

**УДК 615.47**  
**ББК К967**  
**К 663**

**Рецензенты:**

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник *И. А. Ключиков*  
доктор технических наук, профессор *Е. Н. Коровин*

**Кореневский Н. А., Юлдашев З. М.**  
**К 663 Проектирование биотехнических систем медицинского назначения. Средства оценки состояния биообъектов: учебник / Н. А. Кореневский, З. М. Юлдашев. — Старый Оскол: ТНТ, 2017. — 456 с.**

**ISBN 978-5-94178-561-2**

Рассматриваются вопросы проектирования измерительных систем для оценки состояния биообъектов в биотехнических системах различных типов и назначений. Особое внимание уделено применению средств микроэлектроники и аналоговых интерфейсов.

Основная цель учебника — изложение материала в последовательности и объёме, которые полностью соответствуют требованиям образовательного стандарта по дисциплинам «Проектирование биомедицинской и экологической техники», «Проектирование биотехнических систем медицинского назначения» в рамках направления подготовки «Биотехнические системы и технологии».

Издание также рекомендуется к использованию для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Приборостроение» и специальности «Медицинская кибернетика».

Учебник написан и издаётся при поддержке благотворительного фонда В. Потанина.

**УДК 615.47**  
**ББК К967**

**ISBN 978-5-94178-561-2**

© Кореневский Н. А., Юлдашев З. М., 2017  
© Оформление. ООО «ТНТ», 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	6
<b>СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ</b> .....	8
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	13
<b>ГЛАВА 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ</b> .....	17
1.1. Проблемы регистрации и анализа электрофизиологической информации и общие требования к аппаратуре съёма сигналов биоэлектрической активности ...	17
1.2. Обобщенные схемы аппаратов и систем для электрофизиологических исследований .....	24
1.3. Типовые структуры усилительных каналов .....	29
1.4. Рекомендации по выбору электродных и предварительных усилителей биопотенциалов .....	33
1.5. Схемы фильтрации усилительных каналов .....	45
1.6. Защита входных цепей усилителей биопотенциалов. Экранирование и контроль качества прикрепления электродов ...	50
1.7. Входные цепи, калибраторы и промежуточные усилители ...	57
1.8. Схемотехника блоков воздействия .....	67
1.9. Измерительные преобразователи электрических параметров ...	72
1.9.1. Преобразователи сопротивления в напряжение. Биоимпедансные измерения .....	73
1.9.2. Преобразователи «напряжение–ток» и «ток–напряжение» .....	89
1.9.3. Преобразователи «заряд–напряжение». Электроёмкостные методы исследования .....	93
1.10. Аналогово-цифровое преобразование .....	99
1.11. Проектирование аппаратуры для регистрации биопотенциалов с использованием классических малоразрядных АЦП .....	104
1.12. Проектирование аппаратуры для съёма и обработки биопотенциалов на основе $\Sigma$ - $\Delta$ -АЦП .....	110
1.13. Применение аналоговых интерфейсов при проектировании аппаратуры для регистрации и первичной обработки биопотенциалов .....	123

1.14. Особенности проектирования приборов для биоимпедансных исследований .....	135
1.15. Рекомендации по аппаратно-программному обеспечению систем для электроэнцефалографии .....	161
1.16. Особенности построения компьютерных систем для газоразрядной визуализации .....	168
1.17. Математическое и программное обеспечение компьютерных систем электрофизиологических исследований ...	178
Заключительные рекомендации к первой главе .....	194
Контрольные вопросы к главе 1 .....	197
Рубежный тест 1 «Проектирование аппаратуры для электрофизиологических исследований» .....	198

## **ГЛАВА 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИООБЪЕКТОВ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ...201**

2.1. Обобщенные схемы измерительных приборов для исследования неэлектрических характеристик организма и окружающей среды .....	201
2.2. Проектирование фотометрической клинической и лабораторной техники .....	206
2.2.1. Теоретические основы фотометрии .....	207
2.2.2. Типовые структуры фотометров и их оптико-электрических измерительных преобразователей ...	211
2.2.3. Элементы оптических систем фотометров .....	225
2.2.4. Источники излучения .....	234
2.2.5. Фотоэлектрические преобразователи (фотоприёмники) ...	240
2.2.6. Особенности построения фотоплетизмографов .....	251
2.2.7. Рекомендации по проектированию пульсоксиметров ...	256
2.2.8. Оптическая капнометрия .....	260
2.2.9. Флуоресцентные фотометрические приборы .....	264
2.2.10. Анализаторы неполного внутреннего отражения ...	267
2.2.11. Оптические и оптоакустические томографы .....	272
2.3. Биосенсоры .....	280
2.4. Приборы и системы для исследования механических свойств биообъектов .....	283
2.5. Проектирование узлов биотехнических систем с использованием микроэлектромеханических модулей .....	293
2.6. Приборы для измерения температуры элементов биотехнических систем .....	304

2.7. Приборы для регистрации акустических характеристик биообъекта .....	315
2.8. Многофункциональные мониторы и полиграфы .....	322
2.9. Проектирование портативных физико-химических анализаторов с использованием аналоговых интерфейсов .....	339
2.10. Особенности проектирования приборов ультразвуковой диагностики .....	344
2.10.1. Теоретические основы ультразвуковой биоэхолокации ...	344
2.10.2. Конструктивные особенности ультразвуковых преобразователей .....	351
2.10.3. Методики ультразвуковых исследований, режимы визуализации .....	367
2.10.4. Ультразвуковая доплерография .....	373
2.10.5. Схемотехника ультразвуковых сканеров (томографов) ...	379
2.11. Проектирование аппаратуры для психологических исследований .....	389
2.11.1. Классификация методов психологических исследований и общие требования к аппаратуре психологического тестирования .....	390
2.11.2. Особенности проектирования аппаратуры для психофизических исследований .....	400
2.11.3. Примеры технической реализации приборов и систем для психологических исследований .....	409
2.12. Принципы построения аппаратуры для биомантных измерений .....	419
2.13. Телемедицинские системы .....	429
Заключительные рекомендации ко второй главе .....	441
Контрольные вопросы к главе 2 .....	444
Рубежный тест 2 «Проектирование измерительной техники для исследования неэлектрических характеристик биообъектов и окружающей среды» .....	444
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>448</b>