

УДК 534.7

ББК 22.32

У 51

Авторский коллектив:

Дж. Бэмбер, Р. Дикинсон, Р. Эккерсли, Г. тер Хаар, К. Хилл, С. Лиман, Д. Нассири,
А. П. Сарвазян

Ультразвук в медицине. Физические основы применения / Под ред. К. Хилла, Дж. Бэмбера, Г. тер Хаар. Пер. с англ. под ред. Л. Р. Гаврилова, В.А. Хохловой, О. А. Сапожникова. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 544 с. - ISBN 978-5-9221-0894-2.

В коллективной монографии авторов из Великобритании и США изложены физические основы механизмов биологического действия ультразвука на организм человека и его применений в хирургии и терапии, а также описаны методы визуализации биологических тканей, внутренних органов, движущихся сред и структур в организме человека.

Для физиков, разрабатывающих новые ультразвуковые методы для применения в медицине и биологии, инженеров, создающих ультразвуковую аппаратуру, а также для медиков и биологов, применяющих эти методы и технику. Монография также может быть использована как учебное пособие для студентов и аспирантов, специализирующихся в области медицинской физики.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редакторов перевода	7
Сведения об авторах	10
Предисловие	12
Глава 1. Теоретические основы акустики. С.Дж. Лиман.	15
1.1. Введение	15
1.2. Каноническое неоднородное волновое уравнение линейной акустики	16
1.3. Параметры акустической волны	21
1.4. Некоторые специальные решения	23
1.5. Функция Грина и интеграл Рэлея	27
1.6. Поля ультразвуковых преобразователей	28
1.7. Прохождение через плоские границы	38
1.8. Волны конечной амплитуды	46
Литература	51
Глава 2. Генерация акустических полей и их структура. К.Р. Хилл.	52
2.1. Введение	52
2.2. Пьезоэлектрические преобразователи	53
2.3. Поля «простых» источников непрерывных волн	57
2.4. Импульсные акустические поля	59
2.5. Фокусированные поля	60
2.6. Особенности распространения пучка в теле человека	66
2.7. Формирование пучков с помощью решеток преобразователей	66
2.8. Акустическое поле гибридной системы «Торонто»	69
2.9. Генерация акустических полей для терапии	70
2.10. Величины акустических переменных	72
Литература	74
Глава 3 Регистрация и измерение акустических полей. К.Р. Хилл.	78
3.1. Введение	78
3.2. Пьезоэлектрические устройства	79
3.3. Датчики смещения	85
3.4. Измерение радиационной силы	86
3.5. Калориметрия	91

3.6. Дифракционные оптические методы	92
3.7. Прочие методы и технические приемы измерений.	93
3.8. Измерение биологически эффективных экспозиций и доз	94
Литература	97
Глава 4. Затухание и поглощение. Дж.С. Бэмбер.	100
4.1. Введение.	100
4.2. Сечения взаимодействия ультразвуковой волны с биологической тканью.	101
4.3. Механизмы поглощения продольных ультразвуковых волн	104
4.4. Измерение коэффициентов затухания и поглощения в биологических тканях.	128
4.5. Обзор литературных данных о коэффициентах затухания и поглощения.	155
4.6. Заключение.	170
Литература	171
Глава 5. Скорость звука. Дж.С. Бэмбер.	183
5.1. Введение.	183
5.2. Измерение скорости ультразвука в биологических тканях.	183
5.3. Анализ опубликованных данных о скорости звука	194
5.4. Распространение волн конечной амплитуды (нелинейное распространение).	202
5.5. Заключение.	204
Литература	205
Глава 6. Отражение и рассеяние ультразвука. Р.Дж. Дикинсони Д.К. Нассири	211
6.1. Введение.	211
6.2. Теория рассеяния.	213
6.3. Экспериментальное исследование рассеяния	223
6.4. Модели	231
6.5. Рассеяние и изображение, получаемое при В-сканировании.	235
6.6. Заключение.	239
Литература	241
Глава 7. Физическая химия взаимодействия ультразвука с биологическими тканями. А.П. Сарвазян, К.Р. Хилл.	245
7.1. Введение.	245
7.2. Акустические свойства, отражающие различные уровни организации биологических тканей.	245
7.3. Молекулярные аспекты механики мягких тканей.	247
7.4. Связь ультразвуковых параметров с фундаментальными термодинамическими потенциалами среды	250
7.5. Влияние структуры ткани на распространение продольных и сдвиговых волн	253
7.6. Использование ультразвука для определения параметров (характеристики) тканей	254
Литература	255

Глава 8. Ультразвуковые изображения и восприятие наблюдателя. <i>К.Р. Хилл.</i>	257
8.1. Введение	257
8.2. Количественные критерии при получении и восприятии изображения	258
8.3. Изображение и зрительное восприятие человека	260
8.4. Место ультразвука в медицинских методах визуализации	267
8.5. Систематический подход к интерпретации изображений	268
Литература	271
Глава 9. Методология клинических исследований. <i>К.Р. Хилл, Дж.С. Бэмбер.</i>	273
9.1. Введение	273
9.2. Визуализация и измерение: современное состояние эхо-импульсных методов	274
9.3. Более широкий взгляд на критерии представления изображения	302
9.4. Дальнейшие перспективы ультразвуковой визуализации и параметризации изображений	306
9.5. Заключение	314
Литература	314
Глава 10. Методы визуализации движущихся структур. <i>Р.Дж. Эккерсли, Дж.К. Бэмбер.</i>	322
10.1. Введение	322
10.2. Принципы ультразвуковой регистрации движения	323
10.3. Способы измерения скорости	324
10.4. Методы, основанные на измерении фазовых флуктуаций (доплеровские методы)	325
10.5. Методы, основанные на измерении флуктуаций огибающей сигнала	338
10.6. Методы слежения за фазой	340
10.7. Методы слежения за огибающей	343
10.8. Особенности цветовой визуализации кровотока	344
10.9. Визуализация скорости, не зависящая от угла наблюдения	344
10.10. Визуализация упругих свойств и деформаций в ткани	346
10.11. Критерии оценки качества изображений	347
10.12. Использование контрастных сред	348
10.13. Заключительные замечания	351
Литература	351
Глава 11. Эхография в широком смысле. <i>К.Р. Хилл.</i>	355
11.1. Введение	355
11.2. Макроскопические методы	355
11.3. Акустическая микроскопия	358
Литература	363

Глава 12. Биофизика ультразвука. <i>Г.Р. тер Хаар.</i>	364
12.1. Введение.	364
12.2. Тепловые механизмы.	365
12.3. Кавитация.	373
12.4. Радиационное давление, акустические течения и другие нетепловые механизмы.	391
12.5. Некавитационные источники сдвиговых напряжений.	398
12.6. Наблюдения эффектов нетепловой природы в структурированных тканях.	400
12.7. Тепловые и механические индексы.	406
12.8. Заключение.	408
Литература.	408
Глава 13. Применение ультразвука в терапии и хирургии. <i>Г.Р. тер Хаар.</i>	418
13.1. Введение.	418
13.2. Физиологические основы ультразвуковой терапии.	418
13.3. Физиотерапия.	425
13.4. Воздействие на опухоли с помощью ультразвука.	434
13.5. Хирургия.	439
Литература.	456
Глава 14. Оценка безопасности применения ультразвука в медицине. <i>Г.Р. тер Хаар.</i>	472
14.1. Введение.	472
14.2. Практика и уровни облучения.	472
14.3. Исследования на изолированных клетках.	474
14.4. Исследования на многоклеточных организмах.	478
14.5. Исследования плода человека.	486
14.6. Краткие рекомендации и указания по режимам облучения.	491
14.7. Заключение.	495
Литература.	496
Глава 15. Эпилог. Исторические перспективы. <i>К.Р. Хилл.</i>	505
Литература.	507
Дополнительная литература на русском языке.	509
Указатель обозначений.	513
Предметный указатель.	518