

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета


Ю.В. Машин

«20» 12 2019 г.

Регистрационный № УД-010304/Б.1.0.11/р.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АЛГЕБРЫ

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	1
Семестр	2
Лекции, часы	34
Лабораторные занятия, часы	34
Зачёт, семестр	2
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	40
Всего часов / зачётных единиц	108 / 3

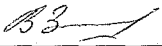
Кафедра-разработчик программы: «Высшая математика»
(название кафедры)

Составитель: Д.В. Роголев, канд. физ.-мат. наук; А.Н. Бондарев, ст. пр.
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилёв, 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика № 11 от 10.01.2018 г., учебным планом рег. № 010304-1 от 25.10.2019 г.


Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Высшая математика» 28.11.2019 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  В.Г. Замураев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

«18» декабря 2019 г., протокол № 3.


Зам. председателя
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

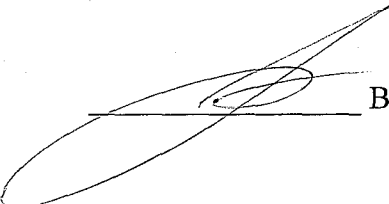
Рецензент: Наталья Владимировна Кожуренко, доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова», кандидат физико-математических наук

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела

 В.А. Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые вычислительные методы алгебры, применяемые при решении прикладных задач, не имеющих аналитического решения, либо имеющих его, но, по ряду причин, получение которого затруднено.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- способы контроля вычислений и оценки погрешности вычислительных методов алгебры;
- теоретические основы прямых и итерационных методов численного решения линейных и нелинейных уравнений и систем;

уметь:

- применять численные методы для решения практических задач;
- выбирать требуемый метод в соответствии с особенностями задачи и имеющимися ограничениями на реализацию;
- использовать имеющееся программное обеспечение для решения задач и оценивать погрешности выбранных методов решения;

владеть:

- практическими вычислительными навыками решения прикладных задач;
- опытом выбора оптимального и оценки погрешностей реализованного численного метода.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)» (обязательная часть).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- линейная алгебра;
- математический анализ.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- современные математические системы;
- численный анализ;
- математическое программирование;
- численные методы математической физики;
- исследование операций и теория игр.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
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 надёжность и качество функционирования систем
ПК-2	Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщённых результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Теория погрешностей	Виды погрешностей: относительные и абсолютные, неустранимая и устранимая; погрешность аппроксимации и вычислительная. Приближённые числа и действия над ними.	ПК-2
2	Вычислительные методы и алгоритмы	Вычислительные задачи, методы и алгоритмы. Требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам: устойчивость, точность, эффективность, экономичность.	ОПК-2
3	Решение систем линейных алгебраических уравнений	Общая характеристика проблем решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), решения задач на собственные значения, понятие корректности и устойчивости СЛАУ. Устойчивость решения СЛАУ по правой части и коэффициентная устойчивость. Число обусловленности матрицы и его свойства. Хорошо обусловленные и плохо обусловленные СЛАУ. Геометрическая интерпретация понятия обусловленности. Метод регуляризации	ОПК-2, ПК-2
4	Прямые методы решения СЛАУ: методы Гаусса	Методы Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителей и обращение матриц с помощью метода Гаусса.	ОПК-2, ПК-2
5	Прямые методы решения СЛАУ: LU-разложение	Общая характеристика прямых методов решения СЛАУ. Теорема об LU-разложении. Схема единственного деления и её связь с теоремой об LU-разложении.	ОПК-2, ПК-2
6	Прямые методы решения СЛАУ: методы Жордана, Холецкого	Метод квадратного корня (Холецкого). Метод Жордана обращения матриц. Диагонально доминирующие матрицы. Ортогональные преобразования. Методы отражений, вращений и ортогонализации.	ОПК-2, ПК-2
7	Прямые методы решения СЛАУ: методы прогонки	Метод прогонки решения СЛАУ с трёхдиагональной матрицей. Связь метода прогонки с методом Гаусса. Теорема о корректности метода прогонки. Методы правой, встречной и циклической прогонки. Теорема о корректности метода циклической прогонки	ОПК-2, ПК-2
8	Итерационные методы решения СЛАУ: общая характеристика	Общая характеристика итерационных методов решения СЛАУ. Матричные нормы. Сходимость матричной геометрической прогрессии. Градиент функционала.	ОПК-2, ПК-2
9	Итерационные методы решения СЛАУ: простая итерация и метод Зейделя	Методы простой итерации и Зейделя решения СЛАУ.	ОПК-2, ПК-2
10	Итерационные методы решения СЛАУ: методы Якоби, Гаусса-Зейделя и релаксации	Теоремы сходимости. Элементы теории двухслойных итерационных методов. Основная теорема сходимости. Методы Якоби, Гаусса-Зейделя и релаксации.	ОПК-2, ПК-2
11	Сходимость итерационных методов	Оптимизация сходимости итерационных процессов. Итерационные методы вариационного типа и теоремы их сходимости.	ОПК-2, ПК-2

12	Решение задач на собственные значения	Общая постановка задачи на собственные значения. Спектр матрицы. Понятие полной и частичной проблемы собственных значений. Устойчивость задачи на собственные значения. Методы Данилевского, Крылова, Леверье и видоизменение Фаддеева.	ОПК-2, ПК-2
13	Полная проблема собственных значений: методы отражений и вращений	Прямые методы отражений и вращений. Итерационный метод вращений. QR-алгоритм. Метод бисекций решения полной проблемы собственных значений.	ОПК-2, ПК-2
14	Частичная проблема собственных значений	Степенной метод вычисления наибольшего по модулю собственного значения и его модификации. Метод обратных итераций. Метод λ -разности. Ускорение сходимости степенного метода.	ОПК-2, ПК-2

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы		Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1								
1	1. Теория погрешностей	2	Л. р. 1 Вычисление погрешностей	2	4		ЗЛР	6
2	2. Вычислительные методы и алгоритмы	2	Л. р. 2 Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом Гаусса	2	2			
3	3. Решение систем линейных алгебраических уравнений	2	Л. р. 2 Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом Гаусса	2	2		ЗЛР	6
4	4. Прямые методы решения СЛАУ: методы Гаусса	2	Л. р. 3 Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом LU-разложения	2	2			
5	5. Прямые методы решения СЛАУ: LU-разложение	2	Л. р. 3 Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом LU-разложения	2	2		ЗЛР	6
6	6. Прямые методы решения СЛАУ: методы Жордана, Холецкого	2	Л. р. 4 Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом квадратного корня	2	2			
7	7. Прямые методы решения СЛАУ: методы прогонки	2	Л. р. 4 Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом квадратного корня	2	2		ЗЛР	6
8	8. Итерационные методы решения СЛАУ: общая характеристика	2	Л. р. 5 Решение системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом прогонки	2	4		ЗЛР ПКУ	6 30
Модуль 2								
9	9. Итерационные методы решения СЛАУ: простая итерация и метод Зейделя	2	Л. р. 6 Приближённое решение СЛАУ методом простой итерации	2	2			
10	10. Итерационные методы решения СЛАУ: методы Якоби, Гаусса-Зейделя и релаксации	2	Л. р. 6 Приближённое решение СЛАУ методом простой итерации	2	2		ЗЛР	6
11	11. Сходимость итерационных методов	2	Л. р. 7 Приближённое решение СЛАУ методом Зейделя	2	2			
12	12. Решение задач на собственные значения	2	Л. р. 7 Приближённое решение СЛАУ методом Зейделя	2	2		ЗЛР	6
13	12. Решение задач на собственные значения	2	Л. р. 8 Приближённое решение СЛАУ методами Якоби и релаксации	2	2			
14	13. Полная проблема собственных значений: методы отражений и вращений	2	Л. р. 8 Приближённое решение СЛАУ методами Якоби и релаксации	2	2		ЗЛР	6
15	13. Полная проблема собственных значений: методы отражений и вращений	2	Л. р. 9 Приближённое решение полной проблемы собственных значений	2	2			
16	14. Частичная проблема собственных значений	2	Л. р. 9 Приближённое решение полной проблемы собственных значений	2	2		ЗЛР	6

17	14. Частичная проблема собственных значений	2	Л. р. 10 Приближённое решение частичной проблемы собственных значений	2	4	ЗЛР ПКУ ПА (зачёт)	6 30 40
	Итого	34		34	40		100

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА – Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачёт

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	1,2		4
2	Мультимедиа	3-14		30
3	Расчётные		1	2
4	С использованием ЭВМ		2-10	32
	ИТОГО			68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к лабораторным работам	10
2	Вопросы к зачёту	1
3	Задания к зачёту	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
	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 надёжность и качество функционирования систем	
	ОПК-2.5	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач вычислительные методы алгебры, анализировать результаты	

1	Пороговый уровень	Понимание основных принципов выбора математических моделей.	Умение выбрать математические методы и модели для решения алгебраических задач
2	Продвинутый уровень	Умение анализировать практическую задачу, выбирать и использовать подходящие математические методы и модели для её решения.	Применение математических моделей для решения практических задач, анализ результатов.
3	Высокий уровень	Навыки математического моделирования практических задач.	Выбор и создание математических моделей для решения алгебраических задач.
ПК-2 Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты			
ПК-2.2 Способен применять знание вычислительных методов алгебры при выборе реализуемых и устойчивых алгоритмов и численные методов решения задач, оценивании их точности и эффективности, исследовании свойств алгоритмов, поиске решений			
1	Пороговый уровень	Понимает основы вычислительных методов алгебры. Знает основы работы в системах компьютерной алгебры (СКА).	Выполнение лабораторной работы с применением СКА. Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе.
2	Продвинутый уровень	Умеет анализировать практическую задачу, выбирать и использовать подходящие численные методы алгебры и программные средства для её решения.	Выполнение лабораторной работы с применением встроенных функций и языка программирования СКА. Уверенное владение шаблонами текстового редактора при создании отчётов по лабораторным работам.
3	Высокий уровень	Навыки математического моделирования практических задач. Навыки построения алгоритмов решения задачи и использования программно-го обеспечения.	Выполнение лабораторной работы и анализ полученных результатов. Формирование отчёта по лабораторной работе встроенными средствами СКА.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
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 надёжность и качество функционирования систем	
Умение выбрать математические методы и модели для решения алгебраических задач	Вопросы к лабораторным работам.
Применение математических моделей для решения практических задач, анализ результатов.	Вопросы к лабораторным работам.
Выбор и создание математических моделей для решения алгебраических задач.	Вопросы к лабораторным работам.
ПК-2 Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты	

Выполнение лабораторной работы с применением СКА. Выполнение отчёта по лабораторной работе в текстовом редакторе.	Вопросы к лабораторным работам.
Выполнение лабораторной работы с применением встроенных функций и языка программирования СКА. Уверенное владение шаблонами текстового редактора при создании отчётов по лабораторным работам.	Вопросы к лабораторным работам.
Выполнение лабораторной работы и анализ полученных результатов. Формирование отчёта по лабораторной работе встроенными средствами СКА.	Вопросы к лабораторным работам.

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторные работы (ЗЛР) оцениваются до 6 баллов:

0-1 баллов – полное отсутствие навыков выполнения работы;

2-3 балла – грубые ошибки при выполнении работы;

4-5 баллов – уверенное выполнение работы при наличии незначительных ошибок;

6 баллов – уверенное выполнение работы с полным объяснением.

5.4 Критерии оценки зачёта

Итоговая оценка на зачёте (зачтено, незачтено) определяется как сумма баллов промежуточного контроля успеваемости и промежуточной аттестации и соответствует суммарным баллам:

Оценка	Зачтено	Незачтено
Баллы	51-100	0-50

Критерий оценки ответа на вопрос или решения задачи на зачёте

1 балл – полное отсутствие знаний по теоретическому вопросу; отсутствие навыков решения задачи даже под руководством преподавателя.

3 балла – фрагментарные знания теоретического вопроса в объёме учебной программы, незнание используемой в вопросе терминологии, грубые ошибки в рассуждениях или в решении задачи; неуверенное решение задачи под руководством преподавателя.

5 баллов – частичное знание теоретического вопроса в объёме учебной программы, используемой в вопросе терминологии; уверенное решение задачи под руководством преподавателя.

8 баллов – знание теоретического вопроса в объёме учебной программы при наличии незначительных ошибок в используемых формулах, формулировках и определениях, которые сам студент исправляет в процессе ответа; уверенное самостоятельное решение задачи при наличии незначительных ошибок.

10 баллов – уверенное знание теоретического вопроса в объёме учебной программы и уверенное знание используемой в вопросе терминологии; уверенное самостоятельное решение задачи и уверенное знание используемой в задаче терминологии.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- решение индивидуальных задач во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведён в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведённые в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференциальных и алгебраических уравнений в САЕ-системах САПР : учеб. пособие / В.Б. Маничев, В.В. Глазкова, И.А. Кузьмина. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 152 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/980116	–	ЭБС «Znanium»
2	Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие / Гулин А.В., Мажорова О.С., Морозова В.А. –М. : АРГАМАК-МЕДИА, НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 368с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1032671	–	ЭБС «Znanium»

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Плохотников, К.Э. Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета Matlab : курс лекций / К.Э. Плохотников. – М. : СОЛОН-Пр., 2017. – 628 с. – (Библиотека студента). – ISBN 978-5-91359-211-8. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/1015051	–	ЭБС «Znanium»
2	Численные методы в математическом моделировании : учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 176 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/774278	–	ЭБС «Znanium»
3	Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 512 с. – Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/652316	–	ЭБС «Znanium»

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. GNU Octave [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gnu.org/software/octave/>, свободный.

2. Документация MATLAB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.exponenta.ru/>, свободный.

3. Трифонов, А. Г. Постановка задачи оптимизации и численные методы ее решения [Электронный ресурс] / А. Г. Трифонов. – Режим доступа: <https://hub.exponenta.ru/post/postanovka-zadachi-optimizatsii-i-chislennye-metody-ee-resheniya356>, свободный.
4. EqWorld. Мир математических уравнений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>, свободный.
5. Сайт кафедры информатики и компьютерного проектирования МХТУ им. Д.И. Менделеева: материалы лекционного курса «Вычислительная математика». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technosystems1.narod.ru/study/math/lectures.html>, свободный.

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. А.М. Бутома, Е.Г. Галуза, Д.В. Роголев. Вычислительные методы алгебры. Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет». – [электронная версия].

7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе Свободно распространяемое ПО: Python, GNU Octave, LibreOffice (темы № 2-10).

7.4.3 Информационные технологии

Мультимедийные презентации

- Тема 3 - Решение систем линейных алгебраических уравнений
- Тема 4 - Прямые методы решения СЛАУ: методы Гаусса
- Тема 5 - Прямые методы решения СЛАУ: LU-разложение
- Тема 6 - Прямые методы решения СЛАУ: методы Жордана, Холецкого
- Тема 7 - Прямые методы решения СЛАУ: методы прогонки
- Тема 8 - Итерационные методы решения СЛАУ: общая характеристика
- Тема 9 - Итерационные методы решения СЛАУ: простая итерация и метод Зейделя
- Тема 10 - Итерационные методы решения СЛАУ: методы Якоби, Гаусса-Зейделя и релаксации
- Тема 11 - Сходимость итерационных методов
- Тема 12 - Решение задач на собственные значения
- Тема 13 - Полная проблема собственных значений: методы отражений и вращений
- Тема 14 - Частичная проблема собственных значений

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории ауд. 405, рег. номер ПУЛ-4.535-405/1-19.