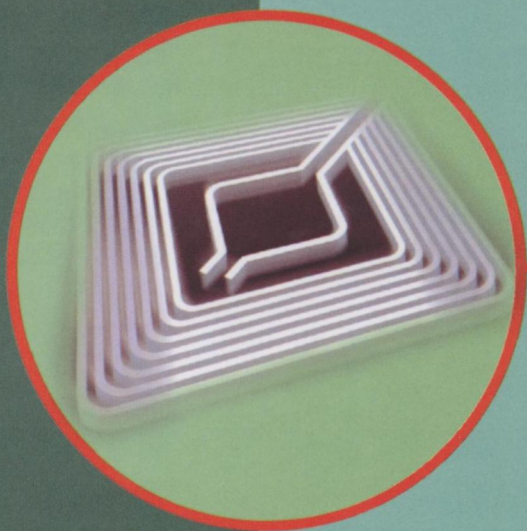


**RFID**

**ПЕРЕИЗЛУЧАЮЩИЕ  
СИСТЕМЫ  
РАДИОЧАСТОТНОЙ  
ИДЕНТИФИКАЦИИ  
ПОВЫШЕННОЙ  
ДАЛЬНОСТИ  
ДЕЙСТВИЯ**



**А. А. Резнев  
Ю. Г. Тратас  
Н. Б. Бочкарев**

**А. А. Резнев,  
Ю. Г. Тратас,  
Н. Б. Бочкарев**

**ПЕРЕИЗЛУЧАЮЩИЕ  
СИСТЕМЫ  
РАДИОЧАСТОТНОЙ  
ИДЕНТИФИКАЦИИ  
ПОВЫШЕННОЙ  
ДАЛЬНОСТИ  
ДЕЙСТВИЯ**

**Москва  
Радиотехника  
2013**

УДК 621.396.6(035)

ББК 32.844

Р 34

**Р е ц е н з е н т ы :**

академик РАН *А.С. Бугаев*  
д.т.н., проф. *Е.А. Нижняковский*



Издание осуществлено при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований  
по проекту № 13-08-07003,  
не подлежит продаже

**Резнев А. А., Тратас Ю. Г., Бочкарев Н. Б.**

**Р 34** Переизлучающие системы радиочастотной идентификации повышенной дальности действия. – М.: Радиотехника, 2013. – 176 с. ил.

ISBN 978-5-88070-360-9

Рассмотрены особенности распространения радиосигналов в системах на дальних трассах, представлена модель радиоканала, оценена системная помеха, являющаяся основным ограничивающим фактором в части увеличения дальности. С использованием методов статистической теории связи выполнена оптимизация меток, линейных по отношению к считывающему сигналу, с целью увеличения дальности действия системы. Проведен выбор наилучших форм считывающего сигнала и алгоритмов обработки сигналов в приемном устройстве считывателя. Проанализированы варианты систем, осуществляющие обнаружение меток, различение нескольких меток, передачу дискретных сигналов от метки к считывателю, передачу от них аналоговой информации.

*Книга может быть полезна специалистам, занимающимся созданием новых систем радиочастотной идентификации, а также студентам и аспирантам, проявляющим интерес к системам RFID.*

УДК 621.396.6(035)

ББК 32.844

ISBN 978-5-88070-360-9

© А.А. Резнев, Ю.Г. Тратас, Н.Б. Бочкарев, 2013.

© ЗАО «Издательство «Радиотехника», 2013

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Отзыв о книге .....	6
От авторов .....	7
Введение .....	9
<b>Глава 1</b>	
<b>системы радиочастотной идентификации</b>	
<b>как средство решения задач</b>	
<b>учета, логистики и ограничения доступа .....</b>	<b>12</b>
1.1. Принцип работы, состав, назначение	
и регламентирующие стандарты	
систем радиочастотной идентификации .....	12
1.2. Классификация систем радиочастотной идентификации.....	15
1.3. Примеры реализации систем	
радиочастотной идентификации.....	17
Литература.....	28
<b>Глава 2</b>	
<b>Системы радиочастотной идентификации</b>	
<b>повышенной дальности действия .....</b>	<b>30</b>
2.1. Особенности распространения радиосигналов	
на дальних трассах.....	30
2.2. Модель радиоканала. Системная помеха.....	35
2.3. Энергетические характеристики.....	42
Литература.....	47
<b>Глава 3</b>	
<b>Высокоэффективные системы</b>	
<b>радиочастотной идентификации .....</b>	<b>48</b>
3.1. Оптимизация характеристик линейных пассивных меток	
и формы импульсных считывающих сигналов .....	48
3.2. Оптимизация формы считывающего сигнала.....	53

3.3. Оптимизация характеристик линейных пассивных меток для считывающего сигнала оптимальной формы .....	58
3.4. Оптимизация алгоритмов передачи и приема информации от линейных пассивных меток .....	65
3.4.1. Оптимальное обнаружение и различение линейных пассивных меток .....	65
3.4.2. Оптимизация передачи дискретной информации от линейных меток .....	71
3.4.3. Оптимальный прием аналоговой информации .....	75
3.4.4. Передача аналоговой информации с повышенным качеством приема .....	80
Литература .....	89

## **Глава 4**

### **Узлы ответчиков**

#### **переизлучающей системы**

#### **радиочастотной идентификации..... 91**

4.1. Эффективность микромощных выпрямителей.....	92
4.2. Регенеративный режим работы отражательного модулятора.....	99
4.3. Отражательный модулятор с параметрическим генератором поднесущей частоты.....	105
4.4. Компенсатор системной помехи.....	111
Литература.....	116

## **Глава 5**

### **СВЧ-метки, расчет и проектирование**

#### **линейных меток**

#### **с максимальным коэффициентом**

#### **переизлучения считывающего сигнала..... 118**

5.1. Анализ схем фазовых модуляторов и их оптимизация .....	119
5.2. Реализация схем СВЧ фазовых модуляторов .....	123
5.3. Схемы частотного уплотнения информационных каналов RFID с использованием СВЧ ФМ.....	124
5.4. Уплотнители каналов на основе ФМ.....	130
Литература .....	131

<b>Глава 6</b>	
<b>Принципы построения радиочастотных идентификаторов на поверхностных акустических волнах .....</b>	<b>132</b>
6.1. Акустоэлектронные устройства на ПАВ.....	132
6.2. Реализация устройств радиочастотной идентификации на ПАВ .....	137
6.3. Основные технологии получения ВШП для пассивных радиочастотных меток на ПАВ.....	139
6.3.1. Применение оптической фотолитографии для формирования ВШП.....	139
6.3.2. Наноимпринтная литография .....	140
6.3.3. Электронно-лучевая литография.....	146
6.4. Электрические характеристики линейной задержки на ПАВ .....	151
6.4.1. Параметры согласующих цепей для устройств на ПАВ.....	152
6.4.2. Эффект суммарного отражения от системы кодирующих канавок в ЛЗ на ПАВ.....	155
Литература .....	159
<b>Глава 7</b>	
<b>Нелинейные метки на основе варикапов .....</b>	<b>160</b>
7.1. Метка с параметрическим делением частоты пополам (вариант 1) .....	161
7.2. Метка с некрратным преобразованием частоты.....	167
7.3. Информационный аспект систем с нелинейными метками.....	171
Литература .....	173
<b>Заключение .....</b>	<b>174</b>