

Т Р У Д Ы

ДЕСЯТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

18—22 мая 2009 г.
Украина, г. Одесса

Том

I

МЕЖДУНАРОДНЫЙ МНОГООТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ
«ИНЖЕНЕРНАЯ СТРАТЕГИЯ – ИННОВАЦИЯ»



МНПК «СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

О Р Г А Н И З А Т О Р Ы

Министерство промышленной политики Украины
Министерство образования и науки Украины
Одесский национальный политехнический университет
Издательский центр "Политехперіодика"

О Р Г А Н И З А Ц И О Н Н Ы Й К О М И Т Е Т

Белянин А. Ф., д. т. н. (ЦНИТИ «Техномаш», г. Москва, Россия)
Годованюк В. Н., д. т. н. (ЦКБ «Ритм», г. Черновцы, Украина)
Каримов А. В., д. ф.-м. н. (НПО «Физика-Солнце», г. Ташкент, Узбекистан)
Копытчук Н. Б., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса, Украина)
Малахов В. П., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса, Украина)
Мачулин В. Ф., д. ф.-м. н. (Институт физики полупроводников, г. Киев, Украина)
Николаенко Ю. Е., к. т. н. (МПП Украины, г. Киев, Украина)
Пилипенко В. А., д. т. н. (НПО «Интеграл», г. Минск, Беларусь)
Тихонова Е. А. (Издательский центр "Политехперіодика", г. Одесса, Украина)
Чмиль В. М., к. т. н. (НПП «Сатурн», г. Киев, Украина)

П Р О Г Р А М М Н Ы Й К О М И Т Е Т

Еримичой И. Н., к. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Азаров А. Д., д. т. н. (ВНТУ, г. Винница)
Антощук С. Г., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Ащеулов А. А., д. т. н. (Институт термо-
электричества, г. Черновцы)
Баранов В. В., д. т. н. (БГУИР, г. Минск)
Баранов П. Е., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Глушеченко Э. Н., к. т. н. (НПП «Сатурн»,
г. Киев)
Годлевский М. Д., д. т. н. (НГУУ «ХПИ»,
г. Харьков)
Данилов В. В., д. т. н. (ДонНУ, г. Донецк)
Дрозд А. В., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Дроздов В. А., д. ф.-м. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Казаков А. И., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Кожухар А. Т., д. т. н. (НУ "Львовская
политехника")
Крислов В. А., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Лузин С. Ю., д. т. н. («Прософт-Технолоджи»,
г. С.-Петербург)

Лукьянчук А. Г., к. т. н. (СевНТУ, г. Севастополь)
Мазурков М. И., к. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Михеева И. Л., к. т. н. («Украналит», г. Киев)
Мокрицкий В. А., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Нестеренко В. Н. (МПП Украины, г. Киев)
Нестеренко С. А., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Николаенко В. М., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Панов Л. И., к. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Перевертайло В. Л., к. ф.-м. н. (НИИ микро-
приборов, г. Киев)
Положаенко С. А., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Правда В. И., к. т. н. (НГУУ «ХПИ», г. Киев)
Прудкус И. Н., д. т. н. (НУ «Львовская политехника»)
Рюхтин В. В., к. т. н. (ЦКБ «Ритм», г. Черновцы)
Ситников В. С., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Томашик В. Н., д. х. н. (Институт физики полу-
проводников, г. Киев)
Федорович О. Е., д. т. н. (НАУ «ХАИ», г. Харьков)
Шокало В. М., д. т. н. (ХНУРЭ, г. Харьков)

Ученые секретари конференции

Блажко Александр Анатольевич, к. т. н.,
Ефименко Анатолий Афанасьевич, к. т. н.
(ОНПУ, г. Одесса)

МЕТОД УПРЕЖДАЮЩЕЙ КОМПЕНСАЦИИ ЭФФЕКТА ДОПЛЕРА ПРИ ПЕРЕДАЧЕ OFDM-СИГНАЛОВ

Д. т. н. В. И. Слюсар¹, А. А. Троцко²

¹ЦНИИ вооружения и военной техники Вооруженных сил Украины, г. Полтава;

²Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ „КПИ”, г. Киев
Украина

swadim@inbox.ru, trocko_aa@mail.ru

Одной из проблем, ограничивающих возможности применения OFDM-сигналов в радиолиниях связи с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА), является негативное влияние эффекта Доплера. Большие скорости движения БПЛА приводят к доплеровским смещениям частоты, что вызывает ухудшение качества приема OFDM-сигналов и может сопровождаться потерей данных.

Для решения данной проблемы может быть использован метод упреждающей компенсации доплеровского смещения поднесущих перед излучением OFDM-пакета, отличие которого состоит в предварительном изменении несущей частоты излучаемого многочастотного сигнала в сторону, противоположную направлению доплеровского смещения. Такую компенсацию несложно сделать в процессоре формирования излучаемых OFDM-сигналов перед подачей их на вход цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП). Последовательность операций данного метода может быть условно разделена на 3 этапа.

Суть первого из них сводится к оценке доплеровского смещения частоты по пилот-сигналу, принимаемому с борта БПЛА в режиме вхождения в связь. Для этого может использоваться, например, модификация метода оценивания [1], в которой поиск неизвестной оценки периода дискретизации АЦП заменяется поиском доплеровской частоты пилот-сигнала $F_{p,dop}$. В рамках второго этапа по измеренной частоте Доплера производится расчет номиналов поднесущих, подлежащих излучению, с таким условием, чтобы в результате воздействия доплеровского эффекта поднесущие OFDM-сигнала, принятого на борту БПЛА, по-прежнему располагались в максимумах амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) фильтров, синтезированных в результате быстрого преобразования Фурье (БПФ). Данное условие можно записать в виде: $F_m \pm F_{dop,m} = F_{0m}$, где $F_{dop,m}$ — доплеровский сдвиг поднесущей F_m , знак которого определяется направлением относительного движения БПЛА; F_{0m} — центральная частота БПФ-фильтра, соответствующего m -й поднесущей. Учитывая известную связь доплеровского сдвига частоты пилот-сигнала, полученного с борта БПЛА, с радиальной скоростью подвижного носителя $V_r = \lambda_p F_{p,dop}$, где λ_p — длина волны пилот-сигнала, расчетное соотношение несложно заменить эквивалентным: $F_m \pm V_r F_m c^{-1} = F_{0m}$, где c — скорость света. Отсюда, искомая частота m -й поднесущей при передаче на борт БПЛА определится из выражения $F_m = F_{0m} (1 \pm V_r c^{-1})^{-1}$. Чтобы избежать необходимости оценивания радиальной скорости, далее удобно использовать подстановку $V_r = F_{p,dop} F_p^{-1} c$, с учетом которой получим $F_m = F_{0m} F_p (F_p \pm F_{p,dop})^{-1}$, где F_p — частота пилот-сигнала в отсутствие доплеровского эффекта. На третьем этапе по рассчитанным номиналам всех либо ключевых поднесущих производится формирование подлежащего передаче совокупного OFDM-сигнала.

Таким образом, предложенный вариант упреждающей компенсации позволяет сохранить неизменным алгоритм демодуляции OFDM-сигналов на приемной стороне.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Слюсар В. И. Измерение периода дискретизации АЦП по сигналу известной частоты // Изв. вузов. Радиоэлектроника. — 1998. — № 5. — С. 43—47.