

## Отзыв

на автореферат диссертационной работы Батанова Виталия Викторовича «Развитие теории передачи цифровых сигналов по спутниковым радиолиниям с частотной и временной дисперсией», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 - Радиофизика

Исследования диссертационной работы связаны с тематикой передачи информации по спутниковым радиолиниям со свойствами частотной и временной дисперсии.

Актуальность исследований определяется требованием достижения высоких скоростей передачи данных для разрабатываемых спутниковых информационных систем при ограниченной частотной полосе радиолиний. Решение этой проблемы достигается, используя цифровые сигналы с повышением их частотной эффективности до 8 бит/с/Гц и с различными манипуляциями и с более сложными «созвездиями» по отношению к «классическим» сигналам с двоичной фазовой манипуляцией. Однако, рассматриваемые цифровые сигналы существенно подвержены искажающему влиянию сред распространения по отношению к сигналам с двоичной фазовой манипуляцией. Искажения связаны с случайными фазовыми и амплитудными вариациями цифровых сигналов относительно передаваемых сигналов при распространении, что приводит к возникновению межсимвольных интерференционных помех в дополнение к аддитивным канальным помехам, что обуславливает энергетические потери при увеличении частотной эффективности цифровых сигналов и увеличении частотной полосы по отношению к распространению в свободном пространстве.

Свойства частотной и временной дисперсии рассматриваемых спутниковых радиолиний определяют комплекс решаемых задач, включая разработку моделей искажений сигналов при распространении по радиолиниям, разработку методов снижения влияния искажений цифровых сигналов при распространении, выполнение экспериментальных исследований с целью измерений характеристик ионосферных радиолиний.

В диссертации рассмотрено искажающее влияние ионосферных радиолиний со свойствами частотной дисперсии (зависимость фазовой скорости от частоты) и временной дисперсии (многопутевое распространение сигналов из-за свойств отражения, дифракции и рассеяния ионосферных неоднородностей) и радиолиний с туманом с свойством частотной дисперсии и поглощения. Влияние околосферной ионосферы существенно для  $P$ -,  $L$ -частотных диапазонов, для более высокочастотных диапазонов (например, для  $Ka$ -диапазона) искажающее влияние оказывают радиолинии с туманом.

В диссертации приведены результаты, полученные при решении этого комплекса задач, составляющие научную новизну. Основные результаты связаны с разработкой модели спутниковых ионосферных радиолиний и радиолинии с туманом; на основе этих моделей созданы модели искажений цифровых сигналов при распространении по анализируемым радиолиниям в виде линейных фильтров; произведено исследование характеристик спутниковых ионосферных радиолиний со свойством многолучевости распространения сигналов, которая порождает нестационарность радиолиний; предложены методы снижения искажающего влияния цифровых сигналов при распространении по анализируемым спутниковым радиолиниям, включая разработанный в диссертационной работе метод на основе частотно-эффективных цифровых сигналов и корректирующего кодирования в недвоичных полях; произведены экспериментальные исследования ионосферных спутниковых радиолиний с использованием сигналов спутниковой информационной системы Коспас/Сарсат в диапазоне  $P/L$ - частот с целью оценивания, в частности, диапазона вариаций амплитуд сигналов.

Практическая значимость работы определяется тем, что полученные результаты составляют основу для разработки методов передачи информации по рассматриваемым

спутниковым радиолиниям с использованием класса частотно-эффективных цифровых сигналов, обеспечивающих требуемую скорость передачи для выделяемых частотных диапазонов.

**Замечание по содержанию автореферата.**

1. Критическим параметром искажающего влияния ионосферных радиолиний является высотный профиль электронной плотности. В автореферате следовало бы привести используемые при анализе модельные представления этого параметра.

2. В формульных выражениях не даны определения некоторых параметров, например, для параметра  $f_p$ .

**Вывод.** Диссертационная работа Батанова Виталия Викторовича «Развитие теории передачи цифровых сигналов по спутниковым радиолиниям с частотной и временной дисперсией», соответствует паспорту специальности 1.3.4 - Радиофизика. На основе автореферата работа оценивается положительно, по новизне и практической значимости результатов представляет законченное научное исследование, соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям («Положения о присуждении ученых степеней» № 842, редакция от 16.10.2024 г.), а ее автор Батанов Виталий Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 Радиофизика.

Отзыв составил:

Лобов Евгений Михайлович, доктор технических наук (2.2.13 – Радиотехника в том числе системы и устройства телевидения), доцент, профессор кафедры «Радиотехнические системы», МТУСИ

Телефон: +7 (495) 957 77 99, доб. 625

Эл. почта: e.m.lobov@mtuci.ru

*Лобов Е.М.*  
02.04.2026

Подпись Е.М. Лобова заверяю

*М. Суслов*



Сведения об организации

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ)

111024, г. Москва, ул. Авиамоторная 8а

+7 (495) 957 77 99

[mtuci@mtuci.ru](mailto:mtuci@mtuci.ru)