

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.02 Численная линейная алгебра

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

01.04.02.08 Анализ данных и математическое моделирование

Форма обучения

очная

Год набора

2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов навыков и знаний для освоения и анализа существующих численных алгоритмов линейной алгебры и разработки собственных алгоритмов решения возникающих перед ними в различных отраслях науки и технологии задач.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

1) Ознакомление студентов с теорией и существующими алгоритмами решения вычислительных задач линейной алгебры.

2) Ознакомление студентов с существующими программными комплексами и библиотеками подпрограмм решения указанных задач.

3) Ознакомление студентов с современными направлениями развития задач численной линейной алгебры.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики.</b>	
ОПК-1.1: Знать: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационные технологии и основы работы с ними.	классические и современные вычислительные методы линейной алгебры
ОПК-1.2: Уметь: использовать методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики для решения задач фундаментальной и прикладной математики; использовать информационные технологии при решении задач фундаментальной и прикладной математики.	выбирать наиболее подходящие численные методы линейной алгебры для решения прикладных задач

ОПК-1.3: Владеть: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационными технологиями и основами их использования.	программированием численных алгоритмов с использованием библиотек подпрограмм и математических пакетов для решения прикладных задач

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>3,5 (126)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Предварительные сведения</b>									
	1. Основные цели и задачи численной линейной алгебры	1							
	2. Особенности представления действительных чисел в ЭВМ	1							
	3. Особенности работы с числами с плавающей запятой			2					
	4. Предварительные сведения из линейной алгебры. Каноническая форма матриц. Сингулярное разложение матриц. Нормы векторов и матриц.	1							
	5. Каноническая форма матриц. Сингулярное разложение матриц. Нормы векторов и матриц.			2					
	6. Решение типовых задач по разделу "Предварительные сведения"							16	
<b>2. Точные методы численной линейной алгебры</b>									
	1. Метод Гаусса. Основные виды LU-разложения.	1							

2. Метод Гаусса. Основные виды LU-разложения.			2					
3. Отражения Хаусхолдера. QR-разложение.	1							
4. Отражения Хаусхолдера. QR-разложение.			2					
5. Приведение матрицы к двухдиагональному виду. Компактная форма метода Гаусса, QR-разложения, двухдиагонального разложения.	1							
6. Приведение матрицы к двухдиагональному виду. Компактная форма метода Гаусса, QR-разложения, двухдиагонального разложения.			2					
7. Ортогонализация Грамма-Шмидта. Вращения Гивенса.	1							
8. Ортогонализация Грамма-Шмидта. Вращения Гивенса.			2					
9. Число обусловленности матрицы. Оценка погрешности решения. Устойчивость. Примеры устойчивых и неустойчивых алгоритмов. Доказательство устойчивости метода отражений.	1							
10. Число обусловленности матрицы. Оценка погрешности решения. Устойчивость. Примеры устойчивых и неустойчивых алгоритмов. Доказательство устойчивости метода отражений.			2					
11. Решение типовых задач по разделу "Точные методы численной линейной алгебры"							36	
<b>3. Проблема собственных значений</b>								
1. Проблема собственных значений. Степенной алгоритм.	1							
2. Проблема собственных значений. Степенной алгоритм.			2					

3. Гессенбергова форма матрицы. Использование отражений Хаусхолдера для приведения матрицы к Гессенберговой форме.	1							
4. Гессенбергова форма матрицы. Использование отражений Хаусхолдера для приведения матрицы к Гессенберговой форме.			2					
5. QR-алгоритм для решения полной проблемы собственных чисел. Неявный QR-алгоритм. QR-алгоритм для нахождения сингулярных чисел матрицы.	1							
6. QR-алгоритм для решения полной проблемы собственных чисел. Неявный QR-алгоритм. QR-алгоритм для нахождения сингулярных чисел матрицы.			2					
7. Решение типовых задач по разделу "Проблема собственных значений"							18	
<b>4. Итерационные методы численной линейной алгебры</b>								
1. Принцип сжимающих отображений. Стационарные итерационные методы.	1							
2. Принцип сжимающих отображений. Стационарные итерационные методы.			2					
3. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод сопряженных градиентов.	1							
4. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений.			2					
5. Метод сопряженных градиентов.			2					
6. Пространства Крылова. Анализ сходимости метода сопряженных градиентов.	1							
7. Пространства Крылова. Анализ сходимости метода сопряженных градиентов.			2					



8. Решение типовых задач по разделу "Итерационные методы численной линейной алгебры"							28	
<b>5. Метод наименьших квадратов</b>								
1. Задачи и алгоритмы линейной алгебры с прямоугольной матрицей. Метод наименьших квадратов. Псевдообратная матрица. Нахождение решений СЛАУ минимальной нормы.	1							
2. Задачи и алгоритмы линейной алгебры с прямоугольной матрицей. Метод наименьших квадратов. Псевдообратная матрица. Нахождение решений СЛАУ минимальной нормы.			2					
3. Различные варианты задачи наименьших квадратов и их свойства.	1							
4. Различные варианты задачи наименьших квадратов и их свойства.			2					
5. Последовательный метод решения задач наименьших квадратов. Фильтр Кальмана.	1							
6. Последовательный метод решения задач наименьших квадратов. Фильтр Кальмана.			2					
7. Алгоритмы предобуславливания и регуляризации.	1							
8. Алгоритмы предобуславливания и регуляризации.			2					
9. Решение типовых задач по разделу "Метод наименьших квадратов"							28	
Всего	18		36				126	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Лоусон Ч. Л., Хенсон Р. Д. Численное решение задач метода наименьших квадратов: перевод с английского(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
2. Годунов С. К. Решение систем линейных уравнений: монография (Новосибирск: Наука. Сибирское отделение [СО]).
3. Распопов В. Е., Клунникова М. М., Сапожников В. А. Численные методы: учебное пособие(Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).
4. Фаддеев Д. К., Фаддеева В. Н. Вычислительные методы линейной алгебры: учебник(Москва: Лань).
5. Курош А.Г. Курс высшей алгебры: учебник для вузов по специальностям "Математика", "Прикладная математика"(Санкт-Петербург: Лань).
6. Воеводин В. В. Вычислительные основы линейной алгебры: учебное пособие по специальности "Прикладная математика"(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
7. Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления(Москва: Наука).
8. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы: Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений(Москва: БИНОМ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Среда разработки и компиляторы C/C++
2. Библиотека lapack
3. Система компьютерной алгебры (Mathematica, Maple, рекомендована Maxima)

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Справочники по перечисленному программному обеспечению.
2. Электронные каталоги библиотек (СФУ, РГБ, РНБ).

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий должны быть оборудованы техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации студентам (доска и проектор). Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий должны быть оснащены компьютерной техникой с необходимым программным обеспечением, а помещения для самостоятельной работы обучающихся – компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СФУ.