

Karl Rothammel

# ANTENNENBUCH



Карл Ротхаммель

# АНТЕННЫ

Перевод с немецкого С.А. Захарченко

Справочное издание

Репринтное издание

ЭКОЛИТ  
2011

УДК 621.396

ББК 32

P79

**Ротхаммель К.**

**P79** Антенны : справочное издание / К. Ротхаммель ; пер. с нем. / Репринтное воспроизведение издания 1998 г. — М. : ЭКОЛИТ, 2011. — 656 с.

**ISBN 978-5-4365-0019-5**

Приводятся сведения об антеннах коротких и ультракоротких волн, рассказывается о методах их настройки и согласования. Даются описания приборов для измерения параметров антенн.

Даны описания новых типов антенн, значительно расширен раздел «Антенны дециметрового и сантиметрового диапазонов».

*Для радиолюбителей-конструкторов и радиоспортсменов.*

**УДК 621.396**

**ББК 32**

Карл Ротхаммель

## **АНТЕННЫ**

Изд. № 4043. Подписано в печать 27.07.2011. Формат 60×90/16.

Гарнитура «Литературная». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 41,0. Уч.-изд. л. 23,0. Тираж 300 экз. Заказ №

ООО «Эколит».

115088, Москва, ул. Новоостاپовская, д. 4, корп. 2.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного издательством электронного оригинал-макета в ГУП МО «Коломенская типография».

140400, Московская обл., г. Коломна, ул. III Интернационала, 2а.

Тел.: 8 (496) 618-69-33, 618-60-16. E-mail: bab40@yandex.ru.

**ISBN 978-5-4365-0019-5**

© Перевод на русский язык, «АСАЧ», 1998

© ООО «Эколит», 2011

## Вступительное слово к изданию

Не для кого не секрет, что ключом к успеху радиолюбителя является эффективная антенна. При современном насыщении радиоловительского эфира это утверждение приобретает еще большее значение, так как слабые сигналы редких позывных глохнут в помехах. Каждый радиолюбитель раньше или позже приходит к выводу, что только с хорошей антенной системой можно достигнуть спортивного успеха. Старое утверждение “Хорошая антенна лучше самого хорошего усилителя” остается, таким образом, в силе.

Оптимальной антенны, которая бы давала хорошие результаты при различных условиях, к сожалению, не существует. Радиолюбитель стоит поэтому всегда перед сложной задачей выбрать из многого числа всевозможных типов и конструкций антенн такую, которая бы соответствовала его требованиям с учетом целей, места размещения, финансовых возможностей и других факторов.

Эта книга поэтому ставит цель быть советником в вопросах, связанных с антеннами, в первую очередь начинающим радиолюбителям. Однако и для “старых волков эфира” эта книга послужит справочником, т.к. отражает интернациональный уровень развития антенной техники.

Особый акцент сделан на общедоступность изложения, при этом теория была сознательно упрощена, а практическим вопросам, наоборот, уделено очень большое внимание.

Положительные отклики об ранних изданиях позволили прийти к выводу, что подобный метод практического изложения материала является наилучшим.

Данное седьмое издание было полностью переработано и существенно расширено. Наряду с многочисленными новыми конструкторскими разработками, читатель найдет также подробные сведения об антеннах для “охоты на лис”, антеннах на подвижных объектах, УКВ антеннах, а также описания приборов для измерения характеристик антенн. Приведены также практические таблицы, примеры расчетов и обширная литература. Остается только надеяться, что эта книга позволит подняться каждому читателю на современный уровень антенной техники.

Если эта книга способствует повышению квалификации радиоспортсменов и всех , кто интересуется радиотехникой, то можно считать ее задачу выполненной.

**Карл Ротхаммель**

# Содержание

Вступительное слово к 7 изданию .....	5
<b>1. Электромагнитные колебания</b> .....	7
1.1. Электромагнитное поле .....	8
1.1.1. Электрическое поле .....	9
1.1.2. Магнитное поле .....	10
1.1.3. Зависимости между электрическим и магнитным полем --	10
1.1.4. Электромагнитное переменное поле .....	10
1.1.5. Плоские волны .....	12
1.1.6. Напряженность поля .....	12
1.1.7. Поляризация электромагнитных волн .....	13
1.1.8. Рефлексия, рефракция и дифракция .....	14
<b>2. Распространение электромагнитных колебаний</b> .....	16
2.1. Атмосфера земли .....	16
2.1.1. Тропосфера .....	16
2.1.2. Стратосфера .....	16
2.1.3. Ионосфера .....	17
2.2. Поверхностные и пространственные волны .....	19
2.2.1. Распространение поверхностных волн .....	20
2.2.2. Распространение пространственных волн .....	20
2.3. Распространение коротких волн и их особенности .....	21
2.3.1. Распространение в 80 – метровом любительском диапазоне .....	23
2.3.2. Распространение в 40 – метровом любительском диапазоне .....	23
2.3.3. Распространение в 20 –метровом любительском диапазоне .....	24
2.3.4. Распространение в 15 – метровом любительском диапазоне .....	24
2.3.5. Распространение в 10 – метровом любительском диапазоне .....	24
2.4. Распространение ультракоротких волн и их особенности .....	25
2.4.1. Квазиоптическое распространение ультракоротких волн .....	25
2.4.2. Дальний прием ультракоротких волн .....	25

2.4.2.1. Влияние тропосферы на распространение ультракоротких волн -----	26
2.4.2.2. Дальний прием через диффузное рассеяние -----	27
2.4.2.3. Отражение ультракоротких волн от метеоритных орбит -----	28
2.4.2.4. Отражение ультракоротких волн от полярного сияния -----	29
2.4.2.5. Отражение ультракоротких волн от нерегулярного (спорадического) E-слоя -----	30
2.4.2.6. Отражение ультракоротких волн от лунной поверхности и спутников -----	30
<b>3. Принцип работы и свойства антенн -----</b>	<b>32</b>
3.1. Полуволновой вибратор (диполь) -----	32
3.1.1. Распределение тока и напряжения в полуволновом вибраторе -----	32
3.1.2. Полное сопротивление (импеданс) антенны -----	34
3.1.3. Сопротивление излучения -----	35
3.1.4. Полуволновой вибратор как колебательный контур -----	36
3.1.5. Коэффициент укорочения -----	38
3.1.6. Эффективная длина (эффективная высота) полуволнового вибратора -----	39
3.2. Направленность и усиление антенн -----	40
3.2.1. Характеристики излучения -----	41
3.2.2. Характеристики излучения полуволнового вибратора ---	43
3.2.2.1. Влияние окружающих предметов на изменение диаграммы направленности горизонтально поляризованных антенн -----	44
3.2.2.2. Влияние окружающих факторов на изменение диаграммы направленности вертикально поляризованных антенн -----	48
3.2.3. Усиление антенны -----	49
3.2.3.1. Определение коэффициента усиления -----	50
3.2.3.2. Эталонные антенны -----	51
3.2.3.3. Зависимость между усилением и направленностью антенны -----	52
<b>4. Формы вибраторов -----</b>	<b>57</b>
4.1. Петлевой вибратор -----	57
4.2. Волновой вибратор -----	61
4.3. Широкополосный вибратор -----	63



<b>5. Питание антенн</b> .....	66
5.1. Линии передач .....	66
5.1.1. Волновое сопротивление линии передач .....	66
5.1.1.1. Диэлектрические характеристики высокочастотных линий передач .....	70
5.1.1.2. Определение волнового сопротивления простыми измерениями .....	71
5.1.2. Двухпроводные линии передач .....	71
5.1.3. Коаксиальные линии передач .....	73
5.1.4. Затухание в высокочастотных линиях передач .....	74
5.1.5. Указания по применению высокочастотных линий передач .....	77
5.1.6. Обозначение линий передач .....	78
5.1.7. Линия передач с одним проводником (Goubau – линия) .....	79
5.2. Физические свойства высокочастотных линий передач ----	83
5.2.1. Распределение напряжения вдоль двухпроводной линии передач .....	84
5.2.2. Дополнительные потери мощности из-за стоячих волн и излучения линии передачи .....	87
5.2.3. Двухпроводная линия в качестве элемента настройки ---	90
5.3. Виды питания антенн .....	93
5.3.1. Согласованная линия передачи .....	94
5.3.2. Настроенные линии передач .....	95
<b>6. Согласующие и трансформирующие элементы</b> .....	100
6.1. Дельта – образная схема согласования (дельта– согласование) .....	100
6.2. Т – образная схема согласования (Т – согласование) ----	102
6.3. Гамма – образная схема согласования (гамма согласование) .....	103
6.4. Омега– образная схема согласования (омега–согласование) .....	104
6.5. Четвертьволновый трансформатор .....	106
6.6. Четвертьволновый согласующий шлейф .....	108
6.6.1. Несимметричный согласующий шлейф .....	114
6.7. Согласование при помощи дискретных радиоэлементов .....	115
6.7.1. Согласующий мост .....	117
6.7.2. Трансформатор Зеефрида .....	117
6.8. Вспомогательные методы согласования антенн .....	118

<b>7. Симметрирующие цепи</b> .....	120
7.1. Четвертьволновый симметрирующий трансформатор ----	120
7.2. Симметрирующий трансформатор .....	121
7.3. Симметрирующий ЕМІ– шлейф .....	121
7.4. Четвертьволновый симметрирующий шлейф .....	122
7.5. Симметрирующая цепь в виде петли .....	122
7.6. Симметрирующий трансформатор .....	123
7.7. Симметрирующее устройство в виде катушки ленточной двухпроводной линии .....	124
7.7.1. Намотанная в катушку ленточная двухпроводная линия в качестве симметрирующего трансформатора .....	125
7.8. Двойной коаксиальный дроссель в качестве симметрирующего устройства .....	126
<b>8. Схемы связей линии передачи с выходным каскадом передатчика</b> .....	130
8.1. Схемы связей выходных каскадов передатчиков для антенн с согласованными линиями передач .....	130
8.1.1. Схемы связей выходных каскадов передатчиков с коаксиальной линией передачи .....	130
8.1.1.1. Расчет $\pi$ – фильтра .....	132
8.1.1.2. Схемы связей выходных каскадов УКВ передатчиков с коаксиальной линией передачи .....	134
8.1.2. Схемы связей выходных каскадов передатчиков с симметричными согласованными линиями передач .....	135
8.2. Схемы связи для антенн с настроенными линиями передачи с выходным каскадом передатчика .....	137
8.3. Заключение .....	142
<b>9. Практика коротковолновых антенн</b> .....	144
<b>10. Конструкции антенн с полуволновым вибратором</b> .....	148
10.1. Однодиапазонные антенны .....	148
10.1.1. Y– образная антенна .....	148
10.1.2. Полуволновой вибратор со скрученной линией питания .....	149
10.1.3. Полуволновой вибратор с питанием через коаксиальный кабель .....	149
10.1.4. Петлевой вибратор .....	150
10.2. Полуволновой вибратор для многодиапазонных антенн .....	151

10.2.1. Антенна “цеппелин” -----	151
10.2.1.1. Многодиапазонная антенна “цеппелин” -----	152
10.2.1.2. Двойная антенна “цеппелин” -----	153
10.2.2. Антенна “виндом” -----	154
10.2.2.1. Многодиапазонная антенна “виндом” -----	158
10.2.3. Согласованная двухдиапазонная антенна -----	159
10.2.4. Согласованная четырехдиапазонная антенна -----	159
10.2.5. Согласованный многодиапазонный вибратор -----	160
10.2.6. Многодиапазонная антенна с питанием через коаксиальный кабель -----	161
10.2.7. Многодиапазонная антенна G5RV -----	162
10.2.8. Многодиапазонная антенна W3DZZ -----	163
10.3. Антенны для диапазонов 80м и 40м с уменьшенными размерами -----	166
10.3.1. Двухдиапазонная Т– образная антенна -----	167
10.3.2. Укороченный вибратор для диапазона 80м и 40м -----	168
10.3.3. Пирамидальная антенна -----	170
10.4. Угловой вибратор с круговой диаграммой направленности -----	172
10.4.1. Волновой угловой вибратор -----	173
<b>11. Антенны в виде длинного провода -----</b>	<b>175</b>
11.1. Многодиапазонная L– образная антенна -----	179
11.2. Антенна с промежуточным контуром (Фукс– антенна) -----	181
11.3. Многодиапазонная антенна DL7AB -----	182
11.4. V– образная антенна -----	184
11.4.1. Антенна V– образная звезда -----	185
11.4.2. Составная V– образная антенна -----	186
11.4.3. V– образная антенна с тупым углом -----	188
11.5. Открытая ромбическая антенна -----	188
<b>12. Аперриодичные антенны -----</b>	<b>190</b>
12.1. Замкнутые антенны в виде длинного провода -----	190
12.2. Антенна T2FD -----	191
12.3. Замкнутая V– образная антенна -----	193
12.4. Замкнутая ромбическая антенна -----	194
12.4.1. Питание ромбической антенны -----	195
12.4.2. Нагрузочное сопротивление -----	195
12.4.3. Конструкция ромбической антенны -----	197
12.4.4. Широкополосность ромбической антенны -----	199
12.4.5. Специальные формы ромбической антенны -----	199

<b>13. Системы полуволновых вибраторов, возбуждаемые синфазно</b> -----	201
13.1. Линейно расположенные вибраторы -----	201
13.2. Составленные системы полуволновых вибраторов (многоэтажные системы) -----	204
13.3. Групповые антенны -----	206
13.4. Практические конструкции направленных проволочных антенн -----	207
13.4.1. Двойной вибратор -----	207
13.4.2. Антенна Франклина -----	208
13.4.3. Н-образная антенна (антенна “Фауль Хейнрих”) -----	209
13.4.3.1. Волновой угловой вибратор -----	211
13.4.3.2. Антенна “двухсторонний квадрат” -----	212
13.4.3.3. 6-элементная антенна -----	214
13.4.3.4. Антенна “штерба” -----	215
<b>14. Направленные проволочные антенны, возбуждаемые в противофазе</b> -----	218
14.1. Направленная антенна W8JK -----	220
14.1.1. Антенна W8JK с элементами в виде шлейфа -----	222
14.2. Направленные антенны с односторонней диаграммой направленности -----	223
14.2.1. Узконаправленная антенна ZL -----	224
14.2.2. Антенна HB9CV -----	226
14.2.3. Двухэлементная направленная антенна с переключаемой диаграммой направленности -----	228
<b>15. Направленные антенны с волновыми вибраторами в виде шлейфа</b> -----	230
15.1 Антенна “двойной квадрат” -----	230
15.1.1. Теория антенны “двойной квадрат” -----	232
15.1.2. Практика антенны “двойной квадрат” -----	234
15.2. Кольцевой излучатель -----	238
15.2.1. 2-элементный кольцевой излучатель -----	239
15.2.2. 3-элементный кольцевой излучатель -----	239
15.3. Антенна G4ZU -----	240
15.4. Антенна “швейцарский двойной квадрат” -----	242
15.4.1. Указания при конструировании антенны “швейцарский двойной квадрат” -----	245

<b>16. Направленные антенны с пассивными элементами, вращающиеся в горизонтальной плоскости</b> .....	248
16.1. Эффективность вращающихся направленных антенн ----	252
16.2. Горизонтальная 2– элементная антенна -----	254
16.3. Горизонтальная 3–элементная антенна -----	256
16.4. Питание вращающихся направленных антенн -----	258
16.5. Несущая конструкция антенны -----	259
16.6. Закрепление направленной антенны на мачте -----	260
16.7. Деревянная конструкция несущего элемента антенны ---	261
<b>17. Направленные антенны с пространственно укороченными элементами</b> .....	263
17.1. Антенна VK2AOU с укороченными размерами -----	265
17.2. Антенна W8YIN с укороченными размерами -----	268
17.3. Укороченная антенна “удочка” для диапазона 10 м -----	270
<b>18. Многодиапазонные вращающиеся направленные антенны</b> ---	271
18.1. 3– диапазонная вращающаяся направленная антенна G4ZU -----	272
18.1.1. Питаемый элемент -----	272
18.1.2. Пассивные элементы многодиапазонных антенн -----	275
18.1.3. Общая схема направленной антенны G4ZU -----	277
18.1.4. Практическая конструкция 3–диапазонной антенны G4ZU -----	279
18.1.5. Модифицированная антенна G4ZU -----	282
18.2. 3–диапазонная антенны VK2AOU -----	283
18.2.1. Размеры элементов антенны VK2AOU -----	285
18.2.2. Настройка 3–диапазонной антенны VK2AOU -----	285
18.3. 3–диапазонная антенна DL1FK -----	288
18.3.1. Питаемый элемент -----	288
18.3.2. Питание антенны -----	289
18.3.3. Пассивные элементы -----	290
18.4. Направленная 3– диапазонная антенна W3DZZ -----	293
18.4.1. Принцип действия -----	295
18.4.2. Конструкция антенны W3DZZ -----	296
18.5. Антенна Уда–Яги для диапазонов 20 и 15 м с шахматным расположением элементов -----	296
18.5.1. 2– диапазонная антенна KH6OR -----	296
18.5.2. 2– диапазонная антенна W8FYR для диапазонов 20м и 15м с шахматным расположением элементов -----	298

18.6. 2–диапазонные антенны Уда–Яги для диапазона 15 и 10 м с шахматным расположением элементов -----	298
18.7. Простые компромиссные многодиапазонные антенны --	298
18.7.1. 3–диапазонная антенна Мария–Малука -----	298
18.7.2. Простые конструкции 2–диапазонных антенн -----	300
18.8. 3–диапазонная антенна “двойной квадрат” -----	301
18.8.1. Элементы антенны -----	303
18.8.2. Питание антенны -----	304
18.8.3. Настройка антенны -----	305
18.9. 3–диапазонная антенна CQ-PA “Двойной квадрат” -----	306
<b>19. Антенны с вертикальной поляризацией -----</b>	<b>311</b>
19.1. Хорошее заземление -----	312
19.2. Основные характеристики четвертьволнового вертикального излучателя -----	315
19.3. Характеристики излучения вертикальных антенн -----	317
19.4. Конструктивные формы вертикальных антенн с круговой диаграммой направленности -----	319
19.4.1. Антенна “Граунд–плейн” -----	319
19.4.1.1. Заземленная антенна “Граунд–плейн” -----	322
19.4.1.2. Вертикальная антенна с тремя радиальными проводниками -----	323
19.4.1.3. Антенна “Граунд–плейн” с несколькими проводниками -----	324
19.4.1.4. Размеры простой антенны “Граунд–плейн” -----	326
19.4.1.5. Удлиненная антенна “Граунд–плейн” -----	328
19.4.1.6. Укороченная антенна “Граунд–плейн” -----	330
19.4.1.7. Антенны “Граунд–плейн”, нагруженные емкостью --	331
19.4.2. Вертикальный полуволновой излучатель и вибраторные ряды -----	332
19.4.2.1. Полуволновой вертикальный вибратор -----	332
19.4.2.2. Вертикальный полуволновой вибратор, питаемый с конца -----	333
19.4.2.3. Вертикальные полуволновые ряды питаемые с конца -----	336
19.4. Направленные антенны вертикальной поляризации -----	337
19.5.1. Двухэлементный вертикальный излучатель -----	337
19.5.2. Двухэлементная вертикальная направленная антенна со сменными элементами -----	338
19.5.3. Направленная антенна с переключением диаграммы направленности (антенна типа QH) -----	339

19.6. Многодиапазонные антенны вертикальной поляризации -----	341
19.6.1. 3–диапазонная переключаемая антенна “граунд–плейн” -----	341
19.6.2. 4–диапазонная антенна “граунд–плейн” без переключателей -----	343
19.6.3. Вертикальная многодиапазонная антенна T2FD -----	346
19.6.4. Многодиапазонные антенны “граунд–плейн” с переключаемыми удлиняющими катушками -----	346
19.7. Антенна DDRR -----	351
<b>20. Выбор подходящей коротковолновой антенны -----</b>	<b>355</b>
20.1. Лучшие антенны для установления дальних связей -----	356
20.2. Определение коэффициента усиления антенны -----	357
<b>21. Ультракотковолновые антенны -----</b>	<b>359</b>
21.1. Поляризация УКВ – антенн -----	359
21.2. Рекомендации при монтаже и применению антенн УКВ диапазона -----	360
21.3. Оптимальный выбор УКВ антенны -----	361
<b>22. Продольные излучатели диапазона 2 метров -----</b>	<b>364</b>
22.1. Направленные антенны с двумя элементами -----	364
22.1.1. Двухэлементная антенна с пассивным рефлектором ---	364
22.1.2. Антенна HB9CV для диапазона 2 м -----	365
22.2. Антенна Уда–Яги -----	366
22.2.1. Антенны Уда–Яги с тремя элементами -----	368
22.2.2. 6–элементная антенна Уда–Яги -----	370
22.3. Многоэлементные (длинные) антенны Уда–Яги -----	370
22.3.1. 5–элементная антенна Уда–Яги с оптимальным коэффициентом усиления -----	371
22.3.2. 9–элементная антенна Уда–Яги -----	372
22.3.3. 10–элементная антенна Уда–Яги -----	373
22.3.4. 11–элементная антенна Уда–Яги -----	375
22.3.5. 24–элементная антенна Уда–Яги подвесной конструкции -----	375
22.4. Многоэтажные антенны Уда–Яги -----	377
22.4.1. Расстояние между этажами -----	378
22.4.2. Питание многоэтажных антенн Уда–Яги -----	379
22.4.3. 2–этажная антенна Уда –Яги OH2EW по схеме 6 x 6 -----	381

22.4.4. 2-этажная антенна Уда-Яги по схеме 4 x 4 -----	382
22.4.5. 2-этажная Уда-Яги антенна DL3FM по схеме 4 x 4 ----	383
22.4.6. 4-этажная антенна Уда-Яги по схеме 4 x 4 x 4 x 4 -----	385
22.4.7. Многоэтажные антенны Уда-Яги с большой длиной траверсы -----	388
22.4.7.1. 2-этажная антенна 5x5 -----	390
<b>23. Групповые многовibratorные антенны -----</b>	<b>391</b>
23.1. Питание групповых антенн -----	392
23.2. Групповые антенны с рефлекторами -----	399
23.3. Групповые антенны с рефлекторными стенками -----	400
23.4. Практические конструкции групповых антенн -----	401
23.4.1. 12-элементная групповая антенна -----	401
23.4.2. 16-элементная групповая антенна -----	402
<b>24. Антенны Уда-Яги и групповые антенны для диапазона 70 см -----</b>	<b>407</b>
24.1. Широкополосная 4-элементная антенна Уда-Яги -----	408
24.2. 4-элементная антенна Уда-Яги с гамма-образной схемой согласования -----	409
24.3. 6-элементная антенна Уда-Яги для 435 МГц -----	410
24.4. 9-элементная антенна Уда-Яги -----	410
24.5. 15-элементная длинная антенна Уда-Яги радиолобителя DL0SZ -----	411
24.6. 18-диапазонная широкополосная антенна Уда-Яги ----	412
24.7. 12-элементная групповая антенна для 70-см диапазона -----	413
<b>25. Антенны с круговой диаграммой направленности для диапазонов УКВ и ДМВ -----</b>	<b>414</b>
25.1. УКВ излучатели вертикальной поляризации -----	414
25.1.1. Коаксиальная антенна -----	415
25.1.2. $\frac{5}{8}\lambda$ излучатель -----	415
25.1.3. Дisko-конусная широкополосная антенна с круговой диаграммой направленности -----	416
25.1.4. Антенна DDRR для диапазона 145 МГц -----	417
25.1.5. Многоэтажные вертикально поляризованные антенны -----	418
25.2. Горизонтально поляризованные УКВ антенны с круговой диаграммой направленности -----	421



25.2.1. Кольцевой вибратор -----	422
25.2.2. Согнутый петлевой вибратор -----	423
25.2.3. Крестообразный вибратор -----	425
25.2.4. Антенна Watwing или “летучая мышь” -----	426
25.2.5. Антенна “мальтийский крест” -----	427
25.2.6. Антенна “большое колесо” (The Big Wheel)-----	430
25.2.7. Антенна “двойная спираль” -----	435
<b>26. Специальные конструкции антенн для диапазонов</b>	
<b>УКВ и ДМВ -----</b>	<b>436</b>
26.1. Плоские вибраторы и их комбинации -----	436
26.1.1. Вибратор “бабочка” -----	439
26.1.2. Веерный вибратор -----	439
26.1.3. Упрощенная рупорная антенна -----	439
26.2. Антенны с рефлекторными решетками -----	441
26.2.1. Широкополосные антенны с рефлекторными решетками -----	443
26.2.2. Двухэтажные широкополосные антенны с рефлекторной решеткой -----	444
26.2.3. Вибратор с уголковым рефлектором -----	446
26.3. Специальные конструкции многоэлементных (длинных) излучателей -----	449
26.3.1. Антенна обратного излучения -----	450
26.3.2. Спиральная антенна -----	452
26.3.3. Логарифмически–периодичные антенны -----	458
26.4. Щелевые антенны -----	466
<b>27. Антенны диапазона УКВ и ДМВ с формой антенн</b>	
<b>КВ диапазона -----</b>	<b>469</b>
27.1. Двухэтажная V–образная антенна для УКВ диапазона -	469
27.2. Ромбические антенны в диапазоне УКВ и ДМВ -----	470
27.3. “Двойной квадрат” для диапазона УКВ -----	473
27.3.1. Простая антенна “двойной квадрат” -----	473
27.3.2. Многоэтажная антенна “двойной квадрат” -----	474
27.3.3. Антенная группа “двойной квадрат” для диапазона 2 м -----	476
27.4. Кольцевой излучатель для диапазона УКВ -----	477
<b>28. Антенны для телевизионного приема -----</b>	<b>479</b>
28.1. 1–элементная антенна -----	481
28.2. 2–элементная антенна -----	482

28.3. 3– элементная антенна -----	483
28.4. 6– элементная Уда–Яги антенна -----	484
28.5. 9– элементная длинная антенна Уда–Яги -----	485
28.6. Многоэтажные антенны -----	486
28.7. 12–элементная групповая антенна -----	487
28.8. УКВ антенны для телевизионного приема -----	488
28.8.1. Широкополосный волновой вибратор типа “бабочка”, размещенный перед рефлекторной решеткой -----	489
28.8.2. Уголкового антенна для телевизионного УКВ диапазона -----	491
28.8.3. Другие конструкции широкополосных телевизионных УКВ антенн -----	492
28.9. Применение симметрирующего полуволнового шлейфа для телевизионных антенн при самостоятельном изготовлении -----	493
<b>29. Радиолобительские антенны на подвижных объектах -----</b>	<b>495</b>
29.1. Антенны для переносных радиостанций -----	495
29.2. Коротковолновые автомобильные антенны -----	496
29.2.1. Конструкции укороченных четвертьволновых излучателей -----	497
29.2.2. Электрические свойства укороченных вертикальных излучателей -----	498
29.2.2.1. Удлиняющая катушка укороченного четвертьволнового излучателя -----	500
29.2.2.2. Согласование укороченного вертикального излучателя с линией питания -----	503
29.2.2.3. Размеры укороченных автомобильных антенн -----	506
29.2.2.4. Укороченные вертикальные антенны с распределенной индуктивностью (спиральные антенны) ----	508
29.3. УКВ автомобильные антенны 511	
29.3.1. УКВ автомобильные антенны с вертикальной поляризацией -----	511
29.3.2. УКВ автомобильные антенны с горизонтальной поляризацией -----	513
29.4. Антенны для “охоты на лис” -----	514
29.4.1. Пеленгующие антенны диапазона 80 м -----	514
29.4.2. Пеленгующие антенны для 2 м диапазона -----	519
<b>30. Подавление паразитных излучений -----</b>	<b>521</b>
30.1. Общие законы при подавлении паразитных излучений -	521

30.2. Мероприятия по подавлению радиопомех -----	522
30.2.1. Фильтр низких частот -----	525
30.2.2. Фильтр высоких частот -----	527
30.2.3. Полосовой фильтр -----	528
30.2.4. Полосовой заграждающий фильтр -----	529
30.2.5. Конструкции антенных фильтров -----	529
<b>31. Измерительные приборы, применяемые в антенной технике -</b>	<b>540</b>
31.1. Гетеродинный индикатор резонанса и другие подобные резонансные приборы -----	540
31.1.1. Одноламповые схемы ГИР универсального применения -----	541
31.1.2. Гетеродинный индикатор резонанса для ДМВ -----	543
31.1.3. Гетеродинный индикатор резонанса в комбинации с вольтметром -----	544
31.1.4. Транзисторный гетеродинный индикатор резонанса --	546
31.2. Направленный ответвитель и рефлектометр -----	546
31.2.1. Характеристики направленного ответвителя -----	548
31.2.2. Схемы рефлектометров и их практические конструкции -----	551
31.2.2.1. Рефлектометр из коаксиального кабеля -----	552
31.2.2.2. Конструкции рефлектометров с жесткими проводниками -----	554
31.2.2.3. Настройка и калибровка рефлектометров -----	558
31.3. Индикаторы стоячих волн в симметричных линиях питания -----	562
31.3.1. Двухламповый индикатор двухпроводных ленточных линий питания (твин – лампа) -----	562
31.3.2. Высокочастотные индикаторы стоячих волн -----	563
31.4. Измерительная линия -----	565
31.5. Мостовые схемы в качестве приборов согласования ----	566
31.5.1. Антенноскоп -----	567
31.5.2. Измеритель параметров антенн и коаксиальных кабелей -----	570
31.5.3. Измерительный мост для замера КСВ с постоянным измерительным сопротивлением -----	572
31.6. Измерители напряженности электромагнитного поля ---	574
31.7. Простые устройства для измерения ВЧ токов и ВЧ напряжений -----	578
31.8. Эквиваленты нагрузки -----	579
31.9. Атенуаторы -----	582

<b>32. Антенные измерения в радиолюбительской практике</b> -----	588
32.1. Измерение стоячих волн с помощью рефлектометра ----	588
32.2. Применение высокочастотных измерительных мостов --	589
32.2.1. Определение резонансной длины и коэффициента укорочения любых линий передачи -----	590
32.2.2. Определение сопротивления на входных зажимах антенны -----	592
32.3. Измерения резонанса с помощью гетеродинного измерителя резонанса (ГИР) -----	595
32.4. Проверка характеристик направленных антенн -----	596
 <b>33. Законные правила по установке антенн</b> -----	 597
 <b>34. Приложение</b> -----	 607
Таблица 34.1. Перерасчет частоты в длину волны и обратно -	607
Таблица 34.2. Перерасчет метров в МГц, диапазон от 10 м до 100 м (шаг 0,1 м) -----	612
Таблица 34.3. Радиолюбительские частотные диапазоны -----	608
Таблица 34.4. Высшие гармоники частот любительских диапазонов -----	609
Таблица 34.5. Геометрическая длина вибратора для коротковолновых любительских диапазонов (в отношении к половине длине волны) -----	610
Таблица 34.6. Формулы для перерасчета длин элементов , по отношению к $\lambda/2$ и $1\lambda$ -----	611
Таблица 34.7. Пересчет отношений напряжений, токов и мощности в Децибеллы (дБ) -----	614
Таблица 34.8. Пересчет отношений напряжения , тока и мощности а Неперы (Нп) -----	615
Таблица 34.9. Перерасчет Непер в Децибелл, Децибелл в Непер -----	616
Таблица 34.10. Телевизионные диапазоны в обоих немецких государствах и в некоторых других европейских странах -----	617
Таблица 34.11. Телевизионные диапазоны в Советском Союзе и в некоторых других восточноевропейских странах --	619
Таблица 34.12. Телевизионные диапазоны в Великобритании -----	619
Таблица 34.13. Телевизионные диапазоны во Франции -----	620
Таблица 34.14. Частотные диапазоны во Франции -----	620

Таблица 34.15. Диапазон УКВ радиовещания и его деление на каналы -----	621
Таблица 34.16. Коаксиальный кабель изготовления VEB Kabelwerk Vacha (ГДР) -----	624
Таблица 34.17. Экранированные симметричные двухпроводные линии изготовления VEB Kabelwerk Vacha (ГДР) -----	628
Таблица 34.18. Симметричные двухпроводные линии передач (плоские линии) изготовления VEB Kabelwerk Vacha (ГДР) -----	628
Таблица 34.19. Коаксиальные кабели советского стандарта --	629
Таблица 34.20. Коаксиальные кабели американского стандарта -----	630
Таблица 34.21. Двухпроводные линии с диэлектриком, американский стандарт -----	630
Таблица 34.22. Пересчет английских футов или дюймов в метры -----	631
Таблица 34.23. Пересчет дробных частей и десятичных значений дюйма в миллиметр -----	632
Таблица 34.24. Американские и английские обозначения проводов. Значения диаметров в дюймах и миллиметрах -----	633
<b>Литература -----</b>	<b>635</b>