

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

УДК 004.722.45

Козырев
Николай Александрович

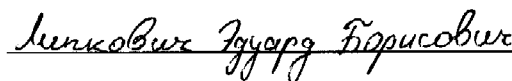
Мультимедийная спутниковая система обмена информацией Ka-диапазона
частот

АВТОРЕФЕРАТ

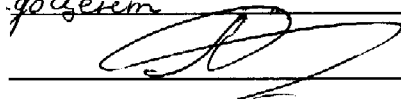
на соискание степени магистра техники и технологии
по специальности 1-45 81 01 «Инфокоммуникационные системы и сети»



Научный руководитель



доцент



Минск 2019

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Спутниковые технологии многопрограммного цифрового телерадиовещания, обмена информацией и высокоскоростного доступа к медиаресурсам обладают уникальной возможностью охватить высококачественным обслуживанием значительное число пользователей, в том числе находящихся в районах со сложным рельефом местности, невысокой плотностью населения и низким уровнем развития наземной телекоммуникационной инфраструктуры.

Спутниковый интерактивный доступ к мультимедийным ресурсам считается одним из перспективных направлений в спутниковой отрасли. К настоящему времени созданы специализированные высокоинформативные спутниковые сети (Ka-Sat, Astra2Connect, HughesNet, ViaSat и др.) и выведено на орбиту достаточно большое число спутников с радиостволами мультимедийных услуг, включая российские спутники Экспресс-АМ5/АТ2 (140° в.д.), Экспресс-АМ6 (53° в.д.), Экспресс-АМ8 (81° з.д.). В значительной части спутников используются радиостволы Ka-диапазона частот (27,5...31,0 ГГц на линии «вверх» и 17,7...21,2 ГГц на линии «вниз»), что объясняется их широкополосностью (150...400 МГц) и высокой энергетической эффективностью при условии обеспечения допустимой плотности потока мощности у поверхности.

Заметный удельный вес спутниковых сетей связи среди других наземных телекоммуникационных средств доставки информации объясняется высоким качеством передаваемых сигналов, гибкостью решений при организации радиосвязи и значительной рентабельностью при их развертывании.

Известно, что для построения спутниковой сети связи, необходимо провести тщательный анализ радиоканала, по которому будет осуществляться передача информации. Данный анализ включает в себя расчет потерь на распространение сигнала, энергетических параметров радиолинии, электромагнитной совместимости оборудования.

Основными задачами диссертационной работы является исследование состояния и тенденций развития систем мультимедийной связи и вещания Ka-диапазона частот, использующих прямую ретрансляцию сигналов и их обработку на борту, а также разработка математических моделей расчета их системных показателей.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цифровые спутниковые системы (ЦСС) совершенствуются как в части функциональных возможностей, так и в части технических и качественных показателей. К настоящему времени существенно улучшена чувствительность приемных устройств за счет использования двухблочного способа построения, исключающего волноводный тракт с потерями. Снижена выходная мощность передатчика станций и повышена достоверность приема благодаря применению

помехоустойчивых кодов с высокой исправляющей способностью. В ряде моделей ЦСС применены адаптивные методы борьбы с потерями на радиолиниях из-за погодных условий приема путем изменения параметров кодирования под требуемые значения отношений несущая/шум на входе приемного устройства. В соответствии с общей тенденцией улучшения характеристик станций ставится задача улучшения не только энергетических, а также и качественных показателей, таких как: достоверность приема, готовность оборудования, показатели по ошибкам.

В диссертационной работе излагаются основные положения по принципам построения спутниковых сетей, используемым технологиям и протоколам в данных сетях. Рассматривается стандарт DVB-S2, его основные особенности и возможные реализации. Также рассматривается режим работы стандарта DVB-S2 совместимый с DVB-S. Приводятся теоретические положения по вопросам помехоустойчивого кодирования и многопозиционной модуляции, разрабатываются математические модели расчета помехоустойчивости приемных систем, дается оценка качественным показателям.

В диссертационной работе ставятся и решаются задачи исследования способов построения радиоканалов и трактов в спутниковой сети интерактивного обмена информацией с разработкой теоретических моделей расчета их базовых характеристик.

Для решения поставленных задач были рассмотрены преимущества и недостатки Ka-диапазона, произведен анализ уже существующих спутниковых интерактивных систем широкополосного доступа. Также были рассмотрены общие принципы построения системы спутникового вещания, архитектура земных станций и абонентских терминалов, был произведен расчет показателей спутниковых радиоканалов и приемного оборудования, определена выходная мощность передатчика земной станции и параметры бортового ретранслятора.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, даётся краткая характеристика её разработанности, определяются объект и предмет исследования, указана теоретико-методологическая основа.

Первая глава «Характеристика спутниковых систем мультимедийного вещания и связи» включает общие положения по состоянию в области спутниковых сетей связи и состоит из группы подразделов.

В подразделах первой главы производится анализ основных показателей каналов и трактов. Рассматривается общая структура построения сети. Описываются особенности технической реализации и функционирования систем интерактивного обмена информацией. Также описывается бортовой комплекс спутниковой системы с прямой ретрансляцией сигналов и их обработкой на борту. Обозначаются требования к системным показателям

спутниковой сети Ка-диапазона. Описываются используемые виды модуляции и помехоустойчивого кодирования в спутниковой сети связи и вещания.

Вторая глава «Базовые подсистемы спутниковой сети интерактивной связи» включает в себя рассмотрение основных подсистем и состоит из группы подразделов. В подразделах второй главы рассматриваются структура взаимодействия между наземными и спутниковыми сетями связи, структура построения гибридной спутниковой сети и структура построения интерактивного абонентского терминала и принципы его работы. Также описывается центральная станция сопряжения и особенности ее функционирования.

Глава третья «Расчет системных показателей спутниковых радиоканалов и приемного оборудования» включает в себя математические модели для расчета системных показателей приемного оборудования.

Целью главы являются определение базовых показателей приемных систем при организации многопрограммного спутникового вещания, высокоскоростной доставки мультимедийных данных в адрес пользователей, телеметрии и контроля. Среди определяемых параметров: ЭШТ приемного оборудования, уровни входных сигналов, энергетический выигрыш от кодирования (ЭВК), спектральная и информационная эффективности, число программ в радиоканале, диаметр и конструктивные параметры приемной антенны.

Глава четвертая «Определение выходной мощности передатчика земной станции и параметров бортового ретранслятора» состоит из нескольких подразделов, в которых представлены математические модели необходимые для данного расчета.

Расчет выходной мощности передатчика ЗС1 в спутниковых системах с прямой ретрансляцией сигналов основывается на определении требуемого значения ОНШ на входе ИСЗ, при котором помехоустойчивость ЗС2 под действием тепловых шумов и продуктов нелинейных искажений ретранслятора находится в заданных пределах. Наибольшее влияние на помехоустойчивость ЗС2 оказывает ретранслятор, когда в нем используется многосигнальный режим передачи и усилитель мощности (например, на ЛБВ) работает в нелинейном режиме, вызывая рост интермодуляционных продуктов, расширение спектра модулированных сигналов и снижение достоверности приема. В расчетах учитываются негативное влияние многосигнального режима на ЛБВ в виде отступлений мощности по входу и выходу.

Также в данной главе приведен порядок расчета сетевых показателей при использовании VSAT-станций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Базируясь на выполненных в диссертационной работе теоретических исследованиях в направлении мультимедийных спутниковых систем обмена информацией Ка-диапазона частот, математических моделей для расчета

энергетических, спектральных, информационных, системных и сетевых характеристик можно сделать следующие выводы:

– представлен систематизированный материал по структуре построения и особенностям функционирования спутниковых систем мультимедийного вещания и интерактивной связи в Ka-диапазоне частот;

– разработана методика расчета энергетических и системных показателей спутниковых каналов связи по стандартам DVB-S и DVB-S2;

– получены математические модели расчета помехоустойчивых спутниковых каналов мультимедийного вещания при отсутствии и наличии сверточного кодирования и мягкого декодирования по алгоритму Витерби для многопозиционных видов модуляции (КАМ-М, ФМ-М);

– представлены расчетные соотношения спектральной и энергетической эффективностей спутниковых каналов связи и дана оценка различия реальных показателей по отношению к предельным по Шеннону;

– получена формула энергетического выигрыша от кодирования для различных значений вероятности ошибки на выходе декодера Витерби, параметров и видов модуляции.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[А–1] Козырев, Н. А. Мультимедийная спутниковая система обмена информацией Ka-диапазона частот / Н. А. Козырев // Инфокоммуникации: материалы 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 23–27 апреля 2018 г. – Минск: БГУИР, 2018. – С. 21.