

Отчет о проверке на заимствования №1



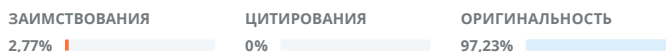
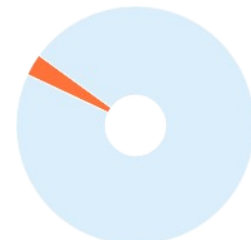
Автор: Косяченко Оксана Викторовна kosyachenko@msun.ru / ID: 376
Проверяющий: Косяченко Оксана Викторовна (kosyachenko@msun.ru / ID: 376)
Организация: Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельск
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://msun.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 155
 Начало загрузки: 02.11.2019 06:55:25
 Длительность загрузки: 00:00:05
 Корректировка от 02.11.2019 07:43:44
 Имя исходного файла: Соловьев
 Размер текста: 614 кБ
 Тип документа: Статья
 Символов в тексте: 17352
 Слов в тексте: 2045
 Число предложений: 169

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
 Начало проверки: 02.11.2019 06:55:30
 Длительность проверки: 00:00:05
 Комментарии: [Автосохраненная версия]
 Модули поиска: Сводная коллекция ЭБС, Коллекция РГБ, Цитирование, Коллекция eLIBRARY.RU, Модуль поиска Интернет, Модуль поиска "msun", Кольцо вузов



Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.
 Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общепотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.
 Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
 Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
 Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.
 Заимствования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.
 Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	0%	3,31%	http://jre.cplire.ru/jre/dec16/10/text.pdf	http://jre.cplire.ru	15 Сен 2018	Модуль поиска Интернет	0	6
[02]	1%	3,24%	Возможности применения нелинейны..	https://cyberleninka.ru	19 Ноя 2018	Модуль поиска Интернет	174	5
[03]	0%	2,72%	Материалы 12-ой международной нау...	http://msun.ru	13 Окт 2018	Модуль поиска Интернет	0	5
[04]	1,48%	1,48%	МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОМЕХОУСТОЙЧ...	http://elibrary.ru	21 Фев 2018	Коллекция eLIBRARY.RU	256	2
[05]	0%	1,43%	Дистанционные методы, технические ...	http://studentlibrary.ru	раньше 2011	Сводная коллекция ЭБС	0	3
[06]	0%	0,74%	http://www.dsps.ru/articles/year2008/jo...	http://dsps.ru	раньше 2011	Модуль поиска Интернет	0	1
[07]	0%	0,69%	208686	http://biblioclub.ru	18 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	2
[08]	0%	0,69%	4920	http://e.lanbook.com	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	2
[09]	0%	0,69%	Козлов, Сергей Владимирович Методы..	http://dlib.rsl.ru	22 Авг 2019	Коллекция РГБ	0	2
[10]	0%	0,69%	Юрьев, Александр Николаевич диссер...	http://dlib.rsl.ru	30 Июл 2012	Коллекция РГБ	0	2
[11]	0%	0,69%	(2/2)	https://edu.tusur.ru	30 Июл 2018	Модуль поиска Интернет	0	2
[12]	0%	0,69%	СИСТЕМЫ СВЯЗИ И РАДИОНАВИГАЦИ...	https://docplayer.ru	23 Окт 2019	Модуль поиска Интернет	0	2
[13]	0%	0,62%	Диссертация на тему «Разработка нели.	http://dissercat.com	01 Мар 2019	Модуль поиска Интернет	0	2
[14]	0%	0,56%	Синтез и анализ алгоритмов оптимиза..	http://tekhnosfera.com	07 Сен 2019	Модуль поиска Интернет	0	1
[15]	0%	0,54%	Система радиосвязи с применением м..	http://elibrary.ru	28 Авг 2014	Коллекция eLIBRARY.RU	0	1
[16]	0%	0,48%	ПРОСТРАНСТВЕННО-КОРРЕЛЯЦИОНН...	http://elibrary.ru	14 Сен 2015	Коллекция eLIBRARY.RU	0	1
[17]	0%	0,48%	Возможности применения нелинейны..	http://elibrary.ru	23 Сен 2015	Коллекция eLIBRARY.RU	0	1
[18]	0%	0,45%	Материалы конференции	http://kai.ru	раньше 2011	Модуль поиска Интернет	0	1
[19]	0%	0,43%	Монография 2018 Федосов ВП	не указано	04 Апр 2018	Кольцо вузов	0	1
[20]	0%	0,29%	187201	http://e.lanbook.com	10 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	1

Текст документа

УДК 621.39(031), 621.391.8

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ДЕКАМЕТРОВОГО
КАНАЛА СВЯЗИ ЗА СЧЕТ РАСШИРЕНИЯ СПЕКТРА СИГНАЛА
METHOD FOR INCREASING THE INTERFERENCE OF THE DECAMETER
COMMUNICATION CHANNEL BY EXTENDING THE SIGNAL SPECTRUM

Руководитель, доктор технических наук, профессор И.М. Орошчук,
адъюнкты М.В. Соловьев, А.А. Гаврилов,

Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,

690062, Владивосток, Камский пер., 6

Head, Doctor of Technical Sciences, Professor, I. M. Oroshchuk,

Postgraduate student, M.V. Soloviev, A.A.Gavrilov

Pacific Higher Naval College named after S.O. Makarova,

690062, Vladivostok, Kamsky per., 6

e-mail: Ssoloveva@list.ru

Аннотация: в статье представлены результаты экспериментальных исследований пространственно-корреляционных свойств узкополосных станционных помех декаметрового диапазона. По результатам обработки экспериментальных данных получены обобщающие закономерности пространственно-корреляционных свойств интерференционного поля узкополосных станционных помех, определяющие возможность компенсации их влияния при обработке широкополосных сигналов в декаметровых каналах радиосвязи. С учетом возможностей компенсации узкополосных станционных помех, исследованы способы повышения помехоустойчивости и скорости передачи информации в ионосферных каналах радиосвязи за счет передачи широкополосных сигналов.

Annotation: the report presents the results of experimental studies of the spatial-correlation properties of narrow-band station noise of the decameter range. Based on the results of processing the experimental data, generalizing patterns of the spatial-correlation properties of the interference field of narrow-band station interference are obtained, which determine the possibility of compensating for their influence when processing broadband signals in decameter radio channels. Taking into account the possibilities of compensating narrow-band station interference, the possibility of increasing the noise immunity and the speed of information transfer in the ionospheric radio channels due to the transmission of broadband signals has been investigated.

Ключевые слова: декаметровая радиосвязь, широкополосные сигналы, цифровая антенная решетка, пространственно-корреляционная обработка сигнала, станционные радиопомехи.

Keywords: a decameter radio service, broadband signals, digital antenna array, spatially-correlative handling of a signal, station radio interferences.

Декаметровая (ДКМ) радиосвязь в современных условиях получила широкое применение во многих отраслях. Наиболее актуально ее применение для связи с подвижными объектами, находящимися на больших удалениях, и выполняющими задачи транспортных перевозок на суше и в морских акваториях.

Широкое применение ДКМ радиосвязи вызвано возможностью оперативного установления прямой радиосвязи на различные расстояния, вплоть до глобальных, при низких экономических и энергетических затратах.

При всех достоинствах в системах ДКМ радиосвязи существуют ряд недостатков: зависимость качества связи от изменений состояния

ионосферы; многолучевое распространение радиоволн, свойственное для ионосферной радиосвязи, вызывающее замирания и временное рассеяние сигнала; влияние множества различных видов радиопомех, особенно станционных, возникающих на загруженных частотных участках спектра КВ диапазона; ограниченность скорости передачи данных, вызванной многолучевостью распространения радиоволн [1, 2].

С учетом всех достоинств ДКМ радиосвязи, несмотря на указанные недостатки в настоящее время проводятся исследования новых возможностей применения ДКМ каналов связи. В условиях возросших требований к информативности обмена данными между корреспондентами стоит задача повышения скорости передачи информации с требуемой помехоустойчивостью. Для решения таких задач в ведущих отечественных и зарубежных научных организациях активно ведутся разработки новых скоростных ДКМ радиолиний. Эти разработки направлены на повышение скорости передачи информации в ДКМ каналах связи за счёт использования высокоскоростных модемов с квадратурно-амплитудной модуляцией сигнала (КАМ) [3,4], а также за счет применения OFDM-модемов, построенных на мультиплексировании с ортогональным частотным разделением каналов (orthogonal frequency-division multiplexing).

В современных разработках использование КАМ-64 модемов позволяет обеспечивать на одноканковых ионосферных радиотрассах скорость передачи информации в полосе 3,1 кГц до 9,6 кбит/с, а в полосе 40 кГц – до 57 кбит/с [4]. Однако существует проблема обеспечения приведенных скоростей в ионосферных каналах, связанная с глубокими интерференционными замираниями. Это существенно ограничивает возможности применения таких модемов в ионосферных каналах связи.

Данный вид модуляции (КАМ-64) может быть эффективно использован только на максимально применимой частоте (МПЧ) или на частотах близких к ней, обеспечивающих минимальные замирания при однолучевом распространении радиоволн [2]. Однако практическое использование МПЧ не всегда возможно из-за сложности точного прогнозирования и ограничений при выборе требуемых рабочих частот в реальной помеховой обстановке. В связи с этим возникает необходимость использования более низких рабочих частот, на которых в силу многолучевости воздействуют мультипликативные помехи, существенно снижающие помехоустойчивость КАМ-64 модемов, прежде всего за счет фазовых помех. Кроме того, в силу большой ограниченности доступного частотного ресурса в ДКМ-диапазоне существует проблема передачи широкополосных сигналов (ШПС) с полосой более 40 кГц.

Одним из способов повышения помехоустойчивости ДКМ канала связи является применение систем с ШПС. Преимуществом использования ШПС является возможность их применения при многолучевом распространении радиоволн. Применение широкополосных систем связи может обеспечить отдельный прием сигналов, приходящих различными путями к месту приема, что позволяет использовать энергию нескольких интенсивных лучей [5].

В разработанных ДКМ радиолиниях, построенных на основе OFDM-модемов, работающих в полосе 3,1 кГц, в ионосферных радиотрассах достигается скорость передачи информации до 9,6 кбит/с [3]. Данный способ модуляции обеспечивает достаточно высокую помехоустойчивость, в том числе для многолучевых ионосферных каналов связи, за счет пониженной скорости символьной модуляции на каждой поднесущей частоте. В этом случае снижается влияние фазовых мультипликативных помех и временного рассеивания сигнала [3, 6].

Для увеличения скорости работы OFDM-модемов при сохранении требуемой помехоустойчивости ионосферных радиоканалов также, как и для КАМ, необходимо расширение спектра сигнала, который ограничен частотной загруженностью ДКМ диапазона.

Проблема передачи широкополосных сигналов в загруженном ДКМ диапазоне может быть решена путем применения цифровых антенных решеток (ЦАР) с пространственно-корреляционной обработкой сигнала, которая позволяет принимать информацию с достаточной помехоустойчивостью в поле станционных помех [8–12].

Цифровая антенная решетка с пространственной корреляционной обработкой сигнала способна принимать и обрабатывать всю информацию, содержащуюся в структуре пространственно-временного электромагнитного поля **2** в месте приема и при минимальном уровне

полезного сигнала извлекать данные в сложной сигнально-помеховой обстановке. При этом принцип построения ЦАР определяется пространственно-корреляционными свойствами сигналов и помех.

В состав ЦАР входят: антенная решетка (АР); блок усиления (БУ);

многоканальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП);

вычислительное устройство (ВУ **2**), которое состоит из блок временных задержек (БВЗ), блока полосовой фильтрации (БФ), блока корреляционной обработки (БКО), блока суммирования (БС) и устройства принятия решения (УПР) (рис. 1).

Рис. 1. Функциональная схема приемного тракта обработки ЦАР

с пространственно-корреляционной обработкой сигнала

Принцип работы ЦАР и форма ее апертуры определяется

пространственно-корреляционными свойствами сигналов и помех, учет которых позволяет выполнять компенсацию влияния этих помех. В частности, для обеспечения эффективной компенсации помех были определены наиболее оптимальные с точки зрения помехоустойчивости и компактности формы апертуры в виде кольца или спирали [11].

Принцип работы ЦАР основан на виртуальном позиционировании антенных элементов, разнесенных на разные расстояния ортогонально направлению корреспондента, за счет ввода временных задержек (рис. 2).

Такое позиционирование обеспечивает возможность когерентного приема. В дальнейшем осуществляется корреляционная обработка между всеми парами элементов антенной решетки с последующим суммированием вычисленных значений взаимной корреляции. После этого выполняется сравнение полученного отклика с пороговым напряжением, определяемым параметрами антенной решетки. В результате на выходе приемного тракта формируется битовая последовательность принимаемого цифрового сигнала (см. рис. 1).

Для оценки возможности передачи сигналов на фоне станционных помех были проведены экспериментальные исследования зависимости пространственно-корреляционных свойств станционных помех ДКМ диапазона от ширины полосы пропускания приемного тракта, куда попадают эти помехи.

Экспериментальные данные представляли собой оцифрованные синхронные записи пространственно-разнесенных сигналов на расстояниях от 20 до 500 метров. Обработка проводилась в трех поддиапазонах частот (3–9 МГц, 9–14 МГц, 14–20 МГц).

Рис.2. Виртуальное позиционирование ЦАР с пространственно-корреляционной обработки сигналов

После записи сигналов на ЭВМ производилась оценка пространственной корреляции интерференционного поля станционных

радиопомех при различных полосах пропускания приемного тракта для пространственных разнесах антенных элементов от 20 до 500 метров. На основе анализа результатов обработки получены зависимости модуля коэффициента взаимной корреляции (КВК) станционных помех – от полосы пропускания приемного тракта –, анализ которых показал, что с увеличением полосы пропускания КВК снижается, пример этой зависимости приведен на рис. 3.

Анализ зависимостей показал (см. рис. 3), что с ростом средней частоты сигнала наблюдается тенденция уменьшения крутизны спада КВК при увеличении полосы пропускания приемника, что связано с уменьшением относительной ширины спектра сигнала.

Кроме того, замечено смещение асимптоты спада КВК от

неравномерности спектра уровней и числа станционных помех в исследуемой полосе пропускания приемника. Замечено, что положение асимптоты (см. рис. 3) определяется неравномерностью уровней станционных помех выраженной через нормированный пик-фактор спектра:

(1)

где – максимальный и средний уровни станционных помех в пределах полосы приемника.

Рис.3. Фрагмент результата исследований пространственно-корреляционных свойств станционных радиопомех, при разнесе антенных элементов на 500 метров в диапазоне частот 3–9 МГц

Также определена закономерность, что при большей неравномерности спектра асимптота проходит на более высоком уровне относительно оси абсцисс. В результате чего с ростом полосы пропускания при большей неравномерности спектра станционных помех минимальное значение КВК будет возрастать (см. рис. 3). В этом случае при расширении полосы пропускания невозможно достигнуть значений КВК помех меньше высоты асимптоты, что ограничивает возможность достижения требуемой помехоустойчивости каналов радиосвязи в этих поддиапазонах.

Из проведенного анализа следует, что существует потенциальная возможность передачи широкополосных сигналов на фоне станционных помех, позволяющих передавать информацию с повышенной скоростью. Однако с другой стороны существуют ограничения скорости передачи информации, связанные с временным рассеянием принимаемого сигнала, вызванным многолучевостью ионосферного канала [2], а также с дисперсионными искажениями в ионосфере [4]

Временное рассеяние в ионосферных каналах составляет [1, 2], что ограничивает минимальную длительность элементарной посылки сигнала допустимыми краевыми искажениями,

которые могут вызвать межсимвольную интерференцию в информационном сигнале [6].

Дисперсионные искажения также ограничивают минимальную длительность элементарной посылки сигнала, которая определяется допустимой рассинхронизацией на краях полосы пропускания. В соответствии с [1] максимальное время расхождения сигналов по времени зависит от ширины полосы пропускания приемного тракта и средней частоты :

(2)

где – угол места падающего и отраженного от ионосферы луча, зависящий от протяженности трассы.

С учетом рассмотренных ограничений при использовании OFDM-модема [3], допустив краевые искажения и рассинхронизацию сигналов на

крайних поднесущих до 10%, можно обеспечить передачу информации на фоне станционных помех в ионосферных каналах радиосвязи в исследованных ДКМ поддиапазонах на скоростях: в поддиапазоне частот 3–9 МГц от 19 кбит/с – до 47 кбит/с; в поддиапазоне частот 9–14 МГц от 47 кбит/с – до 95 кбит/с; в поддиапазоне частот 14–20 МГц от 95 Мбит/с – до 142 кбит/с.

Полученные результаты расчета показывают потенциальную возможность обеспечения более высокой скорости передачи информации без ограничений на выбор рабочей частоты, по сравнению с возможностями новых разработок скоростных ДКМ модемов [3, 4], в условиях ограниченности частотного ресурса ДКМ диапазона из-за большой загруженности работой территориально-разнесенных станций.

Также следует отметить, что учетом возможной неравномерности спектра уровня станций (см. рис. 3), для обеспечения заданной помехоустойчивости в поддиапазонах с большей неравномерностью уровней станционных помех, характерных более высоким частотам, потребуется большее соотношение уровней сигнала/помеха в точке приема, которое достигается большей мощностью передатчика или применением антенн с большим коэффициентом усиления [10, 11].

С учетом проведенных исследований зависимости КВК интерференционного поля узкополосных станционных помех рассчитана помехоустойчивость ЦАР с пространственно-корреляционной обработкой сигналов в ионосферных каналах с релеевскими замираниями (рис. 4):

(3)

где – среднее отношение уровней сигнал/шум на входе приемного

тракта; – интеграл вероятности; –

относительный пороговый уровень, (– пороговое

напряжение на выходе тракта корреляционной обработки [4](#));

В – количество корреляторов, – база сформированного

модулированного сигнала, определяющая объем его выборки при

обработке в тракте приема [4](#).

Рис. 4. Зависимость средней битовой вероятности ошибки от отношения сигнал/шум на входе ЦАР в каналах с замираниями

Результаты анализа помехоустойчивости ЦАР с пространственно-корреляционной обработкой сигналов показали возможность достижения битовой вероятности ошибки не более BER 10⁻³ при соотношением уровней сигнал/шум на входе ЦАР от – 2 до 1 дБ в случаях использовании 16- и 10-элементных ЦАР, соответственно (см. рис. 4).

Таким образом, полученные результаты исследований показали потенциальную возможность обеспечения повышенной скорости передачи информации в КВ каналах радиосвязи, загруженных узкополосными станционными помехами за счет их компенсации в трактах обработки ЦАР с пространственно-корреляционной обработкой сигналов.

Список источников и литературы:

1. Калинин А.И. Распространение радиоволн на трассах наземных и космических радиолиний – М.: Связь, 1979. – 296 с.
2. Долуханов М.П. Распространение радиоволн – М.: Связь, 1972. – 336 с.
3. Романов Ю.В. Эволюция высокоскоростных КВ-радиомодемов в XX веке // Научно-технический сборник. Техника радиосвязи. – Омск, 2016. – No 1(28). – С. 72–88.
4. Пуска Д.О., Романов Ю.В. Результаты трассовых испытаний адаптивной пакетной КВ-радиолинии высокоскоростной передачи данных файлового типа разработки ОАО «ОНИИП»// Научно-технический сборник. Техника радиосвязи. – Омск, 2015. – No 1(28). – С. 72–88.
5. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио

и связь, 1985. – 384 с.

6. Патент RU 2639657.С1.МПК H04L5/00, H04L27/26 (2006.01). Способ адаптации системы КВ радиосвязи с OFDM-сигналами/ Землянов И.С., Юрьев А.Н.; опубл.21.12.2017. Бюл. No36
7. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра:пер.с англ. /под ред. В.И. Журавлева – М.:Радио и связь ,2000. – 520 с.
8. Долгих В.Н., Орошук И.М., Прищепа М.Н. Вероятностные характеристики обнаружения сигналов корреляционным пространственным фильтром // Акустический журнал . – 2007. – Том 53, No 2. – С. 226–232.
9. V.N. Dolgikh, I.M. Oroshchuk, M.N. Prishchepa Probabilistic Characteristics of Signal Detection by a Spatial Correlation Filter // Acoustical Physics . – 2007, Vol. 53. No 2. pp.190 – 196. New York
10. Орошук И.М., Сучков А.Н., Василенко А.М. Возможности неэквидистантных цифровых антенных решеток с пространственно-корреляционным методом обработки сигналов // 17-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение ». – Москва, Российское НТОРЭС им. А.С. Попова. Россия. Доклады. 2015. – С. 302–305.
11. Орошук И.М., Сучков А.Н., Жариков-Горский В.А. Имитационное моделирование отклика цифровых антенных решеток с пространственно-корреляционным методом обработки сигналов декаметрового диапазона // Журнал радиоэлектроники [электронный журнал], 2016, No12.
12. Пятакович В.А., Малашенко А.Е., Мироненко М.В., Василенко А.М. Результаты анализа сигналов с пространственно-разнесенных приемников в просветной параметрической системе мониторинга// Датчики и системы. – М.: 2019. – No 1(232). – С. 7–13.