

К 90-летию
Владимира
Александровича
КОТЕЛЬНИКОВА

УДК 621.372

Котельников В.А.

Теория потенциальной помехоустойчивости.— М.:
Радио и связь, 1998. — 152 с.: ил.

ISBN 5-256-01421-8

ISBN 5-256-01421-8

© Котельников В.А., 1998

В. А. КОТЕЛЬНИКОВ

ТЕОРИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1956 ЛЕНИНГРАД

Книга является оригинальной монографией, посвященной теории максимально возможной (потенциальной) помехоустойчивости радиоприемных устройств при различных видах сигналов и флюктуационных помехах. Изложенный в ней материал может быть использован при анализе методов модуляции и радиоприема.

Книга предназначена для научных работников, радиоинженеров и студентов старших курсов вузов.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данная работа является докторской диссертацией автора, рассмотренной на ученом совете Московского энергетического института имени В. М. Молотова в январе 1947 г.

Несмотря на то, что за время, прошедшее с момента написания этой диссертации, появилось много работ, посвященных помехоустойчивости, еще не все вопросы, затронутые в ней, в настоящее время получили освещение в печати. Учитывая большой интерес, проявляемый к этим вопросам, а также ряд упоминаний, появившихся в печати о данной работе, автор счел целесообразным опубликовать ее, не внося каких-либо дополнений. При подготовке рукописи к печати она была лишь несколько сокращена за счет второстепенного материала. Кроме того, несколько переработана гл. 2, содержащая вспомогательный математический материал, чтобы облегчить его чтение, а часть материала была вынесена в приложения.

А в т о р

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
-----------------------	---

ЧАСТЬ I

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Глава первая. Введение

1-1. Методы борьбы с помехами	7
1-2. Классификация помех	7
1-3. Сообщения и сигналы	8
1-4. Содержание данной работы	9

Глава вторая. Вспомогательный математический материал

2-1. Некоторые определения	11
2-2. Линейное выражение функций при помощи единичных ортогональных функций	13
2-3. Нормально флюктуационное колебание	15
2-4. Выражение нормально флюктуационного колебания рядом Фурье	19
2-5. Линейные функции независимых нормальных случайных величин	22
2-6. Вероятность попадания нормально флюктуационного колебания в данную область	23
2-7. Геометрическое толкование полученных соотношений	25

ЧАСТЬ II

ПЕРЕДАЧА ДИСКРЕТНЫХ СООБЩЕНИЙ

Глава третья. Идеальный приемник для дискретных сигналов

3-1. Дискретные сообщения и сигналы	28
3-2. Идеальный приемник	29
3-3. Геометрическое толкование материала гл. 3	32

Глава четвертая. Помехоустойчивость при сигналах с двумя дискретными значениями

4-1. Вероятность искажения при идеальном приемнике	33
4-2. Влияние отношения $P(A_1)/P(A_2)$	36
4-3. Потенциальная помехоустойчивость при передаче с пассивной паузой	38
4-4. Потенциальная помехоустойчивость при классическом телеграфном сигнале	39
4-5. Помехоустойчивость при классическом телеграфном сигнале и приеме с синхронным детектором	40
4-6. Помехоустойчивость при классическом телеграфном сигнале и приеме с обычным детектором	43
4-7. Выводы относительно помехоустойчивости систем с пассивной паузой	45
4-8. Оптимальная система передачи с активной паузой	45

4-9. Помехоустойчивость при частотной манипуляции	48
4-10. Потенциальная помехоустойчивость при нормально флюктуационной помехе с интенсивностью, зависящей от частоты	50
4-11. Геометрическое толкование материала гл. 4	51

Глава пятая. Помехоустойчивость при сигналах со многими дискретными значениями

5-1. Решение задачи в общем виде	52
5-2. Потенциальная помехоустойчивость при ортогональных равновероятных сигналах, имеющих одинаковую энергию	53
5-3. Пример телеграфной передачи с 32 ортогональными сигналами	55
5-4. Потенциальная помехоустойчивость при составных сигналах	56
5-5. Пример пятизначного кода	58
5-6. Оптимальная система при сигналах со многими дискретными значениями	59
5-7. Приближенная оценка потенциальной помехоустойчивости	64
5-8. Пример передачи цифр кодом Морзе	65

ЧАСТЬ III

ПЕРЕДАЧА ОТДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ

Глава шестая. Общая теория влияния помех на передачу отдельных значений параметров

6-1. Общие соображения	69
6-2. Определение вероятности передававшегося параметра	70
6-3. Функция $P_x(\lambda)$ вблизи наивероятнейшего значения $\lambda_{xм}$	73
6-4. Ошибки и потенциальная помехоустойчивость при помехе малой интенсивности	74
6-5. Второй метод определения ошибок и потенциальной помехоустойчивости при помехе малой интенсивности	76
6-6. Итоги гл. 6	80
6-7. Геометрическое толкование материала гл. 6	80

Глава седьмая. Потенциальная помехоустойчивость при разных системах передачи отдельных значений параметров и помехе малой интенсивности

7-1. Амплитудная модуляция	81
7-2. Линейная модуляция	82
7-3. Общий случай время-импульсной модуляции	83
7-4. Частный случай время-импульсной модуляции (потенциальная помехоустойчивость)	85
7-5. Частный случай время-импульсной модуляции (помехоустойчивость при первом методе приема)	87
7-6. Частный случай время-импульсной модуляции (помехоустойчивость при втором методе приема)	89
7-7. Частотная модуляция (общий случай)	92
7-8. Частотная модуляция (частный случай)	94
7-9. Повышение помехоустойчивости без увеличения энергии, длительности и ширины спектра сигнала	96

Глава восьмая. Помехоустойчивость при передаче отдельных значений параметров при больших помехах

8-1. Вывод общей формулы для оценки влияния помехи большой интенсивности	99
8-2. Сравнение формул для малых и больших помех	101
8-3. Время-импульсная модуляция	102
8-4. Частотная модуляция	104
8-5. Система повышения помехоустойчивости без увеличения энергии, длительности и ширины спектра сигнала	105
8-6. Геометрическое толкование результатов гл. 8	107

ЧАСТЬ IV

ПЕРЕДАЧА КОЛЕБАНИЙ

Глава девятая. Общая теория влияния малых помех на передачу колебаний

9-1. Общие соображения	109
9-2. Влияние малых помех на передаваемые колебания	110
9-3. Условия идеального приемника	112
9-4. Способ осуществления идеального приемника	114
9-5. Искажения при идеальном приеме	115
9-6. Краткое резюме гл. 9	117

Глава десятая. Прямые системы модуляции

10-1. Определение	117
10-2. Вывод общих формул	118
10-3. Потенциальная помехоустойчивость при амплитудной и линейной модуляции	119
10-4. Потенциальная помехоустойчивость при фазовой модуляции	120
10-5. Помехоустойчивость при амплитудной модуляции и обычном приеме	121
10-6. Помехоустойчивость при фазовой модуляции и обычном приеме	123
10-7. Помехоустойчивость при передаче одной боковой полосой	124

Глава одиннадцатая. Импульсные системы модуляции

11-1. Определение	125
11-2. Пример осуществления импульсной системы модуляции	125
11-3. Потенциальная помехоустойчивость при импульсной системе модуляции	128
11-4. Помехоустойчивость приемника, разобранный в § 11-2.	130
11-5. Потенциальная помехоустойчивость при амплитудно-импульсной модуляции	133
11-6. Потенциальная помехоустойчивость при время-импульсной модуляции	134
11-7. Потенциальная помехоустойчивость при частотно-импульсной модуляции	135

Глава двенадцатая. Интегральные системы модуляции

12-1. Определение	136
12-2. Потенциальная помехоустойчивость при интегральных системах модуляции	137
12-3. Потенциальная помехоустойчивость при частотной модуляции	138

Глава тринадцатая. Оценка влияния больших помех на передачу колебаний

13-1. Общие соображения	140
13-2. Максимальная разборчивость переданных колебаний	140
13-3. Максимальная разборчивость при фазовой модуляции	141
13-4. Максимальная разборчивость при малых помехах	143
13-5. Максимальная разборчивость при малых помехах и фазовой модуляции	144

Приложение А. Удельная энергия высокочастотных колебаний 146

Приложение В. Выражение нормально флюктуационного колебания двумя амплитудно-модулированными колебаниями 146

Приложение С. Мгновенное значение нормально флюктуационного колебания 148

Приложение Д. Нормально флюктуационное колебание из произвольных импульсов 149