

Министерство образования и науки РФ  
Алтайский государственный университет

**В. Н. Седалищев**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ  
В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

*УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ*

Барнаул 2017

© В.Н. Седалищев, 2017  
© ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», 2017

сведения об издании

УДК 681.5.08  
ББК 32.965  
С 284

Автор: **Виктор Николаевич Седалищев**

*Рецензенты:*

д.т.н., профессор **С. П. Пронин** (АлтГТУ им. И.И. Ползунова)

д.т.н., профессор **Н. Н. Минакова** (АлтГУ)

**С 284 Седалищев, В.Н.** Физические основы использования колебательных и волновых процессов в измерительных устройствах [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Н. Седалищев; АлтГУ. – Электрон. текст. дан. (4,6 Мб). – Барнаул: ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», 2017. – 1 эл. оп. диск (DVD+R). – Систем. требования: PC, Intel 1 ГГц; 512 Мб опер. памяти; 30 Мб свобод. диск. пространства; DVD-привод; ОС Windows 7 и выше, ПО для чтения pdf-файлов. – Загл. с экрана.

Учебное электронное издание

Учебное пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплины «Измерительные информационные системы», «Микропроцессорные измерительные устройства», а также, может служить справочным пособием для специалистов, разрабатывающих измерительные информационные системы.

© В.Н. Седалищев, 2017  
© ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», 2017

производственно-технические сведения

Публикуется в авторской редакции

Верстка: Я. С. Сергеева

Дата подписания к использованию: 28.10.2016 г.

Объем издания: 4,6 Мб

Комплектация издания: 1 эл. оп. диск (DVD+R)

Тираж 20 дисков

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет  
656049 Барнаул, ул. Димитрова, 66

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## ВВЕДЕНИЕ

## ГЛАВА 1. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА И ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕНЕРАЦИИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

- 1.1 Колебания и особенности их использования для целей измерения
  - 1.1.1 Разновидности колебательных систем
  - 1.1.2 Виды колебаний
  - 1.1.3 Способы представления колебаний
  - 1.1.4 Основные математические соотношения, описывающие колебательные процессы
- 1.2 Генерации и распространения волновых процессов в различных средах
  - 1.2.1 Переход от систем с конечным числом степеней свободы к системам с распределенными параметрами
  - 1.2.2 Общие закономерности генерации и распространения волновых процессов в различных средах

Контрольные вопросы к главе 1

## ГЛАВА 2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ, ОСНОВАННЫХ НА ГЕНЕРАЦИИ И РАСПРОСТРАНЕНИИ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ И ВОЛН В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

- 2.1 Особенности генерации и распространения упругих колебаний и волн в различных средах
- 2.2 Устройство и принцип работы электромеханических датчиков
  - 2.2.1 Струнные измерительные преобразователи
  - 2.2.2 Пьезорезонансные датчики на объемных волнах
  - 2.2.3 Датчики на поверхностных акустических волнах (ПАВ-датчики)
  - 2.2.4 Примеры практического применения электромеханических первичных измерительных преобразователей
- 2.3 Физические основы ультразвуковой измерительной техники
  - 2.3.1 Свойства ультразвука
  - 2.3.2 Излучатели и приемники ультразвука
  - 2.3.3 Методы ультразвуковой дефектоскопии

2.3.4 Способы согласования излучателей и приемников ультразвука со средой

2.3.5 Классификация ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей

2.3.6 Конструктивные особенности пьезоэлектрических преобразователей

2.3.7 Электромагнитные ультразвуковые преобразователи

2.4 Применение ультразвуковых колебаний и волн для измерения неэлектрических величин

2.5 Эффекты взаимодействия звуковых волн со средой

2.5.1 Акустокапиллярный эффект

2.5.2 Акустоэмиссионный эффект

2.6 Применение упругих колебаний и волн для исследования живых объектов

2.7 Особенности генерации и распространения гиперзвуковых волн

Контрольные вопросы к главе 2

## **ГЛАВА 3. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СВЧ И ТЕПЛОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

3.1 Общая характеристика видов электромагнитного излучения

3.2 Примеры использования электрических колебательных контуров и волноводов для целей измерения

3.3 Устройство и принцип работы беспроводных измерительных устройств СВЧ диапазона

3.4 Исследования и разработка детекторов терагерцевого диапазона

3.5 Принципы построения и особенности функционирования тепловых измерительных устройств

3.5.1 Общие понятия теории тепловых явлений

3.5.2 Основы теории тепловых измерительных устройств и примеры их практического использования

Контрольные вопросы к главе 3

## **ГЛАВА 4. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИК ДИАПАЗОНА**

4.1 Общая характеристика излучения ИК диапазона

4.2 Устройство и принцип работы оптических преобразователей температуры

4.3 Особенности измерения излучения ИК диапазона

4.4 Общая характеристика измерительных устройств ИК диапазона

Контрольные вопросы к главе 4

## **ГЛАВА 5. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ**

- 5.1 Элементная база оптоэлектронных приборов и устройств
- 5.2 Источники электромагнитного излучения оптического диапазона
  - 5.2.1 Источники света общего применения
  - 5.2.2 Квантовые генераторы и усилители
  - 5.2.3 Устройство и принцип работы лазеров
- 5.3 Фотоприемники оптического диапазона излучения
  - 5.3.1 Фоторезисторы
  - 5.3.2 Фотодиоды
  - 5.3.3 Фотоэлементы
  - 5.3.4 Фототранзисторы
  - 5.3.5 Фототиристоры
  - 5.3.6 Фотоэлектронные умножители
  - 5.3.7 Видиконы
  - 5.3.8 Оптопары, фотодиодные линейки и матрицы
  - 5.3.9 Фоточувствительный прибор с зарядовой связью

Контрольные вопросы к главе 5

## **ГЛАВА 6. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТОВОЛОКОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

- 6.1 Особенности распространения электромагнитных волн в полых волноводах
- 6.2 Особенности распространения световых волн в диэлектрическом волноводе
- 6.3 Причины ухудшения пропускающей способности оптических волокон
- 6.4 Волоконно-оптические световоды, кабели, линии связи
  - 6.4.1 Разновидности волоконно-оптических датчиков и области их применения
  - 6.4.2 Протяженные волоконно-оптические датчики (ВОД)
- 6.5 Принципы управления оптическими устройствами
  - 6.5.1 Поляризаторы и оптические затворы
  - 6.5.2 Электрооптические кристаллы
  - 6.5.3 Акустооптические кристаллы
  - 6.5.4 Жидкие кристаллы
- 6.6 Устройства отображения информации
  - 6.6.1 Жидкокристаллические мониторы (LCD)

6.6.2 Плазменные телевизионные панели (PDP)

6.6.3 Плазменные модули

6.6.4 Светодиодные экраны

6.6.5 Оптоэлектронные индикаторы

Контрольные вопросы к главе 6

## **ГЛАВА 7. ПРИМЕНЕНИЕ В ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ ЯВЛЕНИЙ ДИСПЕРСИИ, ДИФРАКЦИИ И ИНТЕРФЕРЕНЦИИ**

7.1 Среды, различающие цвет

7.2 Физические основы интерферометрии

7.2.1 Интерферометр Майкельсона

7.2.2 Интерферометр Рэлея и его модификации

Контрольные вопросы к главе 7

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**