

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центр радиотехники

Научная библиотека

БНІУ



* 8 0 1 2 3 2 9 9 5 *

С. М. Костромицкий, И. Н. Давыденко

Вопросы радиоавтоматики адаптивных антенных решеток

НАВУКОВАЯ БІБЛІЯТЭКА
Беларускага нацыянальнага
тэхнічнага ўніверсітэта
Інв. № **1882733**

Минск
«Беларуская навука»
2021

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень сокращений	3
Введение	4
Глава 1. Критерии оптимальности адаптивных антенных решеток	8
1.1. Критерии оптимальности и функционалы качества адаптивных антенных решеток	8
1.2. Оптимальные значения весового вектора адаптивных антенных решеток	12
1.3. Методы сверхразрешения по угловым координатам с использованием адаптивных антенных решеток	15
1.3.1. Пространственное спектральное оценивание методом авторегрессии	16
1.3.2. Пространственное спектральное оценивание, использующее разложение корреляционной матрицы принимаемых сигналов по собственным векторам и собственным значениям	18
1.3.3. Пространственное спектральное оценивание по методу Кейпона	20
Глава 2. Адаптивные алгоритмы формирования весовых коэффициентов при компенсации активных шумовых помех	21
2.1. Стохастические градиентные алгоритмы аналоговой адаптации к неизвестной корреляционной матрице помех	21
2.2. Способы технической реализации автокомпенсаторов	26
2.3. Дискретные аналоги градиентных алгоритмов адаптации	30
2.3.1. Алгоритм LMS и его модификации	30
2.3.2. Адаптивные алгоритмы второго порядка, основанные на методе Ньютона ..	35
2.4. Прямые методы формирования весовых коэффициентов	38
2.4.1. Алгоритм непосредственного обращения матрицы (SMI)	38
2.4.2. Рекуррентный алгоритм обращения матрицы	41
2.5. Методы формирования весовых коэффициентов в нестационарной обстановке ..	47
2.5.1. Рекурсивные алгоритмы формирования весовых коэффициентов типа RLS ...	47
2.5.2. Рекурсивные алгоритмы формирования весовых коэффициентов типа фильтра Калмана	51
Глава 3. Анализ эффективности многоканального автокомпенсатора помех	53
3.1. Математическая модель многоканального автокомпенсатора помех	53
3.1.1. Математическая модель многоканального автокомпенсатора помех в исходном базисе	53
3.1.2. Математическая модель многоканального автокомпенсатора в исходном базисе для случая аперриодического звена	56

3.1.3. Характеристики возмущающего воздействия многоканального автокомпенсатора в исходном базисе	58
3.1.4. Математическая модель многоканального автокомпенсатора в эквивалентном базисе	59
3.1.5. Математическая модель многоканального автокомпенсатора в эквивалентном базисе для случая аperiodического звена	62
3.1.6. Характеристики возмущающего воздействия многоканального автокомпенсатора в эквивалентном базисе	64
3.2. Эффективность многоканального автокомпенсатора	64
3.3. Анализ влияния ошибок самонастройки на эффективность многоканального автокомпенсатора помех	65
3.3.1. Анализ влияния переходных процессов на эффективность многоканального автокомпенсатора помех	65
3.3.2. Анализ влияния флуктуационных ошибок самонастройки на эффективность многоканального автокомпенсатора помех	69
3.3.3. Анализ влияния динамических ошибок самонастройки на эффективность многоканального автокомпенсатора помех	72
Глава 4. Характеристики одноканального автокомпенсатора	74
4.1. Эффективность одноканального автокомпенсатора мешающих излучений	74
4.2. Математическая модель одноканального автокомпенсатора	77
4.2.1. Характеристики случайного возмущающего воздействия	79
4.2.2. Характеристики задающего воздействия	81
4.3. Потенциальная эффективность одноканального автокомпенсатора	83
4.3.1. Влияние пространственно-некоррелированного фона	84
4.3.2. Влияние задержки принятых сигналов	85
4.3.3. Влияние неидентичности частотных характеристик каналов приема	86
4.4. Влияние на эффективность одноканального автокомпенсатора ошибок самонастройки	91
4.4.1. Ошибки переходного процесса	92
4.4.2. Динамические ошибки самонастройки	93
4.4.2.1. Динамические ошибки следящей системы с первым порядком астатизма	94
4.4.2.2. Динамические ошибки следящей системы со вторым порядком астатизма	96
4.4.3. Флуктуационные ошибки самонастройки	99
4.4.3.1. Флуктуационные ошибки самонастройки автокомпенсатора с первым порядком астатизма	100
4.4.3.2. Флуктуационные ошибки самонастройки автокомпенсатора со вторым порядком астатизма	100
4.4.4. Ошибки экстраполяции весового коэффициента	102
4.4.4.1. Ошибки экстраполяции для автокомпенсатора с первым порядком астатизма	102
4.4.4.2. Ошибки экстраполяции для автокомпенсатора со вторым порядком астатизма	103
4.4.5. Суммарные ошибки фильтрации	105
4.4.5.1. Суммарные ошибки фильтрации для автокомпенсатора с первым порядком астатизма	105
4.4.5.2. Суммарные ошибки фильтрации для автокомпенсатора со вторым порядком астатизма	107
4.4.5.2.1. Суммарные ошибки фильтрации весового коэффициента для автокомпенсатора со вторым порядком астатизма	107
4.4.5.2.2. Суммарные ошибки фильтрации скорости весового коэффициента для автокомпенсатора со вторым порядком астатизма	111
4.5. Описание алгоритма работы автокомпенсатора с астатизмом второго порядка ..	113
4.6. Анализ ошибок одноканального автокомпенсатора при квазигармоническом случайном воздействии	116

Глава 5. Характеристики многоканального градиентного автокомпенсатора при подавлении двух источников помех	125
5.1. Потенциальная эффективность многоканального автокомпенсатора при подавлении двух источников помех.....	125
5.1.1. Общие аналитические выражения для расчета потенциальной эффективности подавления двух источников помех	125
5.1.2. Влияние разнеса фазовых центров компенсационных антенн на потенциальную эффективность автокомпенсатора.....	129
5.1.3. Влияние числа компенсационных антенн на потенциальную эффективность автокомпенсатора.....	131
5.2. Собственные значения и собственные вектора корреляционной матрицы для случая двух помеховых источников.....	133
5.3. Переходные процессы многоканального градиентного автокомпенсатора при подавлении двух источников помех.....	138
5.4. Динамические ошибки самонастройки градиентного многоканального автокомпенсатора при подавлении двух источников помех	141
5.5. Суммарные ошибки самонастройки многоканального градиентного автокомпенсатора при подавлении двух источников помех.....	146
5.6. Параметрическая оптимизация многоканального градиентного автокомпенсатора при подавлении двух источников помех.....	150
Список использованных источников	154
Приложение. Краткие сведения об эрмитовых матрицах	163