

Оглавление

Предисловие	3
1 Принцип действия и теория работы и антенного подавителя помех	6
1.1. Антенные элементы антенной системы АПП принимают сигнал каждой помехи в разные моменты времени	7
1.2. Выходной сигнал АЭ должен быть представлен суммой двух взаимно ортогональных последовательностей цифровых выборок	10
1.3. Матричное представление выходного сигнала АС и доказательство существования весовой матрицы, устраняющей сигналы помех	11
1.4. Остаточные помехи в выходном сигнале АПП и их источники	14
1.4.1. Собственные шумы	14
1.4.2. Остаточная помеха, возникающая вследствие различия времени приёма сигналов АЭ	15
1.4.3. Остаточная помеха, возникающая из-за различия времен запаздывания в каналах усиления и обработки сигналов	16
1.4.4. Остаточная помеха, источником которой являются нелинейные искажения	16
1.4.5. Остаточная помеха, источником которой являются сигналы, отраженные от местных предметов («многолучевость»)	17
1.5. Алгоритмы подавления сигналов помех	20
1.5.1. Алгоритм I	20
1.5.2. Алгоритм II	22
1.5.3. Отношение среднеквадратической величины остаточных помех к уровню собственных шумов	23
1.5.4. Единство и единственность весовых матриц, определенных по Алгоритмам I и II	24
1.5.5. Последовательность выполнения операций по Алгоритмам I и II во времени	26

1.5.6. Основные результаты настоящего раздела	27
1.6. Отношение уровня сигнала навигационного спутника к уровню остаточных помех	28
1.7. Среднее число сопровождаемых НС	30
1.8. Способы ослабления воздействия остаточных помех	30
Приложение 1. Корреляционная зависимость двух смещенных во времени отрезков бесконечной равномерно распределенной выборочной последовательности	32
Приложение 2. Ослабление остаточной помехи, возникающей из-за разности временных задержек в каналах усиления и преобразования выходных сигналов АЭ	34
Приложение 3. Алгоритм устранения воздействия перегрузок	36
2. Особенности работы АПП в присутствии остаточных помех	37
2.1. Применение фазового сглаживания и определение допустимой величины уменьшения отношения сигнала НС к уровню ОП	38
2.1.1. Определение радионавигационных параметров в современной АП	38
2.1.2. Алгоритм фазового сглаживания	42
2.1.3. Анализ уравнения фазового сглаживания	43
2.1.4. Допустимая величина относительного уменьшения уровня сигнала НС (Q_s)	45
2.2. Выделение сигналов навигационных спутников наибольшего уровня (beam-forming)	47
2.2.1. Постановка задачи	47
2.2.2. Алгоритм вычисления наибольшего сигнала НС	48
2.2.3. Отношение сигнала к уровню остаточных помех после умножения на матрицу SW	50
2.2.4. Зависимость величины отношения уровней сигнала и ОП от углов ориентации объекта размещения	50
2.2.5. Вариант beamforming'a с использованием многоканальной обработки сигналов («слепой beamforming»)	51
2.3. Применение антенной системы с уменьшенными расстояниями между антенными элементами	53
2.4. Защита сигналов ГНСС с малой шириной спектра	55
2.5. О применении пространственно-временного метода (ПВМ-STAR)	56
3. Устранение воздействия имитационных помех	61

3.1. Способ обнаружения ИП, использующий отличие пространственных положений НС и постановщика ИП излучения	62
3.1.1. Определение углов возвышения и азимута источника излучения	63
3.1.2. Оценка погрешностей определения угловых величин	65
3.1.3. Определение разностей фаз	70
3.1.4. Выявление ИП методом определения угловых параметров одновременно с подавлением широкополосных помех невозможно	72
3.2. Обнаружение и блокировка ложных сигналов, не использующие АПП	73
3.2.1. Постановка вопроса	73
3.2.2. Подпрограмма устранения ИП	75
3.2.3. Поиск по частоте	77
3.2.4. Выявление ложных сигналов путем сравнения измеренных псевдодалностей с вычисленными псевдодалностями (операции 5, 13, 15)	79
3. Заключение	80
Приложение. Погрешности прогноза области поиска в зависимости от неточного знания априорных данных ..	81
4. Основные характеристики АПП с многокомпонентной антенной системой	87
4.1. АПП со звездобразной антенной системой	89
4.1.1. Воздействия остаточных помех при работе АПП с семикомпонентной АС	89
4.1.2. Увеличение отношения уровня сигнала НС к уровню ОП (beamforming)	93
4.1.3. Основные характеристики АПП с четырех компонентной звездобразной антенной системой	94
4.1.4. АПП DIGAR2 Collins Aerospace и сравнение его с АПП, выполненного в соответствии с рекомендациями Главы 1	96
4.2. АПП с антенной системой, антенные элементы которой равномерно распределены в прямоугольной области ...	99
4.2.1. АС с восемью АЭ	99
4.2.2. АС с двенадцатью и шестнадцатью АЭ	101
4.2.3. Оценка эффективности применения beamforming в случае АС с двенадцатью и шестнадцатью АЭ	104
4.3. АПП с антенной системой с многомодовыми антенными элементами	106

4.3.1. Особенности антенной системы с многомодовыми антенными элементами	106
4.3.2. Основные характеристики АПП с АС с четырьмя двухмодовыми антенными элементами	107
4.3.3. Основные характеристики АПП с АС с тремя трёхмодовыми антенными элементами	109
4.3.4. Основные характеристики АПП с АС с четырьмя трёхмодовыми антенными элементами	111
4.3.5. Применение beamforming в случае АС с трёхмодовыми АЭ	113
4.4. Заключение	114
Выводы и рекомендации	115
1. Теория и её применение для решения задачи защиты АП ГНСС от помех	115
2. Предельно-достижимые параметры АПП	117
3. Прообраз совершенного АПП	118
Список сокращений	120
Литература	122