

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редактора перевода	5
Предисловие к первому и второму изданиям	7
Предисловие к третьему изданию	8
Предисловие автора	9
ВВЕДЕНИЕ	10
Глава 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ШУМАХ КАК О СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССАХ	14
Глава 2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ	18
2.1. Преобразование Фурье периодических функций	18
2.2. Преобразование Фурье непериодических функций	19
2.3. Преобразование Фурье физических функций	20
2.4. Физический смысл преобразования Фурье	22
2.5. Условия существования преобразования Фурье	24
2.6. Некоторые свойства преобразования Фурье	24
2.7. Несколько функций и их фурье-образы	29
2.8. Частный случай вещественных сигналов	29
2.9. Отрицательные частоты	32
2.10. Аналитический сигнал	33
2.11. Почему выбрано преобразование Фурье?	34
2.12. Физическая реализация фурье-образа. Преобразование Фурье в оптике	35
2.13. Свойства функции $\sin x/x$	38
2.14. Лямбда-функция (Λ)	39
Глава 3. МОЩНОСТЬ И ЭНЕРГИЯ СИГНАЛОВ	41
3.1. Временная мощность	41
3.2. Частотная мощность. Спектральная плотность мощности. Спектр мощности	44
3.3. Общее определение спектральной плотности	46
3.4. Теорема Парсеваля	47
3.5. Понятия скалярного произведения и нормы	47
Глава 4. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА	48
4.1. Определение	48
4.2. Связь между фурье-образом и изображением Лапласа	49
Глава 5. СВЕРТКА	52
5.1. Определение	52
5.2. Уравнение свертки	53

5.3.	Несколько замечаний относительно свертки	55
5.4.	Физическая интерпретация свертки	55
5.5.	Прямая и обратная задачи, связанные с операцией свертки	55
5.6.	Свертка и преобразование Фурье. Теорема Планшереля .	57
Глава 6.	ФИЛЬТРАЦИЯ	58
6.1.	Введение	58
6.2.	Временная фильтрация	58
6.3.	Частотная фильтрация («линейная фильтрация» в смысле Блан-Лапьера)	59
6.4.	Связь между фильтрацией и сверткой	62
6.5.	Физически реализуемые линейные фильтры частоты	63
6.6.	Идеальный фильтр	63
6.7.	Реализуемые непрерывные аналоговые фильтры	64
6.8.	Фильтры с линейным сдвигом фаз	64
6.9.	Узкополосные фильтры	65
6.10.	Обобщение понятия фильтрации	66
Глава 7.	ДИСКРЕТИЗАЦИЯ	67
7.1.	Введение	67
7.2.	Теоремы дискретизации	67
7.3.	Дискретизация сигналов конечной длительности	74
7.4.	Дискретизация фурье-образов	75
7.5.	Выбор частоты дискретизации на практике	77
7.6.	Противомаскировочный фильтр	81
7.7.	Физическая дискретизация. Комбинированная дискретизация	83
7.8.	Субдискретизация. Обобщение теоремы Шеннона	86
7.9.	Заклучение	89
Глава 8.	КОРРЕЛЯЦИЯ И НЕКОТОРЫЕ ДРУГИЕ ПОНЯТИЯ СТАТИСТИКИ	90
8.1.	Поиск «связи» между двумя физическими процессами (явлениями), которые заданы физической величиной, выражающей один из параметров процессов. Случай, когда параметр может быть измерен, если задано большое число реализаций процессов. Средние значения ансамбля	90
8.2.	Величина, характеризующая «связь» между двумя физическими процессами. Случай, когда известна одна реализация физического процесса, наблюдаемая в течение большого интервала времени	97
8.3.	Эргодичность	101
8.4.	Коэффициент корреляции и теория информации	102
8.5.	Практические замечания	103
8.6.	Характеристические функции	104
8.7.	Спектральная плотность случайного сигнала	105
8.8.	Связь между временными представлениями сигналов и спектральными плотностями. Теорема Винера — Хинчина	105
8.9.	Функции связи	109
8.10.	Распределение Гаусса, или нормальное распределение	109
8.11.	Спектральная плотность и центрирование сигналов	111
Глава 9.	ОЦЕНКА ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЙ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ	112
9.1.	Оценка средних значений	112
9.2.	Оценка корреляционных функций	118
9.3.	Оценка спектральных плотностей	123

9.4.	Оценка одномерной плотности вероятности	127
9.5.	Последовательное вычисление среднего значения и дисперсии	128
9.6.	Физическая интерпретация дисперсии	132
9.7.	Идеальный интегратор и низкочастотный фильтр	134
9.8.	Дискретные сигналы	136
Глава 10.	ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ДИСКРЕТИЗАЦИИ СИГНАЛОВ	137
10.1.	Статистическое изучение влияния дискретизации	137
10.2.	Коррелометры с вспомогательными шумами	144
10.3.	Условия на вспомогательные шумы, при которых отсутствует смещение оценки корреляционной функции	146
10.4.	Вычисление дисперсии. Состоятельность оценки	147
10.5.	Практические приложения	152
10.6.	Важное замечание	156
10.7.	Замечание относительно генераторов вспомогательных шумов	157
Глава 11.	ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ	160
	Введение	160
11.1.	Центрированные случайные стационарные функции, обладающие свойством эргодичности	160
11.2.	Периодические функции	166
11.3.	Переходные функции	171
11.4.	Дистрибутивность операций вычисления корреляции и спектральной плотности	176
11.5.	Связь между входным и выходным сигналами линейной однородной во времени системы при условии, что входной сигнал является случайным и стационарным 2-го порядка	177
Глава 12.	ОСНОВНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ	184
12.1.	Обнаружение периодического сигнала на фоне помех с помощью автокорреляции	184
12.2.	Обнаружение периодического сигнала с известным периодом на фоне шума	195
12.3.	Выделение сигнала на фоне шума. Усреднение	200
12.4.	Обнаружение скрытых периодичностей	210
12.5.	Получение спектральных плотностей по корреляционным функциям	213
12.6.	Измерение динамических характеристик (переходных функций, импульсных характеристик) линейных систем. Идентификация процессов	213
12.7.	Измерение когерентности	225
12.8.	Применение когерентности к измерению передаточных функций линейных и однородных во времени систем. Спектральная лупа	226
12.9.	Измерение временного сдвига двух сигналов	234
Глава 13.	СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ. ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ	236
13.1.	Наглядное представление спектральной плотности	236
13.2.	Влияние фильтрации, обусловленной дискретизацией спектральной плотности	239

13.3.	Дискретизация спектральной плотности, реализуемая на практике	240
13.4.	Систематическая ошибка при измерении спектральной плотности	240
13.5.	Измерение спектральной плотности	242
13.6.	Спектральный анализ методом фильтрации	244
13.7.	Измерение спектральной плотности методом фильтрации	250
13.8.	Дискретное преобразование Фурье и измерение спектральных плотностей	253
13.9.	Вычисление автокорреляционных функций и взаимных корреляционных функций по спектральной плотности	262
13.10.	Явление Гиббса	264
13.11.	Корреляционный метод спектрального анализа	264
13.12.	Корреляционный анализатор спектра	267
13.13.	Точность определения спектральной плотности, полученной преобразованием Фурье корреляционной функции	267
13.14.	Замечания по поводу применения спектральных анализаторов. Определение оптимальной частоты дискретизации	271
Глава 14.	ВЕСОВЫЕ ОКНА	274
14.1.	Некоторые общие соображения	274
14.2.	Окна, связанные с преобразованием Фурье	275
14.3.	Окна, используемые в методе коррелограмм	276
14.4.	Окна, применяемые в методе периодограмм	277
14.5.	Окна, применяемые в методе фильтрации с возведением в квадрат и усреднением	280
14.6.	Основные характеристики временных и спектральных окон	282
14.7.	Первое семейство временных весовых окон	287
14.8.	Второе семейство временных весовых окон	300
14.9.	Исследование спектра в простом случае	304
14.10.	Выбор весовой функции	305