

БНТУ

Научная библиотека



С. А. Филист, О. В. Шаталова

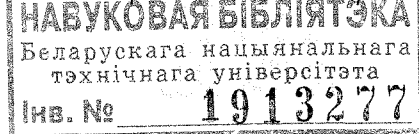
УЗЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И ЭЛЕКТРОДЫ

УЧЕБНИК ДЛЯ ВУЗОВ

2-е издание, переработанное и дополненное

*Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве
учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся*

по инженерно-техническому направлению



Курс с практическими заданиями и дополнительными материалами
доступен на образовательной платформе «Юрайт»,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»

Москва • Юрайт • 2025

Оглавление

Предисловие	7
Введение.....	11
Глава 1. Преобразование и регистрация биомедицинских сигналов	13
1.1. Роль измерительных преобразователей и электродов при выполнении медико-биологических исследований.....	13
1.2. Физические представления о шумах	15
1.3. Датчики.....	17
1.3.1. Понятие датчиков	17
1.3.2. Классификация и основные характеристики датчиков.....	18
1.3.3. Особенности медицинских измерений.....	24
1.4. Основные погрешности датчиков биомедицинских сигналов	27
1.5. Методы уменьшения погрешностей измерений	29
1.5.1. Методы, отрицательной обратной связи.....	30
1.5.2. Методы вспомогательных измерений.....	31
1.5.3. Итерационные методы.....	32
1.5.4. Методы образцовых мер	34
1.5.5. Тестовые методы	36
Вопросы и упражнения к главе 1	40
Глава 2. Измерительные цепи преобразователей биомедицинских сигналов	41
2.1. Измерительные цепи генераторных преобразователей	41
2.2. Измерительные цепи параметрических преобразователей	43
2.3. Измерительные цепи в виде неравновесных мостов	45
2.4. Измерительные цепи в виде равновесных мостов.....	48
2.5. Неравновесные мосты переменного тока	49
2.6. Неравновесные мосты переменного тока с синхронным детектором.....	50
Вопросы и упражнения к главе 2	51
Глава 3. Методы и средства измерения параметров двухполюсников	53
3.1. Анализ задач, связанных с определением значений параметров двухполюсников	53
3.2. Обзор методов и средств измерений значений параметров двухполюсников	58
3.2.1. Общие сведения	58

3.2.2. Мостовые методы измерений значений параметров двухполюсников	59
3.2.3. Инвариантные методы измерения значений параметров двухполюсников	65
3.2.4. Косвенные совокупные измерения значений параметров двухполюсников	69
<i>Вопросы и упражнения к главе 3</i>	71
Глава 4. Тензорезисторы и их применение для исследования медико-биологических сигналов	72
4.1. Физические основы тензорезистивного эффекта	72
4.2. Конструкции тензорезисторов	74
4.2.1. Проволочные тензорезисторы	74
4.2.2. Фольговые преобразователи	77
4.2.3. Полупроводниковые тензорезисторы	80
4.2.4. Эластичные резистивные тензодатчики	80
4.3. Измерительные цепи тензорезисторов	81
<i>Вопросы и упражнения к главе 4</i>	83
Глава 5. Ёмкостные преобразователи	85
5.1. Принцип действия ёмкостных преобразователей	85
5.2. Конструкции ёмкостных преобразователей	89
5.3. Измерительные цепи ёмкостных преобразователей	91
5.4. Поверхностные интегральные акселерометры на основе ёмкостных датчиков	97
<i>Вопросы и упражнения к главе 5</i>	104
Глава 6. Устройство и конструкция пьезоэлектрических преобразователей	105
6.1. Конструкция пьезоэлектрических преобразователей	105
6.2. Эквивалентные схемы пьезоэлектрических преобразователей	107
6.3. Измерительные цепи пьезоэлектрических преобразователей	111
6.4. Использование пьезоэлектрических преобразователей в датчиках артериального давления	115
6.5. Пьезоэлектрические преобразователи для измерения акустических сигналов кровотока	127
6.5.1. Повышение чувствительности датчиков тонов Короткова	132
6.5.2. Об оптимальном сопротивлении нагрузки пьезоэлементов датчиков тонов Короткова	140
6.5.3. Обратная связь в датчиках тонов Короткова	142
6.5.4. Помехи при измерении артериального давления	146
6.5.5. Датчики пульсовой волны	150
<i>Вопросы и упражнения к главе 6</i>	151
Глава 7. Фотоэлектрические измерительные преобразователи в биомедицинских исследованиях	153
7.1. Источники оптического излучения	153
7.2. Фотоприёмники	154

7.2.1. Фотодиодные приёмники излучения и их измерительные цепи.....	154
7.2.2. Фоторезисторы и их измерительные цепи.....	157
7.2.3. Фотометрический датчик	159
7.2.4. Помехи в фотодатчиках	165
7.3. Пульсоксиметр.....	166
7.4. Методы и технические средства для инвазивной оценки показателей и характеристик кровотока.....	171
7.5. Биомедицинские оптоволоконные датчики температуры и давления.....	176
<i>Вопросы и упражнения к главе 7</i>	183
Глава 8. Тепловые преобразователи.....	185
8.1. Основы расчёта тепловых преобразователей.....	185
8.2. Терморезисторы	193
8.2.1. Конструкция терморезисторов.....	193
8.2.2. Измерительные цепи терморезисторов	197
8.3. Термопары	202
8.3.1. Принцип работы и примеры использования	202
8.3.2. Конструкция термопар	204
8.3.3. Измерительные цепи термопар.....	206
8.3.4. Примеры исполнения измерительных каналов.....	207
<i>Задачи и упражнения к главе 8</i>	209
Глава 9. Электроды медицинского назначения.....	210
9.1. Электрические характеристики тканей	210
9.2. Граница раздела между электродом и электролитом	211
9.3. Поляризация.....	216
9.4. Виды электродов и особенности их применения	218
9.4.1. Хлорсеребряный электрод.....	221
9.5. Поверхностные накожные электроды	225
9.5.1. Электроды из пластины металла	225
9.5.2. Присасывающиеся электроды	228
9.5.3. Плавающие электроды	229
9.5.4. Гибкие электроды	230
9.5.5. Внутритканевые электроды.....	232
9.5.6. Электродные матрицы.....	238
9.5.7. Толстоплёночные печатные электроды.....	240
9.6. Эквивалентные схемы биомедицинских электродов.....	243
9.7. Помехи в электродах	246
9.7.1. Классификация помех.....	246
9.7.2. Контакт электрода с кожей и артефакты движения	247
9.8. Микроэлектроды	250
9.8.1. Металлические микроэлектроды	251
9.8.2. Микроэлектроды с металлическим проводником	251
9.8.3. Стекланные микроэлектроды.....	252

9.8.4. Микроэлектроды, изготовленные с помощью микроэлектронных технологий	253
9.9. Электрические свойства микроэлектродов.....	255
Задачи и упражнения к главе 9	260
Глава 10. Электрохимические преобразователи.....	264
10.1. Проводимость электролитов	264
10.1.1. Зависимость проводимости электролитов от концентрации.....	264
10.2. Гальванические преобразователи	267
10.2.1. Измерительные электроды гальванических преобразователей.....	270
10.2.2. Требования к измерительной цепи и методы, коррекции температурной погрешности	272
10.3. Кулонометрические преобразователи.....	275
10.4. Полярографические преобразователи.....	278
10.5. Электрокинетические преобразователи	281
10.5.1. Электрокинетические явления.....	281
10.5.2. Конструкция электрокинетических преобразователей.....	282
Вопросы и упражнения к главе 10	283
Глава 11. Газовые датчики	285
11.1. Термокондуктометрические ячейки.....	285
11.2. Топливная ячейка	288
11.3. Термохимическая (каталитическая) ячейка	288
11.4. Полупроводниковые датчики	292
11.5. Гравиметрические детекторы	296
Вопросы и упражнения к главе 11	300
Пример тестового задания	301
Библиографический список	306
Новые издания по дисциплине «Измерительные преобразователи и электроды» и смежным дисциплинам.....	308