

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

УДК 654.19

Зорько  
Михаил Иванович

Методы и средства доставки мультимедийных сигналов на передающий центр  
наземного цифрового вещания

## **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-45 80 01 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

---

Научный руководитель  
Липкович Эдуард Борисович  
доцент кафедры ИКТ

---

Минск 2018

Нормоконтроль:

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

Создание национальных систем наземного цифрового телевизионного вещания (НЦТВ) для доставки населению ТВ программ в форматах стандартной и высокой четкости на стационарные устройства является одним из приоритетных направлений в развитии телеинформационной инфраструктуры любой страны.

Внедрение цифрового телевизионного вещания обуславливается расширением функциональных и технических возможностей для телевизионного и звукового вещания, социальными запросами общества, нуждающегося в качественно новой инфраструктуре вещания и телекоммуникаций [1].

Дальнейшее улучшение многих показателей системы наземного вещания определено в стандарте второго поколения DVB-T2. Этот стандарт ориентирован на прием телевизионных программ в формате высокой четкости.

Таким образом целью магистерской работы является систематизация материалов по методам формирования и средствам доставки цифрового медиаконтента на передающий центр;

- рассмотрение вариантов формирования и транспортировки медиаконтента с использованием ВОЛС и спутниковых каналов связи;

- исследование принципов построения и функционирования передающего тракта НЦТВ с многопозиционными видами модуляции, помехоустойчивым кодированием и многочастотным режимом передачи;

- анализ технических характеристик альтернативных решений;

- проведение расчетов энергетических и системных показателей тракта передачи.

- исследование методов и средств доставки мультимедийных сервисной информации на передающий центр наземного вещания.

Основные задачи в диссертации: рассмотрение базовых методов и средств доставки мультимедийных сигналов на передающий центр наземного цифрового телевизионного вещания стандартов DVB-T и DVB-T2; обоснование требований к структуре и организации транспортной сети доставки информации; разработка варианта доставки мультиплекса на передающий центр наземного вещания с помощью маломощной станции НЦТВ; расчет энергетических запасов на замирания и параметров вещания.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Стандарт на цифровое наземное вещание DVB-T развивается наиболее динамично, проникая в сети разных стран мира. Основанный на ранее принятых стандартах спутникового (DVB-S) и кабельного (DVB-C) вещания, он располагает целым рядом новых технических решений. Главное из них – многочастотный режим передачи радиосигналов, позволяющий бороться с многолучевостью на радиолиниях в условиях разноэтажной городской застройки. Вследствие многолучевости на входе приемных устройств действуют группы копий отраженных сигналов с различной временной задержкой, амплитудой и фазой, что может привести к межсимвольной интерференции и росту ошибок на приеме. Причем число ошибок тем выше, чем выше информационная скорость данных и, следовательно, ниже их длительность. При многочастотном режиме передачи цифровой поток данных разделяется на субпотoki с длительностью символов в каждом из них, существенно превышающей типовую задержку сигналов при их распространении в условиях города. Благодаря этому на приемной стороне после демодуляции субпотокoв обеспечивается высокая вероятность распознавания информации.

Система НЦТВ по стандарту DVB-T характеризуется универсальностью, многофункциональностью и располагает широким набором изменяемых параметров для адаптации к характеристикам каналов, режимам передачи и способам приема на стационарные, мобильные и переносные устройства. Стандарт не ограничивает разработчиков и производителей оборудования жесткими требованиями на способы его реализации и определяет только параметры транспортного потока и радиосигналов с соответствующими видами помехоустойчивого кодирования и модуляции.

Целью диссертации является исследование сценариев доставки мультимедийной информации на передающий центр системы наземного цифрового телевизионного вещания и выявить альтернативные варианты известных решений за счет использования новых принципов формирования каналов, новых видов модуляции и обработки сигналов на приеме с высоким качеством.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- анализ и систематизация материалов по способам и средствам доставки цифрового медиаконтента на передающий центр. анализ технических характеристик альтернативных решений и принципов построения систем НЦТВ;

- разработка схем формирования и транспортировки медиаконтента с

использованием ВОЛС и спутниковых каналов связи. Проведение расчетов энергетических и системных показателей тракта передачи;

- синтез принципов построения и функционирования передающего тракта НЦТВ с многопозиционными видами модуляции, помехоустойчивым кодированием и многочастотным режимом передачи.

В работе использовался метод анализа – выделение в предмете исследования составных частей и их последующее изучение.

Используя первый метод, был произведён анализ методов формирования многопрограммного транспортного потока в следствии чего были выявлены технические возможности для применения технических средств доставки из имеющиеся образцов профессиональной аппаратуры. Их достоинства и недостатки и дальнейшее увеличение эффективности.

Затем, используя второй метод, был рассмотрено оборудование средств высокоскоростных систем доставки транспортного потока и в его составе служебных сигналов для управления сетями НЦТВ.

Наиболее значимые научные результаты работы:

- выявлены перспективные методы формирования и средства доставки сигналов на передающий центр наземного вещания и проведён анализ технологий, обеспечивающих достижение спектральной и энергетической эффективности систем НЦТВ.

- определены основные методы формирования транспортных потоков, в основу которых положены методы компрессии-декомпрессии, кодирования-декодирования, модуляции-демодуляции мультимедийных сигналов трансформации оптического сигнала в линейных трактах системы НЦТВ.

Исходные данные для научных исследований были получены из работ как отечественных так и зарубежных авторов. Достоверность и обоснованность научных выводов подтверждена результатами исследования, в которых учтены параметры реальной среды распространения сигнала, а также характеристики реальных устройств. Результаты подтверждают корректность данных, полученных в ходе исследования.

Синтез методов доставки и решение системных вопросов имеют важное практическое значение и могут применяться при разработке систем НЦТВ и модернизации существующих транспортных сетей.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В главе 1 рассмотрены принципы организации наземного цифрового телевизионного вещания на территории стран членов Международного союза

электросвязи. Назначение систем, требования и ограничения при организации наземного цифрового телевизионного вещания приведены для схем организации сети цифрового вещания Республики Беларусь. Подробно рассмотрены все известные ранее варианты построения трактов цифровой радиолинии для доставки мультимедиа на магистральных участках, в зоны радиотени, с помощью средств цифрового спутникового вещания и принципы спутниковой ретрансляции сигналов. Передающий тракт системы спутникового вещания стандарта DVB-S2 и обобщенная структурная схема передающего комплекса наземного вещания.

В главе 2 рассмотрена краткая характеристика методов помехоустойчивого кодирования BCH и LDPC.

В главе 3 подробно рассмотрено мультиплексирование потоков данных, а также структура передающей части системы DVB-T, передача служебных данных в транспортном потоке, структура программного потока, Структура транспортного потока, структура транспортного потока.

В главе 4 обоснована необходимость введения защитного интервала, анализ межсимвольных и межканальных искажений при OFDM. Приведены основные математические соотношения между параметрами сигнала OFDM. Сделан анализ межсимвольных и межканальных искажений, вносимых помехами в COFDM сигнал. Рассмотрены расчетные соотношения и технические параметры сигналов при COFDM режиме передачи.

В главе 5 предложен вариант структурной схемы системы доставки мультимедийных сигналов на передающий центр наземного цифрового вещания с использованием маломощного передатчика НЦТВ. Приведено описание подсистем формирования мультимедиа, адаптации сигналов, помехоустойчивого кодирования и передачи.

В главе 6 рассчитан энергетический запас на замирания, а в главе 7 параметры вещания.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе работы над диссертацией изучены вопросы, касающиеся описания основных методов формирования и средств доставки мультимедийных сигналов на передающий центр наземного цифрового вещания. Дана характеристика стандартов DVB-T1 и DVB-T2. Представлен перечень отличительных особенностей нового стандарта DVB-T2 и выполнен их сравнительный анализ. Описаны известные структурные схемы трактов и каналов доставки транспортных потоков (мультимедиа), в том числе альтернативный вариант доставки с помощью прямо-передающего

оборудования маломощной станции НЦТВ стандарта DVB-T2 и приведены пояснения по принципам его функционирования.

Рассмотрен состав основных элементов оборудования на стороне телецентра, всех подсистем транспортной сети, структура транспортного потока и передающего тракта НЦТВ стандарта второго поколения.

Также в данной работе были проанализированы аналитические выражения для оценки запаса на замирания для стандарта DVB-T2. По полученным выражениям был определен запас на замирания при разных режимах передачи и видах модуляции.

Следовательно, можно говорить о том, что применяемые методы формирования и средства доставки мультимедийных сигналов на передающий центр являются хорошим решением для организации высокоскоростной передачи программных потоков и сервисной информации, а полученные математические выражения достаточно точно описывают энергетические показатели системы и могут быть положены в основу расчета показателей помехоустойчивости любой системы, использующей стандарты DVB-T/T2.

В диссертационной работе исследованы методы и средства доставки мультимедийной информации на передающий центр системы наземного цифрового вещания (НЦТВ) с целью установления возможных и оптимальных технических решений для создания основных и резервных каналов передачи.

В соответствии с целью работы произведен анализ существующих и перспективных решений доставки медиаконтента на передающий центр с использованием проводных и беспроводных технологий. Рассмотрена структура построения телевизионных комплексов формирования медиаконтента, которые выполняют оцифровку и сжатие информации для транспортировки по ВОЛС, а также прием и ремультимплексирование транспортных потоков программ спутникового вещания для создания требуемого мультиплекса. Исследуются базовые принципы построения трактов передачи и рассматриваются особенности их функционирования. В работе предложены для исследования альтернативный вариант использования маломощной передающей станции стандарта DVB-T2 для доставки медиаконтента с удаленных территориальных пунктов его создания на стационарный или мобильный радиотелевизионный передающий центр системы НЦТВ. В частности рассмотрению подлежат процедуры формирования транспортного потока с заданным объемом и форматом вещания, операции кодирования и перемежения данных, а так же механизмы реализации многочастотного сигнала. Предлагаемое решение предусматривает оперативное создание основного или резервного канала радиосвязи оператором

коммерческой или государственной службы вещания при условии повышения энергетического потенциала тракта вещания.

Полученные в диссертационной работе результаты исследований имеют практическое применение при организации многочастотных или синхронных сетей цифрового вещания и могут быть использованы при их создании.

Диссертация охватывает большой объем технических и научных положений, представляет собой законченную работу и содержит оригинальный материал для практического использования и оптимизации сетей наземного цифрового телевидения. Результаты диссертационной работы могут использоваться в учебном процессе при выполнении курсовых и дипломных работ, а также в научных центрах и лабораториях при проектировании альтернативных каналов цифровых систем радиосвязи и радиовещания.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1–Алипкович, Э.Б. Центральная станция сопряжения интерактивной спутниковой сети / Зорько М.И., Рабцевич В.В. // Современные средства связи : материалы XX Международной научно-технической конференции (Минск, 14-15 октября 2015г.) Минск. Высший государственный колледж связи, 2015. – с. 127-129.

2-А Ткаченко, А.П. Программное моделирование защищенности от шума квантования в тракте обработки звуковых сигналов / Зорько М.И., Чернецкий А.Д. // Современные средства связи : материалы XX Международной научно-технической конференции (Минск, 14-15 октября 2015 г.) Минск, Высший государственный колледж связи, 2015. – с. 125-126. <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/10384>.

3-А Ткаченко, А.П. Методы формирования и контроля ТВ сигналов и изображений // Капуно П.А., Хоминич А.Л., Зорько М.И. – Пособие – Минск: БГУИР, 2016 – 100 с.: ил. [https:// libeldoc.bsuir.by/handle/ 123456789/10227](https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/10227)

4-Алипкович, Э.Б. Спутниковые технологии интерактивной связи / Зорько М.И., Ковшик В.А. // Современные средства связи : материалы XXII Международной научно-технической конференции (Минск, 19-20 октября 2017 г.) Минск, БГАС, 2017. – с. 84-86.