

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
АППАРАТ ГУБЕРНАТОРА И ПРАВИТЕЛЬСТВА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Управление информатизации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

Институт радиоэлектроники и информационных технологий

РОССИЙСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАДИОТЕХНИКИ,

ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ им. А.С. ПОПОВА

**II МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
«IT FORUM 2020 / ЯРМАРКА АНТИКРИЗИСНЫХ РЕШЕНИЙ»**

XV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИСТ - 2009

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2009

УДК 621:681

ББК 32.97

И637

В сборнике представлены материалы докладов XV Международной научно-технической конференции, проведенной в рамках II Международного форума информационных технологий «IT FORUM 2020 / ЯРМАРКА АНТИКРИЗИСНЫХ РЕШЕНИЙ» 17 апреля 2009 г. дирекцией Института радиозлектроники и информационных технологий при поддержке аппаратом Губернатора и Правительства Нижегородской области, ректоратом НГТУ им. Р.Е. Алексеева и Нижегородским областным правлением РНТО РЭС им. А.С. Попова.

Публикуемые тезисы представляют тематику, круг научных интересов и состояние исследований представителей научных и высших учебных заведений Белоруссии, Вьетнама, КНР, Кореи, Союза Мьянмы, Украины и 14 городов России - преподавателей, научных сотрудников, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов-участников НИРС, а также сотрудников МГТУ им. Н.Э.Баумана, МГУП, МГУПИ, Кубанского института информационной защиты, Владимирского государственного университета, Вятского государственного университета, Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Волжской государственной академии водного транспорта, Нижегородской государственной консерватории, Волго-Вятского филиала МТУСИ, ИПФ РАН, ИПУ РАН, НИИИС им. Ю.Е.Седакова, НИРФИ, НИФТИ, НИПИ «Сириус-2», НПП «Полет», ННИПИ «Кварц», ННИИРТ, Нижегородского института информационных технологий, ОАО АНПП «ТЕМП-АВИА», ОАО «Мобильные ТелеСистемы», ООО «Теком», ГК «Мера», ГК «Тэлма», ООО «МераЛабс», ЗАО "Электронные системы", НПП «Знак» и представителей других организаций.

Организационный комитет:

В.Г.Баранов (председатель), М.К.Богдалова (зам.председателя), Ю.С.Бажанов, В.И.Есипенко, Ю.Г.Белов, В.В.Кондратьев, В.Р.Милов, С.Н.Митяков, С.Л.Моругин, С.Б.Раевский, А.Г.Рындык, С.Г.Сажин, Р.М.Сидорук, М.В.Ульянов, В.П.Хранилов, В.Л.Ягодкин

ISBN 978 - 5 - 93272 - 648 - 8

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1	
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА	5
СЕКЦИЯ 2	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ВЧ И СВЧ ДИАПАЗОНОВ	52
СЕКЦИЯ 3	
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ.....	87
СЕКЦИЯ 4	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	148
СЕКЦИЯ 5	
ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА.....	233
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	327

работы мульти-MIMO следует провести оценку количества источников переотражений и оценить их угловые координаты. Такая задача решается обычно путем передачи корреспондентами пилотных сигналов, известных приемной стороне. Однако при числе источников, большем двух, необходимо выполнение операции отбора среди полученных оценок углового положения "горячих" точек их наиболее правдоподобных значений. Разработку и анализ соответствующих алгоритмов следует рассматривать в качестве направления дальнейших исследований.

E-mail: swadim@inbox.ru, masesov@rambler.ru

В.И. СЛЮСАР, А.А. ТРОЦКО

(Военный институт телекоммуникаций и информатизации Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт")

КОМПЕНСАЦИЯ ЭФФЕКТА ДОППЛЕРА В КАНАЛАХ СВЯЗИ С РЕТРАНСЛЯТОРАМИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СЕТЕЙ

Современный этап в развитии беспилотной техники характеризуется разнообразием типов летательных аппаратов как по применению, так и по назначению. Достаточно важным направлением является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), барражирующих длительное время и передающих информацию в реальном масштабе времени. Речь идёт о децентрализованных системах связи, содержащих множество автономных узлов, функционирующих не только как привычные приёмники и передатчики, но и как ретрансляторы. При этом все узлы (устройства связи) сети унифицированы, используют общий протокол, создавая единое поле обмена информацией.

Несмотря на достигнутые успехи, при создании подобных сетей существует ряд актуальных проблем, среди которых следует отметить необходимость согласования частотных диапазонов и повышения пропускной способности каналов связи с бортовыми ретрансляторами в условиях доплеровских сдвигов частоты. Дело в том, что большие скорости движения БПЛА приводят к существенному проявлению эффекта Допплера, сопровождающемуся ухудшением приема и возможной потерей данных. Для борьбы с доплеровскими сдвигами частоты предлагается использовать метод неортогональной частотной дискретной модуляции (N-OFDM), в котором в отличие от ортогональной частотной дискретной модуляции (OFDM), для компенсации доплеровского эффекта нет необходимости увеличивать защитные интервалы, что привело бы к потере пропускной способности каналов связи. Метод N-OFDM позволяет производить учёт эффекта Допплера непосредственно перед демодуляцией в приемнике радиолинии.

Устранение влияния доплеровских смещений частоты в этом случае опирается на оценку частоты Допплера по пилот-сигналу. Упрощенный вариант компенсации состоит в том, что для всех сигналов пакета используется одинаковая оценка частотного сдвига. Рассмотрим вариант компенсации, воспользовавшись для оценивания квадратурных составляющих амплитуд сигналов методом максимального правдоподобия. Информационный эквивалент функции правдоподобия для комплексной формы представления суммы M гармонических сигналов по выходам АЦП может быть записан в виде

$$L_M = \sum_{s=1}^S \left[\left\{ U_s^c - \sum_{m=1}^M a_m \cos(\omega_m \Delta t (s-1) + \varphi_m) \right\}^2 + \left\{ U_s^s - \sum_{m=1}^M a_m \sin(\omega_m \Delta t (s-1) + \varphi_m) \right\}^2 \right], \quad (1)$$

где U_s^c , U_s^s – квадратурные составляющие напряжений сигнальной смеси по выходу АЦП в s -м временном отсчете; a_m – амплитуда m -го гармонического сигнала; S – общее количество временных отсчетов, подвергаемых обработке ($S \geq M$); s – порядковый номер отсчета АЦП в пределах сигнальной выборки; ω_m – радиальная частота m -го сигнала; φ_m – его начальная фаза.

Для минимизации (1) относительно неизвестных оценок амплитуд с учётом доплеровских сдвигов частоты в формулу необходимо подставить измеренные значения соответствующей частоты Допплера Δ_D , приведенные к радиальному виду:

$$L_M = \sum_{s=1}^S \left[\left\{ U_s^c - \sum_{m=1}^M a_m \cos((\omega_m + \Delta_D)\Delta t(s-1) + \varphi_m) \right\}^2 + \left\{ U_s^s - \sum_{m=1}^M a_m \sin((\omega_m + \Delta_D)\Delta t(s-1) + \varphi_m) \right\}^2 \right]. \quad (2)$$

Процедура демодуляции, удовлетворяющая условию (2), не требует дополнительных корректирующих операций по устранению паразитного фазового набега, сопутствующего синтезу частотных фильтров на основе быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Для повышения точности оценивания амплитуд сигналов весь диапазон рабочих частот может быть разбит на поддиапазоны, в каждом из которых используется своя оценка доплеровского сдвига частоты. Более точный учет негативного проявления доплеровского эффекта возможен при подстановке для каждой m -й поднесущей частоты коэффициента $\Delta_{D,m}$. Однако на практике заслуживает внимания смешанный вариант компенсации, когда часть частот объединяют в группы, внутри которых применяется общий групповой коэффициент компенсации доплеровского сдвига частоты $\Delta_{Dgr,m}$, а для выбранных частотных поддиапазонов сохраняется индивидуальная (дифференцированная) привязка коэффициентов доплеровского сдвига частоты к конкретной поднесущей. Такой режим почастотной привязки целесообразно сохранить, например, в отношении сигналов центральной частотной группы, для которых характерны наибольшие ошибки оценивания амплитуд сигналов. В отношении окаймляющих частот N-OFDM-пакета сигналов, на которых ошибки измерения амплитуд минимальны, может быть применен рассмотренный ранее принцип групповой компенсации доплеровского эффекта.

Описанный смешанный вариант обработки сигналов позволяет оптимально распределить ограниченный вычислительный ресурс, сосредоточив его в отношении частот, наиболее уязвимых с точки зрения достижимой точности оценивания амплитуд сигналов. Помимо отмеченной группы центральных частот, к числу таких уязвимых поднесущих можно отнести их уплотненные группы, возникающие в результате перераспределения рабочей полосы в условиях действия активных помех, либо частоты, соседствующие со спектральной областью, пораженной помехами. Кроме того, дифференцированная привязка доплеровских поправок уместна для поднесущих, на которых требуется сохранить высокий порядок квадратурно-амплитудной модуляции.

Для оценки достижимой точности оценивания амплитуд сигналов может быть использована двухэтапная методика. Первоначально следует определить потенциальную точность оценивания доплеровского сдвига частоты пилот-сигнала. Для этого целесообразно воспользоваться расчетом нижней границы Крамера–Рао (НГКР) для дисперсии несмещенной оценки частоты σ_n^2 . Рассмотрению может подлежать одночастотная измерительная процедура или же ее многочастотная альтернатива, заключающаяся в оценке радиальной скорости БПЛА по совокупности пилот-сигналов нескольких частот. Предполагается, что многочастотный вариант будет более точным, если регламентировать величины амплитуд всех пилот-сигналов, связав их известными коэффициентами с амплитудой сигнала опорной частоты. Аналогичный прием следует применить и в отношении неизвестных доплеровских сдвигов частот, выразив номиналы всех поднесущих через значение частоты сигнала, выбранного в качестве опорного. Перечисленные ограничения на параметры многочастотного пакета позволяют свести задачу многосигнального оценивания к односигнальной и тем самым минимизировать размерность информационной матрицы Фишера, ограничившись при ее формировании расчетом вторых частных производных по неизвестным параметрам единственного сигнала.

На втором этапе определяются непосредственно дисперсии оценок квадратурных составляющих амплитуд сигналов, которые удобно представить в качестве вектора дисперсий σ_A^2 . При этом проблемным вопросом является учет при определении σ_A^2 полученных ранее дисперсий

ошибок оценивания частоты $\sigma_{\text{нл}}^2$. В качестве варианта расчетной процедуры представляется возможным воспользоваться модифицированной методикой формирования НГКР. Суть ее состоит в том, что в исходную информационную матрицу Фишера, вместо математического ожидания второй частной производной функционала правдоподобия (2), по неизвестной частоте сигнала ω подставляется величина, обратная дисперсии оценивания частоты $\sigma_{\text{нл}}^2$, полученной на первом этапе. В качестве аналитического варианта расчета дисперсий амплитуд может быть применена процедура разложения оценки вектора амплитуд сигналов в окрестности их истинного значения в ряд Тейлора. Для проверки работоспособности и границ применимости обоих вариантов методики приближенного расчета $\sigma_{\text{нл}}^2$ планируется проведение вычислительного эксперимента.

E-mail: swadim@inbox.ru, trocko_aa@mail.ru

И.Н. КОЗУБЦОВ, А.И. МИНОЧКИН, О.В. КОКОТОВ

(Военный институт телекоммуникаций и информатизации Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт»)

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА В ПРОЦЕССЕ ВЕДЕНИЯ КОРОТКОВОЛНОВОЙ РАДИОСВЯЗИ

Постановка задачи. Системы коротковолновой радиосвязи являются нечеткой системой, которая не поддается формальному описанию даже с помощью аппарата математической статистики. Достоверность прогнозирования – ключевая проблема для адаптации системы радиосвязи, поскольку позволяет осуществлять переход на другие рабочие частоты до того, как произошло ухудшение связи. Возникает необходимость спрогнозировать начало момента ухудшения радиосвязи за счет увеличения уровня шума на отдельно выбранных частотах. Таким образом, такие параметры, как точность прогнозирования и его своевременность, зависят от условий, в которых функционирует система связи, и верно выбранного подхода к построению прогнозной модели.

Актуальность и новизна. Для повышения надежности радиосвязи желательно прогнозировать уровни случайных помех на ближайшие минуты, а также на одни и те же часы ближайших суток, сезона и года.

Одна из основных гипотез о природе прогнозирования заключается в том, что выводы о вероятности предстоящего события или значения случайной величины делаются на основе изучения, анализа и обобщения предыдущего опыта – истории предсказываемого явления.

Значение уровней (или спектральных плотностей) помех в любой географической точке приема не являются случайными стационарными функциями, хотя бы в силу наличия суточной и годовой периодичности изменения состояния слоев ионосферы. Важность решения вопроса прогнозирования в радиосвязи очевидна. Как известно, свойство ионосферы в обычных условиях изменяются относительно медленно. Это в основном предопределяет ограниченный во времени статически устойчивый квазистационарный характер усредненных последовательностей уровней помех. Такое положение дает возможность применять методы прогнозирования стационарных процессов к квазистационарным.

Статистический прогноз уровней помех на каждой из частот может быть осуществлен на основе знания поведения процесса в прошлом до момента t , т.е. на основе непрерывной регистрации определенного количества измерений уровней помех. Статистическая обработка результатов различных измерений уровня помех проведена на ЭВМ, учитывая реальную нестационарность процесса радиопомех. Оказалось, что достаточно вычислить средний уровень помехи по результатам измерений примерно за 10-20 мин (в зависимости от частоты отсчетов, времени суток и т.д.) до момента выбора оптимальной по помехам частоты.

Математический аппарат. Работа радиолинии на экстремальных частотах ионосферной волной со слишком малыми мощностями передатчика возможна благодаря техническим

ПОЛЕВАЯ С.А.	153	СОКОЛОВ М.Е.	219
ПОЛУХИНА О.Е.	197	СОКОЛОВА Э.С.	263,268,269
ПОНОМАРЕВ В.И.	114	СОЛДАТОВ Е.А.	36,37
ПОПОВ Е.А.	76,77	СОЛУНИН Л.А.	74
ПОТЕХИН В.А.	242	СОРОКИН А.В.	58,60
ПРИБЫТКОВ Д.Н.	118	СТАРОСТИН Н.В.	310,311,312
ПРИЛУЦКИЙ М.Х.	295,296,297	СТЕПАНЕНКО М.А.	263
ПРОКОПЧУК Е.Л.	179,180	СУББОТИН В.Г.	200
ПРОКОФЬЕВ А.А.	13	СУСЛОВ Б.А.	135
ПРОЛЕТАРСКИЙ А.В.	281	СУХОВ А.П.	146
ПРОХОРОВА Е.С.	257	СУЧКОВА М.Р.	228
ПУСТЕЛЕНИНА Е.В.	86	СЫСОЕВ Д.А.	22
ПУХИР Г.А.	96	СЪЯНОВ В.А.	50
ПЯТАЕВ В.И.	50	ТАБАКОВА Н.Л.	165
РАДИОНОВ А.А.	73,74	ТЕЛЬНЫХ А.А.	219
РАЕВСКИЙ А.С.	71,72	ТЕРЕХОВА Н.Ю.	187
РАЕВСКИЙ С.Б.	71	ТИМОФЕЕВ Ю.В.	67
РАЙКИН И.Л.	225,230	ТИМОФЕЕВА О.П.	270
РАЙКИН Л.И.	227	ТИТОВА Е.И.	268
РАКИТИН А.В.	243,244	ТИХОМИРОВА М.А.	249
РАССАДИН А.Э.	18	ТОКАРЕВ С.В.	179
РЕДКИЙ А.К.	72	ТРАВКИН Д.Н.	194,196
РЕДЬКИН Ю.В.	101,103	ТРОЦКО А.А.	92
РЕЗНИКОВ М.Б.	304	ТУЛЯКОВ Ю.М.	108,109
РОМАНОВ Д.Н.	24,25,26	ТУН АУНГ	87
РОМАШОВ В.В.	33	ТЭТ АУНГ	89
РОМАШОВ П.С.	80	ТЮГИН Д.Ю.	208
РОСТОКИН И.Н.	53,54	УЛЬЯНОВ М.В.	288
РУДАКОВ А.С.	289	УСКОВ О.В.	71
РУСЕЦКИЙ Г.Ю.	89	УСПЕНСКАЯ Г.И.	48
РУСИНОВА В.Ю.	270	УСТЮЖАНИН К.В.	111
РУЧКИНА Ю.Д.	164	УТКИН В.Н.	207
РЫБИН И.Б.	286	ФАДЕЕВ И.Д.	80
РЫЖАКОВА Т.С.	70	ФАМ СУАН ФАНГ	186
САДКОВ В.Д.	207	ФАМ ТХИ ТХИЕН	278
САДКОВА О.В.	213	ФЕДЕНКО Д.А.	99
САЖИН В.А.	174	ФЕДОРОВА Е.А.	165
САЖИН С.Г.	168,169,170,171	ФЕДОСЕЕВА Е.В.	28,55
САЛАДАЕВ Е.Н.	121,123	ФЕДОСЕНКО Ю.С.	300,302
САМОЙЛОВ А.Н.	34	ФЕДОТОВ А.Б.	85
САНИН А.Г.	155,157	ФЕДУЛОВ А.В.	106
САНИНА О.А.	155,157	ФЕТИСОВ Е.С.	112
САФРОНОВ Е.М.	317	ФИДЕЛИН Г.А.	116,117
СВЕТЛАКОВ Ю.А.	62,63,75	ФИЛИНСКИХ А.Д.	227,232
СЕДЫХ И.О.	311	ФИЩЕВ М.А.	114
СЕМАШКО А.В.	128,129,145	ФОМИЧЕВ А.В.	283
СЕМЕНОВ А.В.	276,277	ФУНТОВ В.А.	273
СЕМЕНОВА О.В.	164	ХАРЧУК С.М.	25
СЕМЕНОВА М.Ю.	41	ХВОСТОВА О.Е.	199
СЕРОГЛАЗОВ В.В.	224	ХИСАМОВ Д.Ф.	98
СЕЧКО Г.В.	7,96	ХИСАМОВ Ф.Г.	97
СИДОРУК Р.М.	230	ХОЛОПОВ И.С.	8
СИЛАЕВ А.Н.	311	ХРАМОВ К.К.	27
СИТУ АУНГ СО	89	ХРАНИЛОВ В.П.	204,205,206,324,325
СКОБЕЛЕВ В.В.	279	ЦВЕТКОВ А.И.	302
СКОБЕЛЕВ В.Г.	279	ЦИБИЗОВА Т.Ю.	186
СЛЮСАР В.И.	6,52,90,92	ЦЫГАНКОВ Б.В.	240
СЛЮСАР Д.В.	52	ЧАЙКА Е.А.	315
СМИРНОВ И.В.	179,180	ЧАЩИНА Н.А.	106
СМИРНОВА А.С.	184	ЧЕКУШКИН В.В.	29
СМИРНОВА Д. М.	15	ЧЕРНОВ А.Г.	198
СОКОЛОВ А.Д.	191	ЧЕРНЫШОВА Н.Н.	298
		ЧЕЧИН Н.А.	77

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ
ИСТ-2009**

**МАТЕРИАЛЫ
XV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Редакторы Т.В.Третьякова, Е.В. Комарова
Компьютерная верстка В.П.Хранилов**

Подписано в печать 09.04.2009. Формат 60 x 84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 20,75. Уч.-изд. л. 41,0. Тираж 250 экз. Заказ 254.

**Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ. 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.**