

УДК 512(075.8)+514(075.8)  
Д 332

Рецензенты

д-р физ.-мат. наук, доцент *С.В. Судоплатов*,  
канд. техн. наук, доцент *В.С. Карманов*

**Денисов В.И.**

Д 332 Алгебра и геометрия. Практикум: учебник / В.И. Денисов, В.М. Чубич, О.С. Черникова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – 307 с. (Серия «Учебники НГТУ»).

ISBN 978-5-7782-3791-9

Учебник содержит необходимый теоретический материал, методические пояснения и рекомендации к решению задач и упражнений по курсу линейной алгебры и аналитической геометрии.

Учебник предназначен для студентов I курса факультета прикладной математики и информатики НГТУ. Может быть также полезен студентам технических специальностей высших учебных заведений с повышенной математической подготовкой.

**УДК 512(075.8)+514(075.8)**

**ISBN 978-5-7782-3791-9**

© Денисов В.И., Чубич В.М.,  
Черникова О.С., 2018  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	7
Указатель основных обозначений .....	8
<b>Глава 1. Комплексные числа</b> .....	11
Комплексные числа и действия с ними .....	11
<b>Глава 2. Матрицы и определители</b> .....	17
§ 2.1. Действия с матрицами .....	17
§ 2.2. Определение и простейшие свойства определителей .....	23
§ 2.3. Миноры, алгебраические дополнения и теорема Лапласа .....	30
§ 2.4. Крамеровские системы линейных уравнений. Обратные матрицы .....	35
<b>Глава 3. Линейные пространства</b> .....	41
§ 3.1. Определение линейного пространства .....	41
§ 3.2. Линейная зависимость векторов .....	47
§ 3.3. Эквивалентные системы векторов .....	52
§ 3.4. Базис и размерность линейного пространства .....	56
§ 3.5. Подпространства линейного пространства. Сумма и пересечение под- пространств .....	64
<b>Глава 4. Системы линейных уравнений</b> .....	71
§ 4.1. Ранг матрицы. Однородные системы. Фундаментальная система решений .....	71
§ 4.2. Неоднородные системы. Теорема Кронекера–Капелли .....	76
<b>Глава 5. Евклидовы и унитарные пространства</b> .....	81
§ 5.1. Определение евклидова пространства .....	81
§ 5.2. Длины и углы. Ортогональность. Процесс ортогонализации Грама– Шмидта. Ортонормированный базис .....	85
§ 5.3. Ортогональное дополнение. Ортогональные суммы подпространств .....	92
§ 5.4. Унитарное пространство .....	98



<b>Глава 6. Квадратичные формы</b>	103
§ 6.1. Билинейные формы. Приведение квадратичных форм к каноническому виду методом Лагранжа	103
§ 6.2. Приведение квадратичных форм к каноническому виду методом Якоби. Знакоопределенные квадратичные формы	111
<b>Глава 7. Линейные операторы в линейных пространствах</b>	117
§ 7.1. Определение линейного оператора. Матрица линейного оператора	117
§ 7.2. Связь между координатами вектора-образа и вектора-прообраза. Ядро и образ линейного оператора	125
§ 7.3. Связь между матрицами линейного оператора в разных базисах. Действия с линейными операторами	131
§ 7.4. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора	138
§ 7.5. Линейные операторы простой структуры	144
§ 7.6. Линейные операторы в унитарных и евклидовых пространствах	149
<b>Глава 8. Элементы аналитической геометрии</b>	171
§ 8.1. Прямые в аффинном пространстве	171
§ 8.2. Плоскости в аффинном пространстве	184
§ 8.3. Прямые и плоскости в аффинном пространстве	192
§ 8.4. Кривые второго порядка	198
§ 8.5. Поверхности второго порядка	214
<b>Глава 9. Канонический вид линейных операторов</b>	229
§ 9.1. Жорданова нормальная форма матриц	229
§ 9.2. $\lambda$ -матрицы	236
<b>Глава 10. Функции от матриц</b>	245
Вычисление значений функций от матриц различными способами	245
Ответы и указания	252
Библиографический список	300
Предметный указатель	302