

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ТЕНДЕНЦИИ И ПУТИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ	9
1.1 История развития беспроводных телекоммуникационных систем	9
1.2 Современное состояние и развитие спутниковых каналов связи	16
1.3 Современное состояние и развитие систем наземной беспроводной связи	22
1.3.1 Стандарт беспроводных локальных сетей IEEE 802.11ac	22
1.3.2 Стандарт беспроводной связи IEEE 802.11ad	22
1.3.3 Стандарт беспроводной связи LTE	23
1.3.4 Сети «когнитивного радио»	28
2 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЦИФРОВОГО ФОРМИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ КОГНИТИВНОГО РАДИО	35
2.1 Формирование сигналов цифровой системы связи	35
2.1.1 Цифровая модуляция	36
2.1.2 Канальное кодирование	54
2.2 Прием сигналов цифровой связи в условиях априорной неопределенности его структуры	70
3 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ СВЯЗИ	75
3.1 Предварительная оценка несущей частоты сигнала	75
3.1.1 Метод измерения мгновенной частоты	75
3.1.2 Метод измерения частоты на основе быстрого преобразования Фурье	76
3.2 Методы оценки тактовой частоты сигнала	82
3.3 Оценка сдвига несущей частоты сигнала	99
3.3.1 Алгоритм оценивания несущей частоты, инвариантный относительно вида модуляции, начальной фазы радиосигнала и информационной последовательности	107
3.3.2 Анализ эффективности алгоритма прогнозирования моментов выборки отсчетов и оценки несущей частоты	111
3.3.3 Устранение неоднозначности при оценивании несущей частоты в условиях априорной неопределенности	122

4 МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ВИДОВ ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ	126
4.1 Распознавание по характеристикам распределения мгновенной частоты, фазы и амплитуды сигнала	127
4.2 Распознавание с использованием кумулянтов (моментов) высокого порядка	143
4.3 Распознавание с использованием вейвлет коэффициентов	151
5 МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ВИДОВ ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ ПО СТРУКТУРНЫМ ПРИЗНАКАМ	153
5.1 Распознавание по виду фазового созвездия	154
5.2 Распознавание по виду энергетического спектра	158
5.3 Распознавание по вейвлет-гистограмме	164
5.4 Распознавание по гистограмме интервалов пересечения нулевого уровня	168
6. ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ РАДИОСИГНАЛОВ	176
6.1 Математический аппарат искусственных нейронных сетей	176
6.1.1 Многослойный персепtron	183
6.1.2 Сеть на радиальных базисных функциях	184
6.1.3 Самоорганизующаяся карта Кохонена	187
6.1.4 Гибридные нейронные сети	192
6.2 Математический аппарат деревьев решений	197
6.2.1 Структура деревьев решений	197
6.2.2 Алгоритмы построения деревьев решений	199
6.2.3 Преобразование дерева решений в набор правил.....	205
6.3 Использование интеллектуальных методов анализа данных для распознавания видов модуляции радиосигналов	207
6.3.1 Распознавание видов модуляции с использованием многослойного персептрона	207
6.3.2 Распознавание фазовых видов модуляции радиосигналов с использованием самоорганизующейся карты Кохонена	209
6.3.3 Распознавание видов модуляции с использованием деревьев решений	213
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	219