

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский Государственный Университет Информатики и
Радиоэлектроники

УДК621.396.43(076.5)

Добровольский Евгений Александрович

Повышение спектральной эффективности в наземном цифровом
телевизионном вещании

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

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

Научный руководитель
Ткаченко Анатолий Пантелеевич
доцент кафедры СТК

МИНСК 2017

Библиотека БГУИР

Нормоконтроль

Ткаченко Анатолий Пантелеевич

ВВЕДЕНИЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В настоящее время для организации сетей наземного цифрового телевизионного вещания широко используется стандарт DVB-T, позволяющий абоненту передавать данные с максимальной скоростью до 31,6 Мбит/с. С целью увеличения пропускной способности системы был разработан стандарт DVB-T2, который дает гораздо больше возможностей для организации вещания программ высокой четкости, а в будущем и программ в формате 3D. Основными критериями систем цифрового ТВ вещания являются спектральная и энергетическая эффективности, которые взаимно противоположны: увеличение одного понижает второй критерий. Поэтому поиск путей повышения спектральной эффективности без уменьшения энергетической актуален.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В процессе развития сетей и систем передачи данных постоянно увеличиваются требования к скорости передачи информации и качеству предоставляемых сервисов. Данная тенденция прослеживается не только для сетей передачи данных, но и для сетей цифрового телевизионного вещания, средой передачи в которых является радиоканал. В настоящее время востребованной услугой среди потребителей становится телевидение высокой четкости, основной особенностью которой является высокое разрешение изображения, что требует высокой пропускной способности системы. Увеличение пропускной способности системы является сложной задачей, вследствие того, что она тесно и обратно взаимосвязана с помехоустойчивостью системы.

В диссертации проводится анализ помехоустойчивости и пропускной способности системы, сравнительный анализ характеристик систем DVB-T и DVB-T2, концепции построения систем НЦТВ, основные технические решения в системе НЦТВ DVB-T2, концептуальные показатели систем НЦТВ, такие как: базовые режимы передачи, схемы размещения пилот сигналов, защитный интервал.

В диссертационной работе ставятся и решаются задачи:

- анализ общих принципов построения и функционирования систем НЦТВ стандарта DVB-T
- сравнительный анализ характеристик систем DVB-T и DVB-T2;
- анализ помехоустойчивости и пропускной способности систем;

- расчет вероятности ошибки при сверточном декодировании с мягким принятием решения;
- анализ методов повышения спектральной эффективности.

БАЗОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, дается краткая характеристика её разработанности, определяются объект и предмет исследования, цель и задачи, указана теоретико-методологическая основа, отмечены элементы научной новизны, формулируются основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Первая глава «Концепция построения систем НЦТВ» носит теоретический характер и состоит из двух подразделов.

В подразделе 1.1 «Общие принципы построения и функционирования систем НЦТВ» описываются основные преимущества цифрового телевидения по сравнению с аналоговым, такие как: возможность значительного увеличения количества программ, передаваемых в сети вещания, эффективность использования ресурса радиоспектра за счет передачи мультиплексированных цифровых потоков данных, а также организации одночастотных сетей, повышение качества передачи изображения и звукового сопровождения, более низкая стоимость внедрения, по сравнению с другими системами цифровой передачи (спутниковыми и кабельными), за счет возможностей: для операторов сетей - использования существующей инфраструктуры аналоговых сетей телевизионного вещания; для зрителей - за счет использования существующих антенных систем.

В подразделе 1.2 «Общие принципы построения и функционирования систем НЦТВ стандарта DVB-T» приводится структурная схема передающего тракта системы НЦТВ, которая описывает процесс кодирования и формирования OFDM сигнала. Структуру передающего тракта можно условно разделить на пять подсистем, которые выполняют следующие функции: кодирование источников входных сигналов (видео, аудио, данные); формирование транспортного потока с информационной скоростью данных V_{03} ; двухуровневое канальное кодирование с разными параметрами передачи (иерархический режим); формирование модуляционных КАМ и COFDM символов; преобразование и передачи модулированных радиосигналов в диапазоне наземного ТВ вещания.

Вторая глава «Основные технические решения в системе НЦТВ DVB-T2» носит теоретический характер и состоит из пяти подразделов.

В подразделе 2.1 описывается европейский стандарт второго поколения DVB-T2, который предназначен для повышения эффективности систем НЦТВ и служит для организации трансляций программ высокой четкости с разрешением 1920×1080 и цифровым сжатием MPEG-4/H.264. В нем сохранен многочастотный режим передачи с защитными интервалами (ЗИ) и добавлены новые решения, направленные на лучшее использование полосы частот ТВ-канала, гибкий выбор транспортных параметров и увеличение расстояния между передатчиками одночастотных синхронных сетей SFN. Основные принципы и механизмы канального уровня позаимствованы из стандарта DVB-S2.

В подразделе 2.2 «Физические и логические каналы в усовершенствованной модели НЦТВ» описывается концепция PLP (physical layer pipes – потоки физического уровня): передача в одном физическом канале нескольких логических. Возможны два режима передачи потоков PLP: с передачей одного PLP – режим «А», и с передачей нескольких PLP (multiple PLP) – режим «В». В режиме «В» несколько транспортных потоков передаются одновременно, причем каждый из них помещается в свой PLP. Это значит, что оператор может выбирать либо большую скорость передачи, либо лучшую помехоустойчивость для каждой программы в формируемом пакете.

Подраздел 2.3 «Концептуальные показатели системы НЦТВ» состоит из трех пунктов.

В пункте 2.3.1 «Базовые режимы при передаче сигналов НЦТВ» описываются новые режимы работы с большим количеством несущих – 16k и 32k, которые предназначены для того, чтобы удлинить используемый защитный интервал без увеличения его доли в полезном сигнале, то есть без увеличения избыточности.

В пункте 2.3.2 «Защитный интервал как способ борьбы с многолучевостью» описывается, в дополнение к имеющимся в DVB-T защитным интервалам, новые значения. Поскольку введены новые режимы с большим количеством несущих в той же самой полосе радиочастот, то увеличивается и вероятность межсимвольной интерференции.

Подраздел 2.4 «Анализ помехоустойчивости и пропускной способности системы» описывает сравнительный анализ помехоустойчивости и пропускной способности в системах DVB-T и DVB-T2 при идентичных режимах передачи, сравниваются скорости передачи для одинаковых отношений «сигнал/шум».

Подраздел 2.5 «Способы кодирования в стандарте DVB-T2» включает описание кадров. Каждый ВВ-кадр должен подвергаться процессу

кодирования. Проверочные биты внешнего кода BCH добавляются к ВВ-кадру, проверочные биты внутреннего кода LDPC будут добавлены за полем проверочных битов кода BCH.

Третья глава «Расчет вероятности ошибки при сверточном декодировании с мягким принятием решения» состоит из четырех подразделов. В ней описываются: расчет вероятности ошибки на выходе декодера Рида-Соломона, построены графические зависимости отношения несущая шум от вероятности ошибки, при различных относительных скоростях сверточного кода; произведен расчет помехоустойчивости системы НЦТВ стандарта DVB-T2, представлены графические зависимости $\gamma_0 = f(\rho_{ок})$ для различных порядков КАМ модуляции и параметров кодирования.

Четвертая глава «Анализ методов повышения спектральной эффективности» описывает способы и средства повышения спектральной эффективности, применяемые в системе НЦТВ DVB-T2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Базируясь на приведённых в диссертационной работе теоретических исследованиях, касающихся повышения спектральной эффективности в НЦТВ можно сделать следующие выводы:

- представлено сравнение концепций построения и функционирования систем стандартов DVB-T и DVB-T2;
- обоснованы вводимые в стандарт DVB-T2 новые решения;
- представлены расчетные соотношения для оценки помехоустойчивости систем в условиях стационарного и мобильного приема;
- выполнены расчеты по спектральной и энергетической эффективности систем DVB-T и DVB-T2.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1] Липкович, Э.Б., Добровольский, Е.А., Ковшик, В.А. Математические модели расчета эффективности радиоканалов спутникового мультимедийного вещания / Э.Б. Липкович // Телекоммуникации: сети и технологии, алгебраическое кодирование и безопасность данных. Материалы международного научно-технического семинара (Минск, апрель – декабрь 2016 г.) – Мн: БГУИР, 2017. – С. 34 – 40.