

УДК 621.391.63

## ОПТИМАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ СЕТЕЙ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

В.И. КИРИЛЛОВ, Е.А. КОВРИГА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию 18 октября 2014

Выделены основные тенденции в развитии цифровых сетей кабельного телевидения; для примера приведена модель интеграции головных станций кабельного телевидения в существующую волоконно-оптическую сеть города Гомеля.

*Ключевые слова:* цифровое кабельное телевидение, пассивная оптическая сеть PON, головная станция.

### Введение

Информационные технологии (в частности, телевидение) давно занимают важнейшее место в повседневной жизни. Удовлетворение возрастающего спроса населения на технически качественное телевидение является комплексной задачей. В решении указанной задачи наряду с бурным развитием спутниковых телевизионных проектов, строительством мощных передающих телецентров и ретрансляционных линий передач свою весьма обширную нишу занимает строительство сетей кабельного телевидения (СКТВ). Во-первых, создание СКТВ является экономически привлекательным и дает возможность объединения достаточно удаленных и различных по плотности населения районов в крупные пользовательские сети с интеграцией услуг («Интернет-телевидение-телефония», формирование различных пакетов услуг с дифференциацией абонентской платы, оказание различных коммерческих информационных услуг и др.). Во-вторых, СКТВ с успехом решают задачу обеспечения огромного числа абонентов качественным телевизионным сигналом в условиях плотной и разновысотной городской застройки, где условия приема эфирного телевидения далеко не всегда приемлемы, а непосредственный прием спутникового вещания далеко не всегда выгоден пользователям с финансовой точки зрения [1].

### Основные направления развития сетей кабельного цифрового телевидения

Среди основных направлений в развитии СКТВ можно выделить следующие.

1. Широкополосность (расширение полосы частот с 47–230 МГц до 860 МГц) [1].
2. Интерактивность (наличие обратного канала для диагностирования состояния системы и мониторинга, для предоставления абонентам дополнительных услуг телефонии, передачи данных, доступа в Интернет) [2].
3. Переход на цифровое телевизионное вещание по стандарту DVB-C/C2 с применением квадратурно-амплитудной модуляции (QAM) высоких порядков и кодирования (например, укороченного систематического кода Рида-Соломона для стандарта DVB-C) для защиты от ошибок при передаче данных [3].

Методика расчета нормируемых параметров для сетей СКТВ (отношения сигнал/шум и вероятности ошибки), а также примеры расчетов для трех типов сетей (волоконно-оптической, гибридной волоконно-коаксиальной и полностью коаксиальной) рассмотрены в статьях [4, 5].

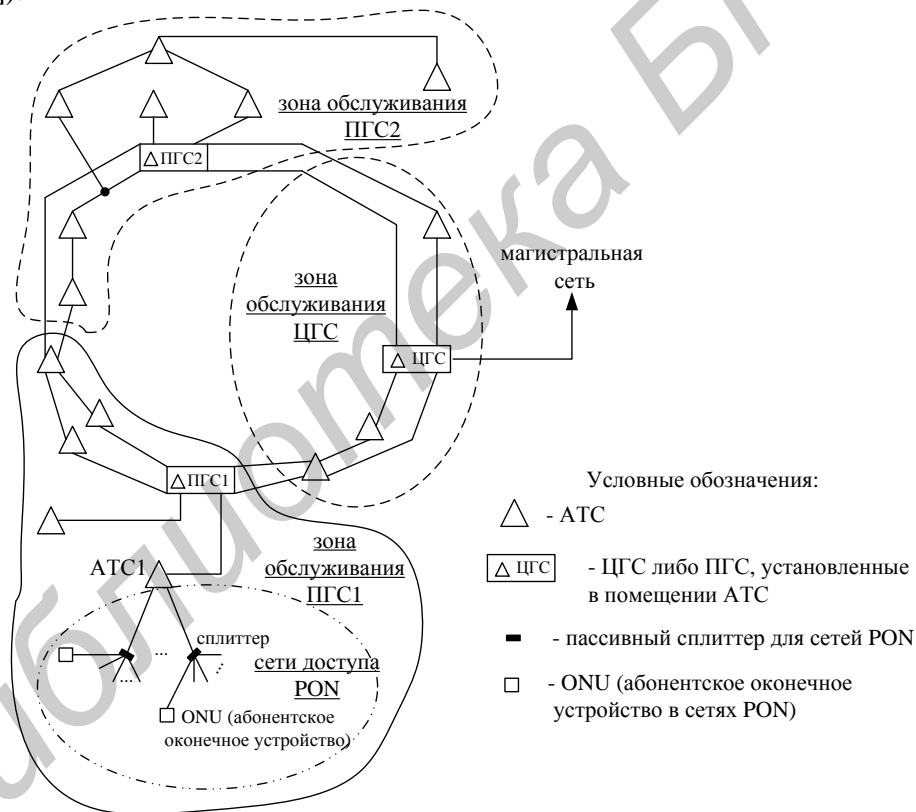
Сигналы обратного канала модулируются методом квадратурно-фазовой модуляции QPSK [3]. Преимущество данного метода модуляции по степени помехозащищенности по сравнению с QAM-модуляцией более высоких порядков (например, QAM-16, 64) рассмотрено в статье [6].

Как следует из [4, 6], при построении СКТВ критическими являются параметры именно прямого канала передачи, для которого необходимо рассмотреть альтернативные стандарты передачи спутниковых сигналов по сети СКТВ, позволяющие использовать менее дорогое оборудование, но в то же время увеличить протяженность СКТВ (преимущества одного из таких методов – способа непосредственного распределения спутниковых сигналов в сети кабельного телевидения в стандартном диапазоне 47-862 МГц – проанализированы в статье [6]);

4. Переход от полностью коаксиальных сетей к гибридным волоконно-коаксиальным, а затем и к полностью волоконно-оптическим сетям (защищенность от собственных шумов каждого из вышеперечисленных типов сетей проанализирована в статьях [4, 5]);

5. Строительство общегородских СКТВ.

Как правило, общегородские сети имеют многоуровневую конфигурацию [1–3], причем нижний абонентский уровень (так называемую «последнюю милю») выполняют по технологии пассивных оптических сетей PON [7] или на основе коаксиального кабеля в случае построения гибридных волоконно-коаксиальных сетей [8]. Абонентские сети строят по древовидной топологии «точка-многоточка» [9] (пример волоконно-оптической сети доступа представлен на рисунке [4]).



Вариант построения общегородской СКТВ с использованием одной ЦГС и двух ПГС

### Выбор и размещение головных станций для гибридных сетей кабельного цифрового телевидения

Целью настоящей статьи является анализ вариантов выбора и размещения головных станций в структуре общегородской СКТВ. Можно выделить два типа головных станций в зависимости от набора выполняемых ими функций [10]:

а) ЦГС (центральная головная станция) – включает в себя оборудование для телевизионного вещания и приема телевизионного сигнала со спутников, управляет обработкой и обеспечением централизованных видов сервиса (учет абонентов, формирование

пакетов услуг и др.), транслирует сформированный пакет каналов по волоконно-оптическим сетям напрямую к абонентам и к ПГС (подголовной станции);

б) ПГС (подголовная станция) – включает в себя приемо-передающее оборудование для трансляции сформированного на ЦГС пакета каналов к определенной группе абонентов. Стоимость ПГС в десятки раз ниже стоимости ЦГС [10].

Как правило, выбор структуры общегородских СКТВ происходит с учетом структуры городской телефонной сети и сети передачи данных. В настоящее время городские автоматические телефонные станции (АТС) входят в состав нескольких самовосстанавливающихся волоконных колец [10]. Это обеспечивает возможность довольно быстрого переключения на резерв: если в нормальном состоянии трафик передается по часовой стрелке, то, например, при обрыве волокна есть возможность автоматического перенаправления трафика против часовой стрелки. По такой схеме ведется модернизация сети города Гомеля. Целесообразно осуществлять привязку структуры СКТВ к структуре общегородской телефонной сети и сети передачи данных.

На рисунке приведен наиболее оптимальный способ размещения головных станций для городской волоконно-оптической сети, упрощенно моделирующей город Гомель.

Как видно из рисунка, схема прокладки волоконно-оптического кабеля между городскими АТС города Гомеля состоит из двух волоконно-оптических колец, среднее расстояние между двумя АТС составляет около 3 км. Таким образом, оптимальным решением является установка одной ЦГС и двух ПГС в помещениях АТС в тех точках, где есть связь с обоими волоконно-оптическими кольцами, а также есть какие-либо выносы или имеется связь с магистральной республиканской волоконно-оптической сетью.

Принцип работы данной схемы следующий: по магистральной сети передачи данных на ЦГС поступает так называемый «социальный пакет» – 7 телевизионных программ и определенный набор программ радиовещания. Также на ЦГС с помощью оборудования, подробно рассмотренного в [5], принимаются и преобразуются сигналы со спутников, подмешиваются сигналы местных телестудий. Сформированный групповой сигнал от ЦГС доставляется на ПГС1 и ПГС2, где происходит его усиление и регенерация.

Каждая ЦГС или ПГС имеет свою зону обслуживания (см. рисунок): несколько близлежащих АТС, на которых с помощью мультиплексоров телевизионный сигнал подмешивается к сигналам передачи данных и передается к абонентам по пассивным оптическим сетям PON [7]. Например, сигналы передачи данных передаются на длине волны 1490 нм для прямого потока к абоненту и 1310 нм для обратного потока от абонента, а для передачи широкоэмитательных программ цифрового кабельного телевидения используется длина волны в 1550 нм [11]. При возникновении аварийной ситуации существует возможность автоматического перенаправления трафика и перераспределения зон обслуживания между головными станциями.

### **Альтернативные варианты построения**

Возможной альтернативой предложенному решению является проект СКТВ с установкой всего одной ЦГС (без ПГС). Но в этом случае возникают следующие неудобства:

1. Существенно увеличивается протяженность волоконно-оптического тракта от головной станции до абонента, что, в свою очередь, вызывает необходимость увеличения мощности оптических передатчиков либо установки дополнительных усилителей. Например, если посчитать длину волоконно-оптического тракта от ЦГС до АТС1 (см. рисунок), то получим  $4 \times 3 = 12$  км, а от ПГС1 до АТС1 –  $1 \times 3 = 3$  км. Такой выигрыш может позволить впоследствии отказаться от установки дополнительного усилителя непосредственно на АТС1 (пример расчета жизнеспособности аналогичной системы с усилителем и без него приведен в [4]).

2. Отсутствует возможность всякого резервирования. При выходе из строя оборудования ЦГС, абоненты не получают услугу цифрового кабельного телевидения.

При установке ПГС можно организовать базовую подачу социального пакета телевизионных каналов по магистральным линиям связи не только на ЦГС, но и на ПГС. Таким образом, в аварийной ситуации абоненты будут иметь доступ к имеющемуся на данный момент «социальному пакету».

Еще более предпочтительным является вариант установки двух ЦГС и нескольких ПГС, однако, несмотря на то, что такая схема имеет повышенную надежность, она значительно проигрывает с экономической точки зрения.

В пользу применения систем с одной ЦГС и несколькими ПГС также свидетельствуют и заключения экспертов о более высокой гибкости таких сетей в целом, позволяющей реализовать механизм самокупаемости систем уже на первых этапах строительства [10].

### Заключение

Рассмотрены несколько возможных вариантов построения общегородских сетей цифрового кабельного телевидения. Показано, что по совокупности рассматриваемых параметров ни один из них нельзя признать абсолютно лучшим. Приведено обоснование в пользу использования варианта с применением одной ЦГС и двух ПГС при построении гибридной общегородской СКТВ г. Гомеля (либо других населенных пунктов с аналогичной топологией городской волоконно-оптической сети).

## OPTIMAL DIRECTIONS OF THE CABLE TELEVISION DIGITAL NETWORKS DEVELOPMENT

V.I. KIRILLOV, K.A. KAURYHA

### Abstract

The main tendencies of the development of the city-wide networks of cable television are allocated; the model of the integration of head stations of cable television into the existing fiber-optical network of the city of Gomel is given for example.

### Список литературы

1. *Колосков А.А.* Некоторые вопросы проектирования крупных систем кабельного телевидения // Официальный сайт компании «Волоконно-оптическая техника». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.fot-company.ru](http://www.fot-company.ru). – Дата доступа: 26.11.2012.
2. *Локшин Б.А.* Цифровое вещание: от студии к телезрителю. М., 2001.
3. *Кукк, К.И.* Внедрение цифровых стандартов на отечественных широкополосных интерактивных сетях КТВ // Официальный сайт компании «Волоконно-оптическая техника». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.fot-company.ru](http://www.fot-company.ru). – Дата доступа: 26.11.2012.
4. *Кириллов В.И., Коврига Е.А.* // Веснік сувязі. 2012. № 4. С. 37–41.
5. *Кириллов В.И., Коврига Е.А.* // Веснік сувязі. 2013. № 1. С. 35–38.
6. *Кириллов В.И., Коврига Е.А.* // Тезисы докл. XVII междунар. научн.-техн. конф. «Современные средства связи», Минск, 16–18 октября, 2012. С. 34–36.
7. *Кириллов В.И., Коврига Е.А.* // Докл. БГУИР. 2013. № 6. С. 62–66.
8. *Скляр О.К.* Волоконно-оптические сети и системы связи. СПб., 2010.
9. *Убайдуллаев Р.Р.* Волоконно-оптические сети. М., 2001.
10. *Экслер Б.С.* Опыт проектирования и строительства гибридных волоконно-коаксиальных телекоммуникационных сетей // Официальный сайт компании «Волоконно-оптическая техника». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.fot-company.ru](http://www.fot-company.ru). – Дата доступа: 28.11.2012.
11. *Попов С.А.* // Веснік сувязі. 2012. № 3. С. 44–45.