

УДК 615.47(075)  
ББК 34.7я7  
У34

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Казанского национального исследовательского технологического университета*

*Рецензенты:*  
*директор НПФ «Мединструмент» канд. техн. наук В. П. Вейнов*  
*д-р мед. наук, проф. С. С. Ксембаев*

**Авторы: М. С. Лисаневич, Э. Р. Рахматуллина,  
Р. Ю. Галимзянова, И. Н. Мусин**

**У34** Узлы и элементы биотехнических систем : учебное пособие /  
М. С. Лисаневич [и др.]; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед.  
технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2018. – 88 с.

ISBN 978-5-7882-2330-8

Рассмотрены классификации медицинской техники, основные узлы сопряжения медицинской техники с биообъектом, рабочие узлы, функциональные устройства на операционных усилителях для медицинских изделий.

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» по профилю «Инженерное дело в медико-биологической практике».

Подготовлено на кафедре медицинской инженерии.

**УДК 615.47(075)**  
**ББК 34.7я7**

ISBN 978-5-7882-2330-8

© Лисаневич М. С., Рахматуллина Э. Р.,  
Галимзянова Р. Ю., Мусин И. Н., 2018  
© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2018

## Содержание

Глава 1. КОМПОНЕНТЫ МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕДИЦИНСКОГО ПРИБОРА	5
1.1. Классификации медицинской техники.	5
1.2. Структурная схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации	7
1.2.1. Устройства съема в медицинском аппарате. Электроды	9
1.2.2. Устройства съема в медицинском аппарате. Датчики	12
1.2.3. Усилители	14
1.2.4. Устройства отображения и регистрации медицинской информации. Регистраторы.	17
1.3. Основные характеристики медицинского прибора	19
1.4. Надежность медицинской аппаратуры	20
Тренировочные задания	22
Тестовые задания	24
Глава 2. УЗЛЫ СОПРЯЖЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ С БИООБЪЕКТОМ, РАБОЧИЕ УЗЛЫ	26
2.1. Входные цепи усилителей биопотенциалов	26
2.2. Дифференциальные каскады	26
2.3. Усилители с гальванической развязкой	32
2.4. Подключение усилителей биопотенциалов к микроэлектродам	38
2.5. Генераторы сигналов. Функциональные генераторы	40
2.6. Модуляторы	44
2.7. Особенности технологического процесса проектирования средств медицинской техники с использованием САПР	47
2.8. Основные объекты медицинских изделий, проектируемых с помощью САПР	48
Тренировочные задания	50
Тестовые задания	51
Глава 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ	54
3.1. Линейные узлы математической обработки биологических сигналов	54
3.1.1. Схемы масштабирования и аналоговые сумматоры	54

3.1.2. Усилители переменного тока	56
3.2. Активные электрические фильтры	57
3.3. Линейные преобразователи сигналов	63
3.4. Нелинейные преобразователи аналоговых сигналов	66
3.4.1. Сравнивающие устройства (компараторы)	66
3.4.2. Логарифмирующие и экспоненциальные преобразователи	71
3.4.3. Выпрямители	73
3.4.4. Множительно-делительные устройства	74
3.5. Элементы аналоговой памяти	78
3.5.1. Устройства выборки–хранения	78
3.5.2. Амплитудные (пиковые) детекторы	82
Тренировочные задания	85
Тестовые задания	85
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	88