

УДК 621.396.67

ББК 32.95

П27

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор, главный научный сотрудник 16 ЦНИИ Минобороны России *Б. Г. Тележный*; канд. воен. наук, доцент кафедры «Радиосистемы и комплексы управления, передачи информации и информационной безопасности» МАИ (Национального исследовательского университета) *В. В. Василевский*

**Перфилов О. Ю.**

**П27** Радиопомехи. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – 110 с.: ил.

**ISBN 978-5-9912-0491-0.**

Систематизированы обширные сведения о радиопомехах различного характера, возникающих в радиосистемах. Рассмотрены различные типы радиопомех – внешние и внутренние, преднамеренные и непреднамеренные (естественные). Приведены оригинальные результаты исследований автора характеристик радиопомех, возникающих в сосредоточенных комплексах радиоэлектронных средств различных типов. При рассмотрении преднамеренных помех описаны силовые радиопомехи, обладающие высоким энергопотенциалом, и интеллектуальные радиопомехи с низким энергопотенциалом. Изложены вопросы, связанные с воздействием на приемные устройства промышленных помех. Рассмотрены механизмы возникновения радиопомех и особенности их распространения. Приведены методики расчета уровней помех при различных механизмах их распространения. Данные представлены с учетом материалов, содержащихся в рекомендации МСЭ-Р Р.452.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» квалификации (степени) «магистр», будет полезно аспирантам, преподавателям и специалистам в области обеспечения электромагнитной совместимости и радиоэлектронной защиты радиосистем.

**ББК 31.19**

Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU

Учебное издание

**Перфилов Олег Юрьевич****РАДИОПОМЕХИ**

Учебное пособие для вузов

Редактор П. Л. Поляков

Компьютерная верстка П. Л. Полякова

Обложка художника В. В. Казюлина

Подписано в печать 18.11.2015. Формат 60×88/16. Уч. изд. л. 6,88. Тираж 500 экз. (2-й завод 100 экз.)  
 ООО «Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком»

ISBN 978-5-9912-0491-0

© О. Ю. Перфилов, 2015, 2017

© Издательство «Горячая линия – Телеком», 2017

## Оглавление

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	5
<b>Глава I. Внешние радиопомехи . . . . .</b>	<b>8</b>
1. Непреднамеренные радиопомехи . . . . .	8
Природные радиопомехи (11). Промышленные радиопомехи (13). Внутриобъектовая ЭМС (22).	
2. Преднамеренные (организованные) радиопомехи . . . . .	28
Силовые радиопомехи (30). Интеллектуальные радиопомехи (31).	
<b>Глава II. Внутренние радиопомехи . . . . .</b>	<b>34</b>
<b>Глава III. Математические модели радиопомех . . . . .</b>	<b>36</b>
1. Импульсные радиопомехи . . . . .	36
2. Узкополосные помехи . . . . .	38
3. Флуктуационные радиопомехи . . . . .	39
4. Пассивные радиопомехи . . . . .	41
<b>Глава IV. Распространение мешающих радиосигналов . . . . .</b>	<b>43</b>
1. Механизмы распространения помех . . . . .	43
2. Методы прогноза уровней мешающих сигналов . . . . .	45
Распространение мешающих сигналов в условиях прямой видимости (46). Распространение мешающих сигналов в условиях дифракции (46). Распространение мешающих сигналов путем тропосферного рассеяния (48). Распространение мешающих сигналов за счет волновода и отражений от слоев (49). Экранирование мешающих сигналов локальными неоднородно-	

стями (49). Распространение мешающих сигналов из-за рассеяния гидрометеорами (50).

Глава V. Технические средства обеспечения ЭМС при воздействии различных помех в системах связи . . . . .	54
Глава VI. Нормативно-технические документы, определяющие нормы на радиопомехи. . . . .	57
Список литературы . . . . .	62
Приложение. Рекомендация МСЭ-Р Р.452-10. Процедура прогнозирования для оценки СВЧ-помех между станциями на поверхности Земли на частотах выше 0,7 ГГц . . . . .	65
Дополнение. . . . .	66
1. Введение . . . . .	66
2. Механизмы распространении помех . . . . .	66
3. Прогнозирование помех при ясном небе (при отсутствии гидрометеоров) . . . . .	69
Общие комментарии (69). Получение прогноза (69).	
4. Модели распространения при ясном небе (при отсутствии гидрометеоров) . . . . .	77
Общие сведения (77). Распространение в пределах прямой видимости (включая краткосрочные эффекты) (77). Дифракция (77). Тропосферное рассеяние (примечания) (79). Волновое распространение/отражение от слоев (79). Дополнительные потери из-за мешающих отражений (81). Вычисление потерь при передаче (85).	
5. Прогнозирование помех рассеяния от гидрометеоров . . . . .	86
Введение (87). Формула потерь при передаче (87). Интегральная функция распределения потерь при передаче (89). Прогнозирование для наихудшего месяца (90).	
Приложение 1 к дополнению. Радиометеорологические данные, необходимые для прогнозирования распространения при ясном небе. .	91
1. Введение . . . . .	91
2. Карты вертикального изменения данных о преломляющей способности радиоволн . . . . .	91
3. Карта преломляющей способности $N_0$ . . . . .	93
4. Выполнение карт в форме компьютерной базы данных . . . . .	93
Приложение 2 к дополнению. Анализ профиля трассы . . . . .	94
1. Введение . . . . .	94
2. Построение профиля трассы . . . . .	94
3. Длина трассы . . . . .	96

---

4. Классификация трасс . . . . .	97
Шаг 1: критерий для загоризонтной трассы (97). Шаг 2: критерий для трассы прямой видимости с дифракцией подтрассы (т. е. без полного устранения первой зоны Френеля) (98).	
5. Вывод параметров из профиля . . . . .	99
Загоризонтные трассы (99).	
Приложение 3 к дополнению. Физические основы модели рассеяния от гидрометеоров . . . . .	102
Приложение 4 к дополнению. Аппроксимация обратной интегральной функции нормального распределения для $x < 0,5$ . . . . .	107