

Министерство образования и науки Российской Федерации
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

С.В. МОТОРИН, Н.В. ГОЛЫШЕВ, Д.Н. ГОЛЫШЕВ,
С.В. БЕЛАВСКАЯ, Л.И. ЛИСИЦЫНА

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ

Утверждено Редакционно-издательским советом
в качестве учебного пособия для студентов
направления 200300 «Биомедицинская инженерия»

НОВОСИБИРСК
2009

УДК 616-073.7:004(075.8)
Т 382

Коллектив авторов:
С.В. Моторин, Н.В. Гольшев, Д.Н. Гольшев,
С.В. Белавская, Л.И. Лисицына

Рецензенты:
Я.С. Гринберг, д-р физ.-мат. наук, проф.;
В.Л. Полубинский, канд. техн. наук, доц.

Т 382 **Технические методы и средства диагностики и лечения :**
учеб. пособие / С.В. Моторин, Н.В. Гольшев, Д.Н. Гольшев и
др. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. – 224 с.

ISBN 978-5-7782-1293-0

Рассматриваются технические методы и средства обеспечения диагностики и лечебных воздействий в медицине. Основное внимание уделено естественным физическим полям человека, методам их регистрации, обработки и интерпретации. Акцент сделан на диагностические и лечебные свойства электромагнитных полей как самого широкого класса физиологических исследований. Рассмотрены вопросы использования ультразвука и звука, в том числе и технические средства. Приведены некоторые технические решения для рефлексотерапии и электропунктурной диагностики.

Книга предназначена в качестве учебного пособия по курсу «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий» для студентов направления 200300 «Биомедицинская инженерия». Она может быть также полезна инженерам, научным сотрудникам, аспирантам, магистрантам, занимающимся разработкой технических средств диагностических исследований и лечебных воздействий.

Работа подготовлена на кафедре
«Системы сбора и обработки данных»

УДК 616-073.7:004(075.8)

ISBN 978-5-7782-1293-0

© Коллектив авторов, 2009
© Новосибирский государственный
технический университет, 2009

Содержание

Предисловие	7
Список принятых сокращений.....	10
1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА.....	11
Введение.....	11
1.1. Собственные физические поля тела человека и их источники	12
1.2. Электромагнитные поля низкочастотного диапазона.....	16
1.2.1. Электрическое поле человека	16
1.2.2. Магнитное поле	17
1.2.3. Обработка биосигналов	19
1.3. Электромагнитные поля высокочастотного диапазона	21
1.3.1. Механизмы изменения температуры в теле человека.....	21
1.3.2. Инфракрасное излучение.....	22
1.3.3. Электромагнитные волны СВЧ-диапазона	25
1.4. Оптическое излучение тела человека.....	28
1.5. Акустические поля человека.....	30
1.5.1. Низкочастотные механические колебания.....	30
1.5.2. Кохлеарная акустическая эмиссия.....	31
1.5.3. Акустическое излучение ультразвукового диапазона	31
1.6. Экстрасенсорное восприятие физических полей человека	32
2. ДИАГНОСТИКА НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ БИОПОТЕНЦИАЛОВ.....	35
Введение.....	35
2.1. Мембранная теория возникновения биопотенциалов.....	35
2.2. Основные функции сердца	39
2.2.1. Функция автоматизма	39
2.2.2. Функция проводимости	41
2.2.3. Функция возбудимости и рефрактерность волокон миокарда	44
2.2.4. Функция сократимости	45
2.3. Основы электрографии	45
2.3.1. Принцип эквивалентного генератора	45
2.3.2. Физические основы электрокардиографии	46
2.3.3. Электрокардиограмма.....	51
2.3.4. Электроэнцефалография.....	57
3. ЛЕЧЕБНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В ЭЛЕКТРОФИЗИОТЕРАПИИ.....	60
Введение.....	60
3.1. Общие положения	60

3.1.1. Типология методов электро-, магнитофизиотерапии	60
3.1.2. Взаимодействие биоткани и электромагнитного поля	63
3.2. Методы низкочастотной электротерапии	65
3.2.1. Гальванизация и электрофорез.....	65
3.2.2. Виды низкочастотных импульсных воздействий.....	68
3.3. Лечение переменными токами низкой частоты.....	72
3.3.1. Интерференцтерапия.....	72
3.3.2. Синусоидальный модулированный ток.....	72
3.3.3. Переменный ток с шумовым спектром	73
3.4. Воздействие электрическим полем высокого напряжения	74
3.5. Основные методы высокочастотной электротерапии.....	75
3.5.1. Диатермия	76
3.5.2. Дарсонвализация	76
3.5.3. Индуктотермия	77
3.6. Ультравысокочастотная терапия	79
3.6.1. Традиционная УВЧ-терапия.....	79
3.6.2. Импульсная УВЧ-терапия	81
3.7. Микроволновая и дециметровая волновая терапия	82
4. МАГНИТОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ ЛЕЧЕБНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ	87
Введение.....	87
4.1. Действие магнитных полей	88
4.1.1. Прошлое магнитотерапии.....	88
4.1.2. Магнитные поля естественного и искусственного происхождения	89
4.2. Магнитные поля для лечебного воздействия.....	91
4.2.1. Биотропные параметры МП	91
4.2.2. Виды лечебных магнитных полей	94
4.3. Механизм действия магнитных полей.....	96
4.3.1. Ядерно-молекулярный уровень.....	96
4.3.2. Внутриклеточный уровень	96
4.3.3. Тканевый уровень.....	97
4.3.4. Органный уровень	98
4.3.5. Системный уровень	98
4.3.6. Межсистемный и общесистемный уровни.....	99
4.4. Структура магнитотерапевтических аппаратов и систем.....	100
4.4.1. Магнитотерапевтические аппараты.....	100
4.4.2. Магнитотерапевтические системы общего воздействия	100

4.4.3. Простейшие виды индукторов	101
5. БИОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	
МАГНИТОКАРДИОГРАФИЯ.....	103
Введение.....	103
5.1. Источники магнитных полей	104
5.2. Моделирование магнитных полей биологических объектов	106
5.3. Прямая и обратная задачи биомагнетизма.....	108
5.4. Основные модели источников магнитного поля	113
5.4.1. Магнитный диполь.....	113
5.4.2. Токовый диполь.....	116
5.5. Применимость простейших моделей для анализа электрической активности сердца	120
5.6. Особенности использования пространственной структуры датчика ...	124
5.6.1. Пространственный спектральный подход	125
5.6.2. Пересчет данных в биомагнитных исследованиях.....	127
6. УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЛЕЧЕБНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	132
6.1. Элементы физики ультразвуковых волн.....	133
6.2. Взаимодействие ультразвуковых волн с биологической средой	141
6.3. Режимы, диапазоны частот и мощностей УЗ-колебаний, используемых в медицине	143
6.4. Современные ультразвуковые методы диагностики и лечебных воздействий	144
6.5. Ультразвуковые преобразователи.....	146
6.6. Ультразвуковая медицинская аппаратура.....	147
6.7. Ультразвуковые терапевтические излучатели с малой рабочей площадью	151
6.7.1. Описание конструкции ультразвуковых излучателей с малой рабочей площадью	153
6.7.2. Аналитическая модель расчета интенсивности акустического излучения вблизи резонанса и вдали от него	155
6.7.3. Ослабление интенсивности УЗ-колебаний в биологической ткани при воздействии УЗ-излучателем с малой площадью излучения ...	158
6.7.4. Способ исследования распределения УЗ-энергии в биологической ткани при облучении излучателем.....	161
6.7.5. Результаты анализа теоретических и экспериментальных исследований	165

6.7.6. Сравнительный анализ цилиндрического УЗ-излучателя для внутрисполостного воздействия с многосекционным пластинчатым	174
6.7.7. Исследование взаимного влияния УЗ-излучателя и СВЧ-излучателя при их одновременной работе.....	178
7. ИЗЛУЧАТЕЛЬ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ РЕФЛЕКСОТЕРАПИИ	181
7.1. Конструкция звукового излучателя для рефлексотерапии.....	182
7.2. Результаты исследования звукового излучателя.....	183
7.3. Модель распространения звуковых колебаний в БТ при точечном воздействии	185
7.4. Перспективы использования исследуемого звукового излучателя в многофункциональном устройстве для рефлексотерапии.....	188
8. СВЧ-ИЗЛУЧАТЕЛИ С МАЛОЙ РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДЬЮ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	189
8.1. СВЧ-излучатель для рефлексотерапии.....	189
8.1.1. Описание устройства	190
8.1.2. Результаты экспериментальных исследований	191
8.1.3. Результаты расчета.....	194
8.1.4. Исследование взаимного влияния СВЧ-излучателя и УЗ-излучателя при их одновременной работе.....	197
8.2. СВЧ-излучатель для внутрисполостного воздействия	199
9. СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ И ВРЕМЕННЫМ СОВМЕЩЕНИЕМ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ	206
10. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭЛЕКТРОПУНКТУРНОЙ ДИАГНОСТИКИ.....	211
10.1. Устройства для измерения и оценки параметров биологически активных точек.....	211
10.2. Структура базы данных, предназначенной для диагностики заболеваний с учетом газоразрядных фотографий биологически активных точек	215
Библиографический список.....	220