.7. а) 1, 2, 3, 5, 6, 7	9

		работы №1	лабораторной работе №1		
6-7	Тема 2.1. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач, выполнение лабораторной работы №2	Подробно изучить тему 2.1. Решить задание №4, выполнить типовое задание к лабораторной работе №2	П.7. а) 1, 2, 3, 6, 7,	8
8	Тема 2.2. Квадратурные формулы Гаусса и Чебышева.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 2.2. Решить задание №5,	П.7. а) 1, 2, 3, 6	4
9	Тема 3.1. Основные понятия теории разностных схем.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 3.1.	П.7. а) 1, 2, 3, 6	4
10-11	Тема 3.2. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач, выполнение лабораторной работы №3	Подробно изучить тему 3.2. Решить задание №6, выполнить типовое задание к лабораторной работе №3	П.7. а) 1, 3, 5, 6, 7	9
12-13	Тема 3.3. Метод Адамса	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 3.3. Решить задание №7	П.7. а) 1, 3, 4, 5, 6, 7	8
14-15	Тема 3.4. Метод неопределенных коэффициентов для построения конечно-разностных методов.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы,	Подробно изучить тему 3.4. Решить задание №8	П.7. а) 1, 3, 5, 6, 7	8

		решение задач			
16	Тема 3.5. Решение разностных краевых задач методом прогонки.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Подробно изучить тему 3.5. Решить задание №9	П.7. а) 2, 3, 5	4
17	Итоговое повторение	Повторение всех тем	Повторение всех тем	П.7. а) 1-7	6.05

Задание №1

Следующую систему решить методом Гаусса

$$\begin{cases} 2x - 3y + z = 3 \\ x + 4y + 2z = 3. \\ x - 4y = 1 \end{cases} \quad \begin{cases} 3x - 5y + z = -1 \\ -x - y + 7z = 5. \\ x - 2y = -1 \end{cases} \quad \begin{cases} 2x - 3y + z = 3 \\ x + 4y + 2z = 3. \\ x - 4y = 1 \end{cases} \quad \begin{cases} 2x - 2y + 7z = 7 \\ x - 5y + z = -3 \\ 8x - 11y + z = -2 \end{cases} .$$

Задание №2

Привести систему к виду, удобному для итераций. Решить систему методом последовательных приближений с точностью до 10^{-2} . (Погрешность оценивать либо по вектору невязки, либо по модулю разности между двумя соседними итерациями.)

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 + x_4 = 3 \\ x_1 - 2x_2 - 5x_3 + x_4 = 2 \\ 5x_1 - 3x_2 + x_3 - 4x_4 = 1 \\ 10x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 = -4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 11x_3 + 5x_4 = 2, \\ x_1 + x_2 + 5x_3 + 2x_4 = 1, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 = -3, \\ x_1 + x_2 + 3x_3 + 4x_4 = -3. \end{cases}$$

Задание №3

1. Найти приближенное положительное значение корня уравнения $x^4 - 2x - 4 = 0$ методом Ньютона с точностью до 10^{-2} .
2. Найти приближенное положительное значение корня уравнения $x^3 - x^2 - 11 = 0$ методом половинного деления с точностью до 10^{-2} .
3. Найти приближенное положительное значение корня уравнения $x^4 + 3x - 20 = 0$ методом хорд с точностью до 10^{-2} .
4. Методом Ньютона приближенно найти положительное решение

системы уравнений

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = 1 \\ 2x^2 + y^2 - 4z = 0 \\ 3x^2 - 4y + z^2 = 0 \end{cases}$$

исходя из начального приближения $x_0 = y_0 = z_0 = 0.5$.

Задание №4

1. Вычислить приближенное значение интеграла по формуле трапеций, приняв $n=10$. Оценить значение теоретической погрешности. Сравнить с точным значением интеграла. Вычисления проводить, сохраняя три знака после запятой.

$$\int_1^2 \sqrt{x} dx, \quad \int_1^2 \frac{dx}{x}.$$

2. Вычислить приближенное значение интеграла по формуле Симпсона, приняв $n=8$. Оценить значение теоретической погрешности. Сравнить с точным значением интеграла. Вычисления проводить, сохраняя шесть знаков после запятой.

$$\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}, \quad \int_2^3 \frac{\ln x dx}{x}.$$

3. Вычислить приближенно по формуле Ньютона $\int_0^1 \sqrt{1+x^2} dx$, приняв $n=10$. Оценить значение теоретической погрешности. Сравнить с точным значением интеграла. Вычисления проводить, сохраняя три знака после запятой.

Задание №5

1. Вычислить приближенное значение интеграла по формуле Чебышева, приняв $n=7$. Сравнить с точным значением интеграла. Вычисления проводить, сохраняя три знака после запятой.

$$\int_1^2 \sqrt{x} dx, \quad \int_1^2 \frac{dx}{x}.$$

2. Вычислить приближенное значение интеграла по формуле Гаусса, приняв $n=7$. Сравнить с точным значением интеграла. Вычисления проводить, сохраняя шесть знаков после запятой.

$$\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}, \quad \int_2^3 \frac{\ln x dx}{x}.$$

Задание №6

1. Используя метод Эйлера, найти значения функции y , определяемой дифференциальным уравнением $y' = 1 + x + y^2$ при начальном условии $y(0)=1$; шаг $h=0.1$. ограничиться отысканием первых трех значений y .

2. Используя метод Эйлера, найти значения функции y , определяемой дифференциальным уравнением $y' = y^2 + \frac{y}{x}$ при начальном условии $y(2)=4$; шаг $h=0.1$. ограничиться отысканием первых четырех значений y .

3. Используя методы Рунге-Кутты, найти значения функции y , определяемой дифференциальным уравнением $y' = x^2 + y^3$ при начальном условии $y(0)=1$; шаг $h=0.1$, ограничиться отысканием первых четырех значений y .

Задание №7 Методом Адамса проинтегрировать уравнение $x^2 y' - xy = 1$ при начальном условии $y(1)=0$ в промежутке $[1,2]$, шаг $h=0.2$.

Задание №8 Методом неопределенных коэффициентов построить разностную схему 3-го порядка точности для задачи Коши для дифференциального уравнения первого порядка.

Задание №9

Решить дифференциальное уравнение методом разностной прогонки

$$-\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{du}{dx} + qu = f(x), \quad u(0) = u(1) = 0. \quad f(x) = x, \quad q(x) = 1 \quad \text{в промежутке } [0,1].$$

Типовое задание к лабораторной работе №1

Решить систему нелинейных алгебраических уравнений методом

Ньютона.

1. Изучить теоретическую часть.
2. Найти начальное приближение, для чего построить графики заданных функций. Выбрать один из корней и использовать это начальное приближение для дальнейшего уточнения,
3. Составить программу решения нелинейной системы методом Ньютона.
4. Определить корень с точностью $\varepsilon_1 = 0,00001$ и $\varepsilon_2 = 0,0000000001$. Выдать на экран соответствующее число итераций.
5. Проанализировать результаты. Сделать выводы о точности и скорости сходимости метода.

Типовое задание к лабораторной работе №2

1. Вычислить приближенное значение интеграла $\int_a^b f(x)dx$ с помощью квадратурных формул трапеций, Симпсона, Ньютона, Гаусса и Чебышева.

2. При построении квадратурной формулы Чебышева отрезок $[a, b]$ разделить на m равных промежутков $[z_i, z_{i+1}]$, $i = 0, \dots, m-1$, в качестве узлов t_i взять точки из таблицы 1 при $n = 7$, и на каждом из промежутков реализовать квадратурную формулу при $a = z_i$, $b = z_{i+1}$.

3. Узлы t_i квадратурной формулы Гаусса определить как нули многочлена Лежандра $P_n(x) = \frac{1}{2^n n!} \frac{d^n}{dx^n} [(x^2 - 1)^n]$ при $n = 7$. Для вычисления

полиномов Лежандра удобно пользоваться рекуррентной формулой

$$(n+1)P_{n+1}(x) = (2n+1)xP_n(x) - nP_{n-1}(x),$$

а для нахождения нулей полиномов можно пользоваться, например, методом деления пополам. Отрезок $[a, b]$ следует разделить на m равных промежутков $[z_i, z_{i+1}]$, $i = 0, \dots, m-1$, в качестве узлов t_i взять точки из таблицы 1 при $n = 7$, и на каждом из промежутков реализовать квадратурную формулу при $a = z_i$, $b = z_{i+1}$.

4. Исследовать точность каждой квадратурной формулы при разном числе узлов. Для этого вычислить точное значение определенного интеграла аналитически и приближенное значение по квадратурной формуле. результаты сравнить.

5. Сравнить точность всех квадратурных формул.

Типовое задание к лабораторной работе №3

Решить задачу Коши $y' = f(x, y)$, $x \in [a, b]$, $y(a) = y_0$.

- 1 Изучить теоретическую часть.
- 2 Составить программу решения дифференциального уравнения первого порядка. Отладить ее на модельной задаче.
- 3 Провести вычисления указанного варианта задачи.
- 4 Внести случайную погрешность в начальные данные и, проведя вычисления для измененных данных, сделать вывод об устойчивости.
- 5 Вывести результаты решения модельной задачи для различного числа узлов N в виде таблицы

x_i	y_h^i	$y(x_i)$	$ y_h^i - y(x_i) $

где y_h^i -значение приближенного решения в точке x_i при шаге h , $y(x_i)$ -точное значение решения в этой же точке.

- 6 Вывести результаты решения указанного варианта в виде

x_i	y_h^i	$y_{h/2}^i$	$ y_h^i - y_{h/2}^i $

- 7 Провести анализ полученных результатов.

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

- Подготовка к аудиторным занятиям проводится посредством изучения курса лекций, литературы, реализации основных численных методов на

алгоритмических языках программирования, а также решения предложенных задач.

- **Подготовка к зачету** – изучение курса лекций, упражнения в решении типовых задач, изучение литературы.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые разделы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Собеседование/защита лабораторной работы,	Разделы 1,2,3.	ОПК-2
2	Контроль выполнения домашнего задания	Разделы 1,2,3,4	ОПК-2

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Численные методы».

Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля можно посмотреть <http://moodle.pnzgu.ru> в разделе дисциплины.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Численные методы»

а) Литература

1. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики: Учебное пособие. 7-е изд., стер. – Спб.: Издательство «Лань», 2009 - 11 экз.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=11367

2. Кудряшова Н.Ю. Мойко Н.В. Численные методы. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Изд-во ПГУ. Пенза, 2015 – 30 экз.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=17505

3. Кудряшова Н.Ю. Мойко Н.В. Численные методы. Учебное пособие Изд-во ПГУ. Пенза, 2016 – 42 экз. http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21_FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=18238
4. Марчук, Г.И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/255>.
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. — Режим доступа: ЭБС Лань. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65043
6. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. — Электрон. дан. ЭБС Лань. — СПб. : Лань, 2011. — 665 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2025
7. 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, 2010. — 400 с. — Режим доступа: ЭБС Лань http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=537

б) Интернет-ресурсы

в) Программное обеспечение

1. ПО «Microsoft Windows» (подписка DreamSpark/Microsoft Imagine Standard); регистрационный номер 00037FFEBACF8FD7 Договор № СД-130712001 от 12.07.2013 (подписка с 1 сентября 2013 г. до 31 августа 2017 г.) Продление Microsoft Imagine Standard KDF-00031 (подписка с 1 сентября 2017 г. до 31 августа 2020 г.)

г) Другое материально-техническое обеспечение

1. Персональные компьютеры

Рабочая программа дисциплины «Численные методы» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018 г. №11.

Программу составили:

1. Кудряшова Н.Ю.  доцент кафедры ВиПМ

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика»

Протокол № 11 от «01» 07 2019 года

Зав. кафедрой ВиПМ  д.ф.м.н., проф. Бойков И.В.

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой «Высшая и прикладная математика»

Зав. кафедрой ВиПМ  д.ф.м.н., проф. Бойков И.В.

Программа одобрена методической комиссией ФВТ

Протокол № 10 от «03» 07 2019 года

Председатель методической комиссии ФВТ

к.т.н., доцент



Глотова Т.В.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой
2020- 2021	№1 от 01.09.20	Без изменений	