

А. П. НЕМИРКО
Л. А. МАНИЛО
А. Н. КАЛИНИЧЕНКО

**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ
АНАЛИЗ
БИОМЕДИЦИНСКИХ
СИГНАЛОВ
И ДАННЫХ**



А. П. НЕМИРКО
Л. А. МАНИЛО
А. Н. КАЛИНИЧЕНКО

**МАТЕМАТИЧЕСКИЙ
АНАЛИЗ
БИОМЕДИЦИНСКИХ
СИГНАЛОВ
И ДАННЫХ**



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2017

УДК 51.761
ББК 32.81, 53.4
Н 50

Немирко А. П., Манило Л. А., Калиниченко А. Н. **Математический анализ биомедицинских сигналов и данных.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 248 с. — ISBN 978-5-9221-1720-3.

В книге рассмотрены математические методы анализа многомерных биомедицинских данных, задачи автоматизации медицинской диагностики методами теории статистических решений, теории таблиц решений и блок-схем алгоритмов. Подробно рассмотрены методы обработки и анализа биомедицинских сигналов и примеры применения анализа таких сигналов в медицинских диагностических и мониторинговых системах.

Книга может быть полезной специалистам, а также студентам и аспирантам соответствующего профиля.

ISBN 978-5-9221-1720-3

© ФИЗМАТЛИТ, 2017

© А. П. Немирко, Л. А. Манило,
А. Н. Калиниченко, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Методы классификации образов и принятия диагностических решений	7
1.1. Методы распознавания образов	7
1.2. Предварительный анализ медицинских данных в пространстве меньшей размерности. Метод главных компонент	15
1.3. Линейный дискриминант Фишера	21
1.4. Дискриминантный анализ многоклассовой задачи с использованием критерия Фишера	29
1.5. Непараметрические методы обучения (алгоритм персептрона)	35
1.6. Построение линейных разделяющих функций с применением методов линейного программирования	41
1.7. Выравнивание символьных последовательностей	46
1.8. Медицинская диагностика на основе теории статистических решений	52
1.9. Таблицы решений и блок-схемы алгоритмов в медицинской диагностике	58
1.10. Характеристики точности и цены диагностики	68
1.11. Базы данных физиологических сигналов physionet.org	73
Глава 2. Методы анализа биомедицинских сигналов	79
2.1. Дискретизация и квантование сигналов	79
2.2. Цифровая фильтрация сигналов	86
2.3. Цифровые методы спектрального оценивания сигналов	118
2.4. Получение цифровых оценок корреляционных функций	129
2.5. Идентификация сложных биосигналов с использованием оценок условной энтропии	133
2.6. Распознавание биосигналов с нелинейными свойствами по параметрам аппроксимированной энтропии	138
2.7. Анализ фазовых портретов биомедицинских сигналов	150

Глава 3. Анализ электрокардиографических сигналов в мониторинговых и диагностических системах	161
3.1. Основные задачи и этапы непрерывного анализа ЭКГ	161
3.2. Характеристики электрокардиосигнала и помех.	163
3.3. Предварительная цифровая фильтрация ЭКГ	166
3.4. Обнаружение опасных аритмий по спектральному описанию электрокардиосигнала	173
3.5. Алгоритм обнаружения QRS-комплекса ЭКГ	179
3.6. Анализ форм ЭКГ и распознавание нарушений ритма	184
3.7. Анализ ишемических изменений ЭКГ	192
Глава 4. Анализ сигналов variability сердечного ритма, электроэнцефалограмм и спирограмм в медицинских системах	196
4.1. Анализ variability сердечного ритма и артериального давления	196
4.2. Анализ ВСР на основе модели управления водителем сердечного ритма.	203
4.3. Оценка глубины анестезии по ЭЭГ на основе спектральной энтропии	211
4.4. Оценка параметров дыхания при искусственной вентиляции легких	224
4.5. Автоматический анализ формы спирографических петель по их сигнатурам	231
Список литературы	239