

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-Российского
университета


Ю.В. Машин

20.10 2023

Регистрационный № УД-010304/Б.1.014.р

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АЛГЕБРЫ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	2
Семестр	3
Лекции, часы	16
Лабораторные работы, часы	34
Зачёт, семестр	3
Контактная работа по учебным занятиям, часы	50
Самостоятельная работа, часы	58
Всего часов / зачётных единиц	108 / 3

Кафедра-разработчик программы: «Высшая математика»

Составитель: Д.В. Роголев, канд. физ.-мат. наук, доц.

Могилёв, 2023

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, учебным планом рег. номер 010304-2.1 от 28.04.2023

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Высшая математика»
28 сентября 2023 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой 13-1 В.Г. Замураев

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

18 10 2023 г., протокол № 2.

Зам. председателя
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

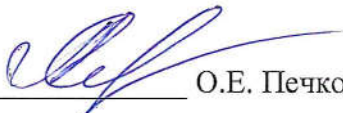
Рецензент: Наталья Владимировна Кожуренко, доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова», кандидат физико-математических наук

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь

 Е.Н. Керсанова

Начальник учебно-методического
отдела

 О.Е. Печковская

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 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:

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

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на лабораторных занятиях будут применены при прохождении ознакомительной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

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

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	Основы теории погрешностей. Вычислительные методы и алгоритмы	Виды погрешностей: относительные и абсолютные, неустранимая и устранимая; погрешность аппроксимации и вычислительная. Приближённые числа и действия над ними. Вычислительные задачи, методы и алгоритмы. Требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам: устойчивость, точность, эффективность, экономичность.	ОПК-2
2	Решение систем линейных алгебраических уравнений	Общая характеристика проблем решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), решения задач на собственные значения, понятий корректности и устойчивости СЛАУ. Устойчивость решения СЛАУ по правой части и коэффициентная устойчивость. Число обусловленности матрицы и его свойства.	ОПК-2
3	Прямые методы решения СЛАУ: методы Гаусса	Общая характеристика прямых методов решения СЛАУ. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителей и обращение матриц с помощью метода Гаусса.	ОПК-2
4	Прямые методы решения СЛАУ: LU-разложение	Теорема об LU-разложении. Схема единственного деления и её связь с теоремой об LU-разложении.	ОПК-2
5	Прямые методы решения СЛАУ: методы квадратного корня, отражений, вращений	Метод квадратного корня (Холецкого). Ортогональные преобразования. Методы отражений, вращений и ортогонализации.	ОПК-2
6	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
7	Итерационные методы решения СЛАУ: общая характеристика. Методы простой итерации и Зейделя	Общая характеристика итерационных методов решения СЛАУ. Матричные нормы. Сходимость матричной геометрической прогрессии. Методы простой итерации и Зейделя решения СЛАУ. Методы Якоби и релаксации.	ОПК-2
8	Решение задач на собственные значения. Полная и частичная проблема собственных значений.	Общая постановка задачи на собственные значения. Спектр матрицы. Понятие полной и частичной проблемы собственных значений. Устойчивость задачи на собственные значения. Методы Данилевского, Крылова. Прямые и итерационные решения полной проблемы: методы отражений и вращений. Степенной метод вычисления наибольшего по модулю собственного значения и его модификации.	ОПК-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. Основы теории погрешностей. Вычислительные методы и алгоритмы	2	Л. р. 1 Вычисление погрешностей	2	4	ЗЛР	6
2			Л. р. 2 Решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса	2	3		
3	2. Решение систем линейных алгебраических уравнений	2	Л. р. 2 Решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса	2	3	ЗЛР	6
4			Л. р. 3 Решение системы линейных алгебраических уравнений методом LU-разложения	2	3		
5	3. Прямые методы решения СЛАУ: методы Гаусса	2	Л. р. 3 Решение системы линейных алгебраических уравнений методом LU-разложения	2	3	ЗЛР	6
6			Л. р. 4 Решение системы линейных алгебраических уравнений методом квадратного корня	2	3		
7	4. Прямые методы решения СЛАУ: LU-разложение	2	Л. р. 4 Решение системы линейных алгебраических уравнений методом квадратного корня	2	3	ЗЛР	6
8			Л. р. 5 Решение системы линейных алгебраических уравнений методом прогонки	2	4	ЗЛР ПКУ	6 30
Модуль 2							
9	5. Прямые методы решения СЛАУ: методы квадратного корня, отражений, вращений	2	Л. р. 6 Приближённое решение системы линейных алгебраических уравнений методом простой итерации	2	3		
10			Л. р. 6 Приближённое решение системы линейных алгебраических уравнений методом простой итерации	2	3	ЗЛР	6
11	6. Прямые методы решения СЛАУ: методы прогонки	2	Л. р. 7 Приближённое решение системы линейных алгебраических уравнений методом Зейделя	2	3		
12			Л. р. 7 Приближённое решение системы линейных алгебраических уравнений методом Зейделя	2	4	ЗЛР	6
13	7. Итерационные методы решения СЛАУ: общая характеристика. Методы простой итерации и Зейделя, метод релаксации	2	Л. р. 8 Приближённое решение системы линейных алгебраических уравнений методом релаксации	2	3		
14			Л. р. 8 Приближённое решение системы линейных алгебраических уравнений методом релаксации	2	4	ЗЛР	6
15	8. Решение задач на собственные значения. Полная и частичная проблема собственных значений	2	Л. р. 9 Приближённое решение полной проблемы собственных значений	2	4		
16			Л. р. 9 Приближённое решение полной проблемы собственных значений	2	4	ЗЛР	6
17			Л. р. 10 Приближённое решение частичной проблемы собственных значений	2	4	ЗЛР ПКУ ПА (зачёт)	6 30 40
	Итого	16		34	58		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	Мультимедиа	1-8	–	16
2	Расчётные	–	1	2
3	С использованием ЭВМ	–	2-10	32
	ИТОГО	16	34	

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

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

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Задания в тестовой форме	1
2	Вопросы к лабораторным работам	1
3	Вопросы к зачёту	1
4	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			
ИОПК-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.

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	
Пороговый уровень	Задания в тестовой форме. Вопросы к лабораторным работам.

	Вопросы к зачёту. Билеты к зачёту.
Продвинутый уровень	Задания в тестовой форме. Вопросы к лабораторным работам. Вопросы к зачёту. Билеты к зачёту.
Высокий уровень	Задания в тестовой форме. Вопросы к лабораторным работам. Вопросы к зачёту. Билеты к зачёту.

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторные работы 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

При этом промежуточный контроль успеваемости оценивается до 60 баллов, а промежуточная аттестация – до 40 баллов. Зачёт состоит из 4 заданий, оцениваемых до 10 баллов каждое.

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 конспекта лекций, методических рекомендаций, основной и дополнительной литературы, ресурсов сети Интернет;
- 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	Шевцов, Г. С. Численные методы линейной алгебры : учебное пособие / Г. С. Шевцов, О. Г. Крюкова, Б. И. Мызникова. – 3-е изд. – М. : Магистр : ИНФРА-М, 2022. – 528 с.	Рек. Научно-метод. советом по математике и механике Учебно-методического объединения по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для математических направлений и специальностей	https://znanium.com/catalog/product/1899976
2	Пантелеев, А. В. Численные методы. Практикум : учебное пособие / А. В. Пантелеев, И. А. Кудрявцева. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 512 с.	Рек. Редакционно-издательским советом Московского авиационного института (национального исследовательского университета) в качестве учебного пособия	https://znanium.com/catalog/product/2002583

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – 9-е изд. – М. : Лаборатория знаний, 2020. – 636 с.	Рек. Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студ. физико-математических специальностей высших учебных заведений	https://znanium.com/catalog/product/1087429
1	Вабищевич, П. Н. Численные методы. Вычислительный практикум. Практическое применение численных методов при использовании алгоритмического языка PYTHON / П. Н. Вабищевич. – 4-е изд., стер. – М. : ЛЕНАНД, 2021. – 320с.	–	8
2	Самарский А. А. Задачи и упражнения по численным методам : учеб. пособие / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич, Е. А. Самарская. – изд. стер. – М. : ЛИБРОКОМ, 2021. – 208с.	–	8

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1. GNU Octave [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gnu.org/software/octave/support>, свободный.
2. Octave Forge – Packages [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://octave.sourceforge.io/packages.php>, свободный.
3. Документация MATLAB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.exponenta.ru/>, требуется свободная авторизация.
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. Вычислительные методы алгебры. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» дневной формы обучения / составители Д.В. Роголев, А.Н. Бондарев. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2021. – 48 с.

7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе

Свободно распространяемое ПО: Python, GNU Octave, Adobe Reader, LibreOffice (темы № 1-8).

7.4.3 Информационные технологии

Мультимедийные презентации

Тема 1 - Основы теории погрешностей. Вычислительные методы и алгоритмы

Тема 2 - Решение систем линейных алгебраических уравнений

Тема 3 - Прямые методы решения СЛАУ: методы Гаусса

Тема 4 - Прямые методы решения СЛАУ: LU-разложение

Тема 5 - Прямые методы решения СЛАУ: методы квадратного корня, отражений, вращений

Тема 6 - Прямые методы решения СЛАУ: методы прогонки

Тема 7 - Итерационные методы решения СЛАУ: общая характеристика. Методы простой итерации и Зейделя

Тема 8 - Решение задач на собственные значения. Полная и частичная проблема собственных значений.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории ауд. 405, рег. номер ПУЛ-4.535-405/1-23.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АЛГЕБРЫ

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

	Форма обучения
	Очная
Курс	2
Семестр	3
Лекции, часы	16
Лабораторные работы, часы	34
Зачёт, семестр	3
Контактная работа по учебным занятиям, часы	50
Самостоятельная работа, часы	58
Всего часов / зачётных единиц	108 / 3

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.

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 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.

3. 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

4. Образовательные технологии

Мультимедиа, расчётные, с использованием ЭВМ