

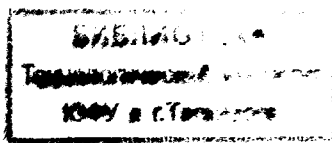
О.О. Барабанов
Л.П. Барабанова

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ДАЛЬНОМЕРНОЙ НАВИГАЦИИ



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2007

УДК 629.7
ББК 39.67
Б 87



Барабанов О.О., Барабанова Л.П. **Математические задачи дальномерной навигации.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 272 с. — ISBN 978-5-9221-0874-4.

Монография посвящена методам разностно-дальномерного местоопределения. Приведен современный математический аппарат для решения задач одномерной дальномерной навигации.

Настоящая книга адресована инженерам-разработчикам современных измерительных систем, а также математикам, интересующимся вопросами измерений и, в частности, навигации. Книгу можно использовать в качестве учебного пособия по общему курсу математики для любых технических специальностей (две первых главы) и для организации спецкурсов и элективов в высших учебных заведениях соответствующего профиля.

530.977

Научное издание

БАРАБАНОВ Олег Олегович

БАРАБАНОВА Любовь Петровна

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ДАЛЬНОМЕРНОЙ НАВИГАЦИИ

Редактор *В.В. Панюхин*

Оригинал-макет: *А.М. Садовский*

Оформление переплета: *Н.В. Гришина*

Подписано в печать 08.08.07. Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 17. Уч.-изд. л. 18,7. Тираж 100 экз. Заказ № 3986.

Издательская фирма «Физико-математическая литература»

МАИК «Наука/Интерпериодика»

117997, Москва, ул. Профсоюзная, 90

E-mail: fizmat@maik.ru, fmlsale@maik.ru;

<http://www.fml.ru>

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ОАО «Ивановская областная типография»

153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6

E-mail: 091-018@adminnet.ivanovo.ru

ISBN 978-5-9221-0874-4



9 785922 108744

ISBN 978-5-9221-0874-4

© ФИЗМАТЛИТ, 2007

© О.О. Барабанов, Л.П. Барабанова, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Введение	7
Глава 1. Сведения из алгебры	10
§ 1.1. Геометрия линейного пространства	10
1.1.1. Линейное пространство (10). 1.1.2. Линейные множе- ства (14). 1.1.3. Аффинные множества (15). 1.1.4. Выпуклые множества (21). 1.1.5. Базис и размерность (23). 1.1.6. Линей- ные функционалы (28).	
§ 1.2. Линейные преобразования	34
1.2.1. Общие свойства (34). 1.2.2. Конечномерный случай (37). 1.2.3. Алгебра операторов и матриц (40). 1.2.4. Системы ли- нейных уравнений (43). 1.2.5. Определитель 2-го порядка (47). 1.2.6. Определители n -го порядка (50).	
Глава 2. Сведения из анализа	57
§ 2.1. Геометрия евклидова пространства	57
2.1.1. Нормированное пространство (57). 2.1.2. Евклидово про- странство (59). 2.1.3. Задача о наилучшем приближении (63). 2.1.4. Координатное приближение. Объём. Метод наименьших квадратов (65).	
§ 2.2. Линейные преобразования и квадратичные формы.	69
2.2.1. Ортогональные операторы (69). 2.2.2. Линейная фор- ма (73). 2.2.3. Квадратичная форма (75). 2.2.4. Квадратиче- ская функция (78).	
§ 2.3. Нелинейные преобразования	81
2.3.1. Линеаризация и градиент (81). 2.3.2. Тейлоровское разло- жение (85). 2.3.3. Экстремальные задачи (88). 2.3.4. Гладкие отображения $\mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ (92). 2.3.5. Метод Ньютона (93).	
Глава 3. Сведения из теории вероятностей	96
§ 3.1. Понятие случайной величины	96
§ 3.2. Функция от случайной величины	99
§ 3.3. Метод Монте-Карло	101
§ 3.4. Евклидово пространство случайных величин	104
Глава 4. Ошибки решения систем уравнений	106
§ 4.1. Коэффициент обусловленности	106
§ 4.2. Коэффициент чувствительности	108
§ 4.3. Интерполяционная линейная система	111
§ 4.4. Нелинейная система	114
Глава 5. Адекватный алгоритм	116
§ 5.1. Понятие адекватного алгоритма	116
§ 5.2. Пример: прямая угловая засечка	117
Глава 6. Дальномерная задача	123
§ 6.1. Особенности дальномерной задачи	123
§ 6.2. Коэффициент чувствительности	126
§ 6.3. Алгоритмы решения дальномерной задачи	128
Глава 7. Разностно-дальномерная задача	133
§ 7.1. Постановка задачи	134
§ 7.2. Приведённая форма	135
§ 7.3. Ранговые характеристики критичности	136

Глава 8. Разностно-дальномерная задача для симплекса маяков . . .	139
§ 8.1. Баричесентрическое разбиение пространства	139
§ 8.2. Вспомогательные поля	141
§ 8.3. Асимптотика для v^2	147
§ 8.4. Асимптотика для $D(x)$	151
§ 8.5. Инволюция объект-двойник	155
§ 8.6. Стратификация пространства	159
§ 8.7. Стратификация плоскости	169
§ 8.8. Сценарий возможной катастрофы	170
Глава 9. Разностно-дальномерная задача для компланарных маяков	172
§ 9.1. Теоремы о ранге системы	172
§ 9.2. Выпуклая зависимость маяков	174
§ 9.3. Выпуклая независимость компланарных маяков	176
§ 9.4. Влияние погрешностей измерений	183
Глава 10. Коэффициент чувствительности для разностно-дальномерной задачи	185
§ 10.1. Представления коэффициента чувствительности	185
§ 10.2. Абсолютная минимизация коэффициента геометрии	188
§ 10.3. Полуправильные конфигурации маяков	190
§ 10.4. Минимизация коэффициента геометрии в конусе	192
§ 10.5. Оптимизация коэффициента геометрии по критерию объема	204
Заключение	206
Глава 11. Конечный алгоритм для стандартной разностно-дальномерной задачи	207
§ 11.1. Конечный алгоритм для разностно-дальномерной задачи	207
§ 11.2. Алгоритмы контроля целостности	212
Глава 12. Обработка избыточных наблюдений	215
§ 12.1. Нормальная система	216
§ 12.2. Оптимальные свойства метода наименьших квадратов	219
§ 12.3. Ограничения типа равенство	222
§ 12.4. Рекуррентное оценивание	223
§ 12.5. Оптимизация избыточных измерений	230
§ 12.6. Сингулярное разложение	233
§ 12.7. Матрицы Колмогорова—Мальцева	234
§ 12.8. Нелинейная теория	239
Глава 13. Разностно-дальномерная задача с измерением скорости сигнала	243
Глава 14. Дальномерная навигация в слоистой среде	250
§ 14.1. Экстремальная задача о дальности	251
§ 14.2. Теория двойственности	254
§ 14.3. Прimitивные двусторонние оценки	258
§ 14.4. Общий случай	262
Список литературы	267
Список обозначений	271