

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

Л.Р. Фионова
« 13 » 07 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.25 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ АЛГЕБРЫ

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

Пенза, 2019

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Дополнительные главы алгебры» являются

- обучение студентов построению и применению численных методов решения задач линейной алгебры, анализу этих методов;
- усвоение основ дисциплины;
- выработка навыков, позволяющих осознанно переводить прикладные задачи в численные матричные задачи, допускающие решение на ЭВМ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Дополнительные главы алгебры» 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 01.03.04 «Прикладная математика».

Изучение дисциплины базируется на знаниях студентами дисциплин: «Алгоритмы и алгоритмические языки» и практик: «Учебная практика (научно-исследовательская работа)».

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

3. Результаты освоения дисциплины «Дополнительные главы алгебры»

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	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
------------------	--------------------------	---	--

		дисциплиной)	
1	2	3	
ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем	ОПК 2.4. Разрабатывает аналитические и численные методы управления и стабилизации математических моделей экономических и технических процессов	знать - основные положения и методы численного анализа задач линейной алгебры, приложения в вычислительной математике, экологии, экономике и статистике; уметь - разрабатывать аналитические и численные методы управления и стабилизации математических моделей экономических и технических процессов, основанные на численных методах алгебры; владеть - основными численными методами решения систем линейных алгебраических уравнений, полной и частичной проблемы собственных значений

4. Структура и содержание дисциплины «Дополнительные главы алгебры»

4.1. Структура дисциплины «Дополнительные главы алгебры»

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 (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)		
				Контактная работа				Самостоятельная работа			Проверка контролн. работ	Проверка реферата	Контроль выполнения домашнего задания
				Всего	Лекция	Практические занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат			
1.	Раздел 1. Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	3	1-3	6	3	3		18	16	2	5	15	2-4
1.1.	Тема 1.1. Обусловленность матриц. Методы Гаусса и Гаусса – Жордана.	3	1-2	4	2	2		12	11	1	5	15	2
1.2.	Тема 1.2. Обращение матриц. Метод квадратных корней.	3	3	2	1	1		6	5	1	5	15	4
2.	Раздел 2. Итерационные методы решения СЛАУ	3	4-7	8	4	4		25	12	3	5	15	5-7
2.1.	Тема 2.1. Метод последовательных приближений. Метод простой итерации.	3	4-5	4	2	2		12	10	2	5	15	5
2.2.	Тема 2.2. Метод Зейделя. Методы релаксации.	3	6-7	4	2	2		13	12	1	10	15	7

3.	Раздел 3. Градиентные методы решения СЛАУ	3	8-10	6	3	3		18	16	2	10	15	9-10		
3.1.	Тема 3.1. Градиент функционала. Метод наискорейшего спуска.	3	8-9	4	2	2		12	11	1	10	15	9		
3.2.	Тема 3.2. Метод наименьших невязок.	3	10	2	1	1		6	5	1	10		10		
4.	Раздел 4. Методы решения полной проблемы собственных значений.	3	11-14	8	4	4		25	22	3		15	12-14		
4.1	Тема 4.1. Метод Крылова.	3	11-12	4	2	2		13	11	2		15	12		
4.2	Тема 4.2. Метод Ливере и его модификация Фаддеевым. Эскалаторный метод.	3	13-14	4	2	2		12	11	1		15	14		
5.	Раздел 5. Методы решения частичной проблемы собственных значений.	3	15-17	6	3	3		20.05	17.05	3		15	16-18		
5.1.	Тема 5.1. Метод последовательных приближений.	3	15-16	4	2	2		14	12	2	17		16		
5.2.	Тема 5.2. Метод скалярных произведений.	3	17	2	1	1		6.05	5.05	1			17		
	<i>Другие виды контактной работы</i>			1.95			1.95								
	Общая трудоемкость, в часах			35.95	17	17	1.95	106.05	93.05	13	Промежуточная аттестация				
														Форма	Семестр
														Зачет	3

4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	Нормы векторов и матриц. Чувствительность вычислительных алгоритмов к ошибкам округления. Обусловленность матриц. Основные виды методов решения СЛАУ. Преобразования систем линейных уравнений. Метод Гаусса – схема с прямым и обратным ходом. Компактные схемы. Метод Гаусса-Жордана с выбором ведущего элемента. Анализ системы на совместность. Вычисление определителей. Обращение матриц. Алгоритм уточнения обратной матрицы. Метод разложения матрицы на множители. Метод квадратных корней.
2.	Итерационные методы решения СЛАУ	Принципы построения итерационных процессов. Вектор и функция ошибки. Вектор невязки. Метод последовательных приближений. Метод простой итерации. Необходимые и достаточные условия сходимости метода последовательных приближений. Достаточные условия. Подготовка системы к виду, удобному для итераций. Метод Зейделя. Методы полной релаксации. Релаксация по длине вектора невязки.
3.	Градиентные методы решения СЛАУ	Градиент функционала. Метод наискорейшего спуска. Градиентный метод с наименьшими невязками.
4.	Методы решения полной проблемы собственных значений.	Полная проблема собственных значений. Характеристический и минимальный многочлены. Соотношение Кели-Гамильтона. Устойчивость проблемы собственных значений. Метод А.Н. Крылова. Нахождение собственных векторов по методу А.Н. Крылова. Метод Лаврентьева и его модификация Фаддеевым.
5.	Методы решения частичной проблемы собственных значений	Частичная проблема собственных значений. Определение наибольшего по модулю собственного значения и принадлежащего ему собственного вектора с помощью последовательных итераций: наибольшее собственное значение – вещественное. Определение наибольшего по модулю собственного значения и принадлежащего ему собственного вектора с помощью последовательных итераций: два наибольших по модулю собственных значения вещественны

		и противоположны по знаку. Метод скалярных произведений для определения наибольшего по модулю собственного значения.
--	--	--

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Дополнительные главы алгебры» предполагается использовать структурно-логические и интеграционные образовательные технологии, реализуемые посредством:

- лекций в виде вводных, текущих, обзорных и заключительно-обобщающих занятий;
- практических занятий с использованием методов «многократного повторения» (темы 1.1, 2.1, 3.1); по логике мышления – индуктивные, дедуктивные и репродуктивные.
- 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. Обусловленность матриц. Методы Гаусса и Гаусса –	Подготовка к аудиторным	Типовое задание	П.7 а) 1 стр. 6-17; -	11

	Жордана.	занятиям, изучение литературы, решение задач	№1 (задачи №1-6)	4 стр. 138- 165	
3	Тема 1.2. Обращение матриц. Метод квадратных корней	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Типовое задание №1 (задачи №7-8)	П.7 а) 1 стр. 17-21; 4 стр. 165- 184	5
4-5	Тема 2.1. Метод последовательных приближений. Метод простой итерации.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Типовое задание №2 (задачи №1-3)	П.7 а) 1 стр. 22-28; 4 стр. 204- 220	10
6-7	Тема 2.2. Метод Зейделя. Методы релаксации.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Типовое задание №2 (задачи №4-5)	П.7 а) 1 стр. 29-40; 4 стр. 220- 237	12
8-9	Тема 3.1. Градиент функционала. Метод наискорейшего спуска.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Типовое задание №3 (задача №1)	П.7 а) 1 стр. 41-43; 4 стр. 134- 137, 456- 465	11
10	Тема 3.2. Метод наименьших невязок.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Типовое задание №3 (задача №2)	П.7 а) 1 стр.44-51; 4 стр. 465- 480	5
11- 12	Тема 4.1. Метод Крылова.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Типовое задание №4 (задача №1)	П.7 а) 1 стр.52-64; 4 стр. 259- 273	11
13- 14	Тема 4.2. Метод Леверье и его модификация Фаддеевым. Эскалаторный метод.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Типовое задание №4 (задача №2)	П.7 а) 1 стр.65-71; 4 стр. 295- 308	11
15- 16	Тема 5.1. Метод последовательных приближений.	Подготовка к аудиторным	Типовое задание	П.7 а) 1 стр.72-79;	12

		занятиям, изучение литературы, решение задач	№5 (задачи 1- 2)	4 стр. 329- 358	
17	Тема 5.2. Метод скалярных произведений.	Подготовка к аудиторным занятиям, изучение литературы, решение задач	Типовое задание №5 (задача 3)	П.7 а) 1 стр. 80-86; 4 стр. 358-370	5.05
1-17	Все темы	Написание рефератов и подготовка докладов	Темы рефератов	П.7	13

Образец типового задания №1

Задача №1. Исследовать на устойчивость матрицу $A = \begin{pmatrix} 1 & 0.999 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$. Для этого найти обратную матрицу к данной, а затем внести погрешность в третьем

знаке в один из элементов матрицы, например, $A_\varepsilon = \begin{pmatrix} 1 & 0.995 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ и выяснить, как при этом изменится обратная матрица.

$$B = \begin{pmatrix} 5 & 7 & 6 & 5 \\ 7 & 10 & 8 & 7 \\ 6 & 8 & 10 & 9 \\ 5 & 7 & 9 & 10 \end{pmatrix}$$

Задача №2 Исследовать на устойчивость матрицу

Задача №3. Определить числа обусловленности для матрицы B задачи 2.

Задача №4. Следующую систему решить методом Гаусса

$$\begin{cases} 5x_1 + 8x_2 + x_3 = 2, \\ 3x_1 - 2x_2 + 6x_3 = -7, \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = -5. \end{cases}$$

Задача №5 Решить систему методом Гаусса-Жордана.

$$\begin{cases} 2x - y + z = -2, \\ x + 2y + 3z = -1, \\ x - 3y - 2z = 3. \end{cases}$$

Задача №6. Вычислить определитель методом Гаусса

$$\begin{vmatrix} 3 & -1 & 4 & 2 \\ 5 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 1 & -3 \\ 6 & -2 & 9 & 8 \end{vmatrix}$$

Задача №7 Найти обратные для матриц, пользуясь компактной схемой

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 4 & 5 & 2 \\ 2 & 1 & 4 \end{pmatrix}.$$

Задача №8. Следующую систему решить методом квадратных корней.

$$\begin{cases} 5x_1 + 8x_2 + x_3 = 2, \\ 3x_1 - 2x_2 + 6x_3 = -7, \\ 2x_1 + x_2 - x_3 = -5. \end{cases}$$

Образец типового задания №2

Задача 1. С помощью элементарных преобразований со строками привести систему к виду, удобному для итераций. Привести систему к виду $X=BX+G$. Выполнить несколько итераций. Вычислить невязку для полученного приближенного решения.

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

Задача 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.)

$$\begin{cases} 0.78x_1 - 0.02x_2 - 0.12x_3 - 0.14x_4 = 0.76 \\ -0.02x_1 + 0.86x_2 - 0.04x_3 + 0.06x_4 = 0.08 \\ -0.12x_1 - 0.04x_2 + 0.72x_3 - 0.08x_4 = 1.12 \\ -0.14x_1 + 0.06x_2 - 0.08x_3 + 0.74x_4 = 0.68. \end{cases}$$

Задача 3. Привести систему к виду, удобному для итераций. Решить систему методом простой итерации с точностью до 10^{-2} . (Погрешность оценивать либо по вектору невязки, либо по модулю разности между двумя соседними итерациями.)

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

Задача 4. Привести систему к виду, удобному для итераций. Решить систему методом Зейделя с точностью до 10^{-2} . (Погрешность оценивать либо по вектору невязки, либо по модулю разности между двумя соседними итерациями.). Сравнить количество итераций, сделанных при решении методом простой итерации и методом Зейделя.

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

Задача 5. Решить систему методом полной релаксации с точностью до 10^{-2} . (Погрешность оценивать либо по вектору невязки, либо по модулю разности между двумя соседними итерациями.).

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

Образец типового задания №3

Задача 1. Решить систему методом наискорейшего спуска точностью до 10^{-2} . (Погрешность оценивать по вектору невязки).

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

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

Задача 2. Решить ту же самую систему методом наименьших невязок с точностью до 10^{-2} . (Погрешность оценивать по вектору невязки). Результаты сравнить.

Образец типового задания №4

Задача №1 Методом Крылова построить характеристический многочлен и найти собственные векторы матриц. (Корни характеристического уравнения находить методом

половинного деления). $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ -2 & -2 & -1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ 3 & -3 & -1 \\ 3 & -5 & 1 \end{pmatrix}$

Задача №2 Методом Леверье построить характеристический многочлен и найти и собственные векторы матриц. (Корни характеристического уравнения находить методом

половинного деления). $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ -2 & -2 & -1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ 3 & -3 & -1 \\ 3 & -5 & 1 \end{pmatrix}$

Образец типового задания №5

Задача №1 Определить наибольшее по модулю собственное значение и собственный вектор. (Наибольшее собственное значение – простое и вещественное)

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ -2 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

Задача №2 Определить наибольшее по модулю собственное значение и собственный вектор. (Наибольшее собственное значение – простые, вещественные и противоположные по знаку)

$$B = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ 3 & -3 & -1 \\ 3 & -5 & 1 \end{pmatrix}$$

Задача №3 Определить наибольшее по модулю собственное значение и собственный вектор методом скалярных произведений.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ 3 & -3 & -1 \\ 3 & -5 & 1 \end{pmatrix}.$$

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

- **Подготовка к аудиторным занятиям** проводится посредством изучения курса лекций, литературы, а также решения предложенных задач.
- **Подготовка рефератов и докладов** осуществляется с использованием литературы.
- **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 темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Проведение контрольной работы, проверка д.з.	Разделы 1,2,3,4,5.	ОПК-2
2	Проверка реферата и заслушивание доклада	Разделы 1,2,3,4,5.	ОПК-2
3	Контроль выполнения домашнего задания	Разделы 1,2,3,4,5.	ОПК-2

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

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Дополнительные главы алгебры»

а) Литература

1. Н.Ю. Кудряшова, Н.В. Печникова **Дополнительные главы алгебры.** Учебное пособие, Пенза, изд-во ПГУ, 2012 14 экз.
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=14782
2. Воеводин, В.В. **Вычислительная математика и структура алгоритмов [Текст] : учебник / В.В. Воеводин.** - 2-е изд., стереотип. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 2010. - 168 с. 29 экз. http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=11367
3. Демидович Б.П., Марон И.А. **Основы вычислительной математики.** – Изд.: 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
4. Фаддеев, Д.К. **Вычислительные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] : учебник / Д.К. Фаддеев, В.Н. Фаддеева.** — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 735 с. — Режим доступа: ЭБС Лань. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=400

б) Интернет-ресурсы

в) Программное обеспечение

1. ПО «Microsoft Windows» (подписка DreamSpark/Microsoft Imagine Standard); регистрационный номер 00037FFEВАСF8FD7 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

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы алгебры» 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	