

УДК 517.1(075.8)

ББК 22.151.5

К19

*Рецензенты:*

профессор В. И. Елкин, профессор Е. В. Шикин

**Канатников, А. Н.**

**К19** Аналитическая геометрия : учебник для вузов / А. Н. Канатников, А. П. Крищенко ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. — 9-е изд. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. — 374, [2] с. : ил. — (Математика в техническом университете ; вып. 3).

(Сер. Математика в техническом университете; вып. 3).

ISBN 978-5-7038-3845-7

ISBN 978-5-7038-4904-0 (вып. 3)

Книга является третьим выпуском серии «Математика в техническом университете» и знакомит читателя с основными понятиями векторной алгебры и ее приложений, теории матриц и определителей, систем линейных алгебраических уравнений, кривых и поверхностей второго порядка. Материал изложен в объеме, необходимом на начальном этапе подготовки студента технического университета.

Содержание учебника соответствует курсу лекций, который читается в МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Для студентов технических университетов. Может быть полезен преподавателям и аспирантам.

УДК 517.1(075.8)

ББК 22.151.5

ISBN 978-5-7038-4904-0 (вып. 3)

ISBN 978-5-7038-3845-7

© Канатников А. Н., Крищенко А. П., 2000

© Канатников А. Н., Крищенко А. П., 2011,  
с изменениями

© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	5
<b>Основные обозначения</b> .....	9
<b>1. Линейные операции над векторами</b> .....	13
1.1. Векторные и скалярные величины .....	13
1.2. Типы векторов и их взаимное расположение .....	15
1.3. Линейные операции и их свойства .....	17
1.4. Ортогональная проекция .....	23
1.5. Линейная зависимость и независимость векторов	26
1.6. Базис .....	32
1.7. Вычисления в координатах .....	35
Вопросы и задачи .....	40
<b>2. Произведения векторов</b> .....	42
2.1. Определители второго и третьего порядков .....	42
2.2. Скалярное произведение .....	47
2.3. Векторное произведение .....	53
2.4. Смешанное произведение .....	63
2.5. Приложения произведений векторов .....	67
Д.2.1. Двойное векторное произведение .....	69
Вопросы и задачи .....	71
<b>3. Системы координат</b> .....	74
3.1. Декартова система координат .....	74
3.2. Преобразование прямоугольных координат .....	76
3.3. Простейшие задачи аналитической геометрии ....	81
3.4. Вычисление площадей и объемов .....	84
3.5. Кривые и поверхности .....	86
3.6. Полярная система координат .....	91
3.7. Цилиндрическая и сферическая системы	
координат .....	93
Вопросы и задачи .....	96

<b>4. Прямая на плоскости .....</b>	<b>99</b>
4.1. Алгебраические кривые первого порядка .....	99
4.2. Специальные виды уравнения прямой .....	102
4.3. Взаимное расположение двух прямых .....	106
4.4. Расстояние от точки до прямой .....	108
Вопросы и задачи .....	111
<b>5. Прямая и плоскость в пространстве .....</b>	<b>113</b>
5.1. Алгебраические поверхности первого порядка ..	113
5.2. Специальные виды уравнения плоскости .....	116
5.3. Уравнения прямой в пространстве .....	120
5.4. Взаимное расположение прямых и плоскостей ...	127
5.5. Расстояние до плоскости и до прямой .....	135
Д.5.1. Пучки и связки .....	139
Вопросы и задачи .....	144
<b>6. Матрицы и операции над ними .....</b>	<b>147</b>
6.1. Виды матриц .....	147
6.2. Линейные операции над матрицами .....	151
6.3. Транспонирование матриц .....	154
6.4. Умножение матриц .....	156
6.5. Блочные матрицы .....	161
6.6. Прямая сумма матриц .....	164
6.7. Линейная зависимость строк и столбцов .....	165
6.8. Элементарные преобразования матриц .....	167
Вопросы и задачи .....	171
<b>7. Определители .....</b>	<b>174</b>
7.1. Определители $n$ -го порядка .....	174
7.2. Свойства определителей .....	178
7.3. Методы вычисления определителей .....	197
Вопросы и задачи .....	207
<b>8. Обратная матрица и ранг матрицы .....</b>	<b>209</b>
8.1. Обратная матрица и ее свойства .....	209
8.2. Вычисление обратной матрицы .....	211
8.3. Решение матричных уравнений .....	214
8.4. Ранг матрицы .....	217
8.5. Теорема о базисном миноре .....	221

8.6. Вычисление ранга матрицы .....	225
Вопросы и задачи .....	231
<b>9. Системы линейных алгебраических уравнений .....</b>	<b>234</b>
9.1. Основные определения .....	234
9.2. Формы записи СЛАУ .....	236
9.3. Критерий совместности СЛАУ .....	237
9.4. Формулы Крамера .....	239
9.5. Однородные системы .....	241
9.6. Неоднородные системы .....	248
9.7. Как решать СЛАУ? .....	251
Д.9.1. СЛАУ с комплексными коэффициентами .....	258
Вопросы и задачи .....	259
<b>10. Численные методы решения СЛАУ .....</b>	<b>261</b>
10.1. Проблемы, связанные с вычислениями .....	261
10.2. Прямые и итерационные методы решения СЛАУ .....	263
10.3. Метод Гаусса .....	264
10.4. Особенности метода Гаусса .....	268
10.5. Метод прогонки .....	275
Д.10.1. Мультипликативные разложения матриц .....	277
Вопросы и задачи .....	282
<b>11. Кривые второго порядка .....</b>	<b>284</b>
11.1. Эллипс .....	284
11.2. Гипербола .....	294
11.3. Парабола .....	309
11.4. Неполные уравнения кривой второго порядка	312
Д.11.1. Полярные уравнения .....	323
Вопросы и задачи .....	325
<b>12. Поверхности второго порядка .....</b>	<b>327</b>
12.1. Поверхность вращения и преобразование сжатия .....	327
12.2. Эллипсоиды .....	329
12.3. Гиперболоиды .....	331
12.4. Эллиптические параболоиды .....	333
12.5. Конусы .....	334

---

12.6. Цилиндрические поверхности .....	335
12.7. Метод сечений .....	338
12.8. Неполные уравнения поверхности второго порядка .....	343
Д.12.1. Конические и линейчатые поверхности .....	350
Д.12.2. Конические сечения .....	356
Вопросы и задачи .....	360
<b>Список рекомендуемой литературы .....</b>	<b>362</b>
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>364</b>