

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.376:621.391

Леонов  
Евгений Дмитриевич

Демодуляция сигнала в мобильной радиосистеме передачи  
телеметрической и видеоинформации

### **АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-39 80 02 «Радиотехника, в том числе системы и  
устройства радионавигации, радиолокации и телевидения»

Минск 2017

Научная работа выполнена в учреждении образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"

Научный руководитель **Семашко Павел Геннадьевич**, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ОАО "АЛЕВКУРП"

Официальные оппоненты **Саломатин Сергей Борисович**, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, преподаватель кафедры сетей и устройств телекоммуникаций учреждения образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"

Оппонирующая организация Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"

Защита состоится 26 января 2017 г. на заседании совета по защите диссертаций при учреждении образований "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" по адресу: 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 6, корп. 1, e-mail: dissovet@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники".

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

При разработке технологий военного и двойного применения часто встает задача передачи больших объемов информации (видео и телеметрия) с высокоскоростных мобильных объектов таких как беспилотный летательный аппарат, на наземную приемную станцию. Актуальным является поиск пригодного для практической реализации решения демодуляции широкополосного сигнала в условиях наличия помех и высокого доплеровского сдвига несущей частоты.

Основной целью работы является разработка способа демодуляции сигнала и оценка его эффективности при передаче телеметрической и видеоинформации с летательного аппарата на землю при наличии аддитивных и мультипликативных помех, а именно: осуществить сравнительный анализ существующих методов демодуляции широкополосного сигнала с неизвестным доплеровским сдвигом частоты в канале с помехами; определить основные параметры сигнала и модели канала связи при передаче большого объема информации с летательного аппарата на наземный пункт управления; выбрать наиболее подходящий метод демодуляции принятого сигнала; разработать программную модель радиосистемы передачи информации и проанализировать качество демодуляции сигнала по результатам моделирования.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Цель и задачи исследования.** Разработать способ демодуляции сигнала и оценить его эффективность при передаче телеметрической и видеоинформации с летательного аппарата на землю при наличии аддитивных и мультипликативных помех. Сравнительный анализ существующих методов демодуляции широкополосного сигнала с неизвестным доплеровским сдвигом частоты в канале с аддитивными и мультипликативными помехами. Определение основных параметров сигнала и модели канала связи при передаче видео и телеметрической информации с летательного аппарата на землю. Выбор и обоснование методов демодуляции принятого сигнала. Разработка программной модели радиосистемы передачи информации. Анализ качества демодуляции сигнала по результатам моделирования.

### **Новизна полученных результатов.**

Построена модель мобильной радиосистемы передачи телеметрической и видеоинформации в САПР ADS с возможностью изменения основных её

параметров и возможностью анализа канала связи при наличии аддитивных и мультипликативных помех, а также высокой частоты доплеровского сдвига.

**Положения выносимые на защиту.** Модернизация приёма и демодуляции принимаемого сигнала в мобильной системе передачи телеметрической и видеоинформации.

**Апробация результатов диссертации.** Некоторые результаты диссертационной работы были опубликованы в виде доклада на 11-ой международной научно-технической конференции "Современные проблемы радиотехники телекоммуникаций, РТ-2016".

Структура и объем диссертации. Общий объем магистерской диссертации составляет 90 страниц, включая 41 иллюстрацию, 6 таблиц, библиографический из 20 наименований, 1 приложение.

Введение.

Глава 1. Обоснование актуальности и анализ возможных путей решения рассматриваемой проблемы.

Глава 2. Обоснование технических требований к системе передачи информации.

Глава 3. Структура системы цифровой связи.

Глава 4. Моделирование радиосистемы передачи видео и телеметрической информации.

Заключение.

Библиографический список.

Приложение 1.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В первой главе диссертационной работы рассматривается обоснование актуальности и анализ возможных путей решения рассматриваемой проблемы. В частности, приведены основные цифровые виды модуляции, их спектральная и энергетическая эффективность. Рассмотрен вопрос обеспечения синхронизации в приемо-передающей системе, дана общая классификация беспилотных летательных аппаратов и проведён их общий обзор.

Во второй главе приведён выбор параметров для системы связи БПЛА с НПУ, а также проведен анализ канала связи, рассчитан максимальный доплеровский сдвиг частоты и рассмотрены характер и параметры аддитивных и мультипликативных помех, их корреляционные и статистические свойства.

В третьей главе приведена общая структура системы цифровой связи и алгоритм реализации демодуляции принятого сигнала.

В четвертой главе показана разработанная в САПР модель радиосистемы передачи телеметрической и видеоинформации, а также рассмотрен обзор возможностей САПР *ADS (Advanced design system)*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе разработана модель мобильной радиосистемы передачи телеметрической и видеоинформации, а также основные алгоритмы и процессы предусмотренные для решения устойчивости канала связи к аддитивным и мультипликативным помехам, и частоте доплера. На основании полученных результатов можно отметить, что данная система обладает хорошей помехозащищенностью и выдерживает смещение частоты доплера в 5 раз превышающее рассчитанное без появления ошибок (*BER*) при приёме полезного сигнала.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1 – Леонов Е.Д. «Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов в мобильной радиосистеме передачи телеметрической и видеоинформации», «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций, РТ - 2016», 16-20 ноября 2016г.

Библиотека БГУИР