

512.64

Б 93

В.Ф. БУТУЗОВ, Н.Ч. КРУТИЦКАЯ
А.А. ШИШКИН

ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

В ВОПРОСАХ
И ЗАДАЧАХ



В. Ф. БУТУЗОВ, Н. Ч. КРУТИЦКАЯ
А. А. ШИШКИН

ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА В ВОПРОСАХ И ЗАДАЧАХ

Под редакцией В. Ф. БУТУЗОВА

*Рекомендовано Министерством образования
Российской Федерации в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений*



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ
2001

УДК 512.64
ББК 22.143
Б90

Бутузов В. Ф., Крутицкая Н. Ч., Шишкин А. А. **Линейная алгебра в вопросах и задачах**: Учеб. пособие/ Под ред. В. Ф. Бутузова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 248 с. — ISBN 5-9221-0022-X.

Пособие охватывает все разделы курса линейной алгебры. По каждой теме кратко излагаются основные теоретические сведения и предлагаются контрольные вопросы; приводятся решения стандартных и нестандартных задач; даются задачи и упражнения для самостоятельной работы с ответами и указаниями.

Для студентов высших учебных заведений.

Рецензент: кафедра высшей математики Московского энергетического института.

ISBN 5-9221-0022-X

© ФИЗМАТЛИТ, 2001

© В. Ф. Бутузов, Н. Ч. Крутицкая,
А. А. Шишкин, 2001

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
------------------	---

ГЛАВА I

МАТРИЦЫ И ОПРЕДЕЛИТЕЛИ

§ 1. Матрицы.....	5
§ 2. Определители.....	12

ГЛАВА II

ЛИНЕЙНЫЕ ПРОСТРАНСТВА

§ 1. Определение и свойства линейного пространства.....	23
§ 2. Подпространства линейного пространства.....	28
§ 3. Линейная зависимость и независимость элементов линейного пространства	32
§ 4. Базис и координаты. Размерность линейного пространства	38
§ 5. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре.....	43
§ 6. Преобразование базиса и координат	54
§ 7. Изоморфизм линейных пространств.....	59

ГЛАВА III

СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

§ 1. Существование решения системы линейных уравнений.....	63
§ 2. Однородные системы линейных уравнений.....	67
§ 3. Неоднородные системы линейных уравнений.....	74

ГЛАВА IV

ЕВКЛИДОВЫ И УНИТАРНЫЕ ПРОСТРАНСТВА

§ 1. Определение евклидова и унитарного пространства.....	79
§ 2. Ортонормированный базис.....	88
§ 3. Разложение евклидова пространства на прямую сумму взаимно ортогональных подпространств, Альтернатива Фредгольма для квадратной системы линейных уравнений.....	96
§ 4. Ортогональные и унитарные матрицы.....	101

ГЛАВА V

ЛИНЕЙНЫЕ ОПЕРАТОРЫ

§ 1. Линейные операторы в линейном пространстве.....	108
§ 2. Собственные векторы и собственные значения линейных операторов	123
§ 3. Линейные операторы в евклидовом пространстве.....	134
§ 4. Линейные операторы в унитарном пространстве.....	145

ГЛАВА VI

КВАДРАТИЧНЫЕ И БИЛИНЕЙНЫЕ ФОРМЫ

§ 1. Определение квадратичной формы. Канонический вид квадратичной формы.....	157
§ 2. Знакоопределенные квадратичные формы.....	164
§ 3. Билинейные формы.....	167
§ 4. Применение теории квадратичных форм в задачах о приведении к каноническому виду уравнения кривой второго порядка и уравнения поверхности второго порядка.....	175
§ 5. Приведение двух квадратичных форм к каноническому виду одним линейным невырожденным преобразованием	184

ГЛАВА VII

ТЕНЗОРЫ

§ 1. Тензоры в n -мерном линейном пространстве.....	190
§ 2. Тензоры в евклидовом пространстве. Примеры тензорных физических величин.....	201

ГЛАВА VIII

ГРУППЫ

§ 1. Определение группы. Примеры.....	211
§ 2. Группы преобразований.....	216
§ 3. Группа преобразований Лоренца.....	220

Ответы и указания.....	226
------------------------	-----

Предметный указатель.....	243
---------------------------	-----