

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра прикладной
математики и компьютерной
безопасности (ПМКБ_ИКИТ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра прикладной математики
и компьютерной безопасности
(ПМКБ_ИКИТ)**

наименование кафедры

**Кытманов Алексей
Александрович**

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЧИСЛЕННАЯ ЛИНЕЙНАЯ
АЛГЕБРА (NUMERICAL LINEAR
ALGEBRA)**

Дисциплина Б1.О.02 Численная линейная алгебра (Numerical Linear Algebra)

Направление подготовки / 01.04.02 Прикладная математика и
специальность информатика,
программа 01 04 02 09 Data Science and

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

010000 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 01.04.02 Прикладная математика и информатика,
программа 01.04.02.09 Data Science and Mathematical Modeling

Программу
составили

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

| | |
|--|--|
| ОПК-1:Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики. | |
| ОПК-1.1:Знать: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационные технологии и основы работы с ними. | |
| Уровень 1 | Современные методы численной линейной алгебры для решения систем линейных уравнений, задач на собственные значения и линейного метода наименьших квадратов, их преимущества, недостатки и направления совершенствования. |
| ОПК-1.2:Уметь: использовать методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики; использовать информационные технологии при решении задач фундаментальной и прикладной математики. | |
| Уровень 1 | Решать задачи численной линейной алгебры, возникающие из прикладных задач науки и технологии. Анализировать робастность методов. Предлагать усовершенствования к существующим методам. |
| ОПК-1.3:Владеть: методы аналитического и численного решения задач фундаментальной и прикладной математики, информационными технологиями и основами их использования. | |
| Уровень 1 | Современными математическими пакетами программ и библиотеками математических функций для решения задач численной линейной алгебры. |

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для освоения дисциплины необходимы базовые знания в области линейной алгебры, анализа, информатики и программирования. Вся требуемая предварительная информация из разделов линейной алгебры, функционального анализа и программирования изучается студентом в рамках курса.

Изучение данной дисциплины необходимо для успешного освоения следующих дисциплин:

Математическое моделирование

Численный анализ и оптимизация

Математические модели в МСС

Алгоритмы компьютерной алгебры для дифференциальных уравнений

Математическое моделирование (Mathematical Modeling)

Численный анализ и оптимизация (Numerical Analysis and Optimization)

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Английский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | Семестр |
|--|--|------------------|
| | | 1 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 6 (216) | 6 (216) |
| Контактная работа с преподавателем: | 1,5 (54) | 1,5 (54) |
| занятия лекционного типа | 0,5 (18) | 0,5 (18) |
| занятия семинарского типа | | |
| в том числе: семинары | | |
| практические занятия | 1 (36) | 1 (36) |
| практикумы | | |
| лабораторные работы | | |
| другие виды контактной работы | | |
| в том числе: групповые консультации | | |
| индивидуальные консультации | | |
| иная внеаудиторная контактная работа: | | |
| групповые занятия | | |
| индивидуальные занятия | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 3,5 (126) | 3,5 (126) |
| изучение теоретического курса (ТО) | | |
| расчетно-графические задания, задачи (РГЗ) | | |
| реферат, эссе (Р) | | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | Нет |
| курсовая работа (КР) | Нет | Нет |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | 1 (36) | 1 (36) |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа (акад. час) | Занятия семинарского типа | | Самостоятельная работа, (акад. час) | Формируемые компетенции |
|-------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------|
| | | | Семинары и/или Практические занятия (акад. час) | Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час) | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Preliminaries | 2 | 4 | 0 | 16 | ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 |
| 2 | Direct methods | 7 | 13 | 0 | 36 | ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 |
| 3 | Eigenvalues problems | 3 | 7 | 0 | 18 | ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 |
| 4 | Iterative methods | 3 | 4 | 0 | 28 | ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 |
| 5 | Least squares problems | 3 | 8 | 0 | 28 | ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 |
| Всего | | 18 | 36 | 0 | 126 | |

3.2 Занятия лекционного типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в академических часах | | |
|-------|----------------------|---|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| 1 | 1 | - Machine number representation; | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | - Basic linear algebra background | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | - LU decomposition. - Backward substitution | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 2 | - Condition number of a triangular matrix; | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-----------|---|--|----|---|---|
| 5 | 2 | - Householder and Givens transformations; | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | - Gramm-Schmidt orthogonalization; | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 2 | - QR decomposition; | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 2 | - Cholesky decomposition;- Bidiagonal decomposition; | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 2 | - Stability analysis; | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 3 | - Power iteration; - Simultaneous iteration; | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 3 | - QR iteration; - Implicit QR iterations; | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 3 | - QR iteration with shifts; | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 4 | - Classical iterative methods overview; | 1 | 0 | 0 |
| 14 | 4 | - Arnoldi and Lancos iteration; | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 4 | - Conjugate gradient iteration; | 1 | 0 | 0 |
| 16 | 4 | - Preconditioning; | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 5 | - Pseudoinverse - Pseudorank of a matrix;matrix; | 1 | 0 | 0 |
| 18 | 5 | - Various forms of least squares problems (full-rank, rank deficient, constrained problems); | 1 | 0 | 0 |
| 19 | 5 | - Approaches to ill-conditioned and ill-posed problems; | 1 | 0 | 0 |
| Результат | | | 18 | 0 | 0 |

3.3 Занятия семинарского типа

| | | | | | |
|--|--|--|---------------------|--|--|
| | | | Объем в акад. часах | | |
|--|--|--|---------------------|--|--|

| | | | Всего | В ТОМ ЧИСЛЕ, В ИННОВАЦИОННОЙ форме | В ТОМ ЧИСЛЕ, В ЭЛЕКТРОННОЙ форме |
|----|---|--|-------|--|---|
| 1 | 1 | - Machine number representation; | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | - Basic linear algebra background | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | - LU decomposition | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 2 | - Backward substitution | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 2 | - Condition number of a triangular matrix; | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 2 | - Householder and Givens transformations; | 2 | 0 | 0 |
| 7 | 2 | - Gramm-Schmidt orthogonalization; | 2 | 0 | 0 |
| 8 | 2 | - QR decomposition; | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 2 | - Cholesky decomposition;- Bidiagonal decomposition; | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 2 | - Stability analysis; | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 3 | - Power iteration; | 2 | 0 | 0 |
| 12 | 3 | - Simultaneous iteration; | 2 | 0 | 0 |
| 13 | 3 | - QR iteration; | 1 | 0 | 0 |
| 14 | 3 | - Implicit QR iterations; | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 3 | - QR iteration with shifts; | 1 | 0 | 0 |
| 16 | 4 | - Classical iterative methods overview; | 1 | 0 | 0 |
| 17 | 4 | - Arnoldi and Lancos iteration; | 1 | 0 | 0 |
| 18 | 4 | - Conjugate gradient iteration; | 1 | 0 | 0 |
| 19 | 4 | - Preconditioning; | 1 | 0 | 0 |
| 20 | 5 | - Pseudoinverse matrix; | 2 | 0 | 0 |
| 21 | 5 | - Pseudorank of a matrix; | 2 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|-------|---|--|----|---|---|
| 22 | 5 | - Various forms of least squares problems (full-rank, rank deficient, constrained problems); | 2 | 0 | 0 |
| 23 | 5 | - Approaches to ill-conditioned and ill-posed problems; | 2 | 0 | 0 |
| Всего | | | 26 | 0 | 0 |

3.4 Лабораторные занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| Всего | | | | | |

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| 6.1. Основная литература | | | |
|--------------------------------|---|--|---|
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л1.1 | Karris S.T. | Numerical analysis using matlab and spreadsheets | S. I: Orchard Publications, 2004 |
| Л1.2 | Gastinel N. | Lineare numerische Analysis | Berlin: Veb Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1972 |
| 6.2. Дополнительная литература | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л2.1 | Brown R. G., Dolciani M. P., Sorgenfrey R. H., Cole W. L., Campbell C., MacDonald Piper J., Aguirre A. C., Gismondi G. G. | Algebra: Book 1: Structure and method | Boston: Houghton Mifflin Company, 1990 |

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В соответствии с учебным планом дисциплина «Численная линейная алгебра» изучается в 1-м семестре. На ее изучение отводится 2 лекционных часа, 2 часа практических занятий и 6 часов самостоятельной работы в неделю.

Самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала) контролируется в форме опросов на практических занятиях.

По окончании изучения дисциплины проводится экзамен в устной форме по билетам.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

| | |
|-------|---|
| 9.1.1 | Среда разработки и компиляторы C/C++ |
| 9.1.2 | Библиотека lapack |
| 9.1.3 | Система компьютерной алгебры (Mathematica, Maple, рекомендована Maxima) |

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

| | |
|-------|---|
| 9.2.1 | Справочники по перечисленному программному обеспечению. |
| 9.2.2 | Электронные каталоги библиотек (СФУ, РГБ, РНБ). |

10 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.