



СПУТНИКОВАЯ СЕТЬ VSAT SCPC

*Ташкентский Государственный Технический Университет,
кафедра «Радиотехнические устройства и системы» +998*

946905731.

ст. пр. Короткова Лариса Александровна

Аннотация : Эта статья посвящена современным сетям VSAT – это звездообразные сети VSAT TDM/MF-TDMA, использующие кадры тайм слотов, различные виды модуляций, помехозащищенное кодирование информации, пришедшее из стандарта спутникового телевидения DVB сжатия MPEG-2/4.

Ключевые слова: топология POINT-TO-POINT (точка-точка), SCPC (Single Channel Per Carrier), Multiple Channels per Carrier – несколько каналов на одну несущую, точка стояния спутника.

Спутниковая сеть VSAT SCPC, топология POINT-TO-POINT (точка-точка.) Данная сеть характеризуется одним каналом на несущей частоте.

Это самый простой вариант сети VSAT. Для передачи информации между двумя абонентскими терминалами (точками) через спутник выделяется два канала – туда и обратно, каждому из которых соответствует своя несущая частота. Эта технология называется SCPC (Single Channel Per Carrier) и позволяет всегда иметь готовый канал передачи с гарантированной скоростью. Схема организации по данной технологии представлена на рисунке 1.

Однако при таком способе наблюдается неэффективное использование спутникового ресурса. Спутниковая сеть VSAT топологии STAR (звезда), технология MCPC (Multiple Channels per Carrier – несколько каналов на одну несущую) – усовершенствование SCPC. Спутниковую сеть с топологией «звезда» можно организовать на базе каналов «точка-точка» по технологии SCPC. Схема представлена на рисунке 2. При такой организации сети

используются несколько каналов на одной несущей частоте, с разделением потоков информации по времени.

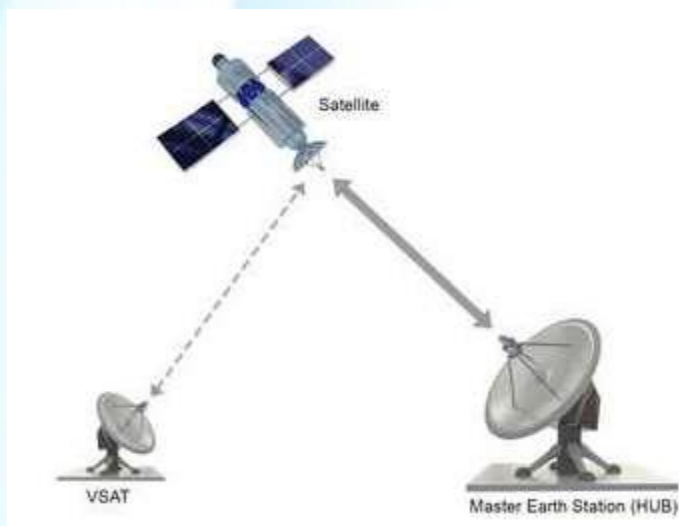


Рисунок 1. Схема организации по топологии *POINT-TO-POINT*.

При таком подходе базовая станция транслирует весь поток, а абонентские станции выделяют из него предназначенную для них информацию по так называемым служебным заголовкам – меткам принадлежности трафика. То есть, спутниковый ресурс эффективно используется в направлении от центральной станции к базовым.



Рисунок 2.Схема организации сети VSAT топологии STAR по технологии MCPC.

Однако во встречном направлении сохраняется необходимость



резервирования отдельной частотной полосы и наличия отдельного спутникового модема со всеми минусами неравномерной загрузки или простоя. Тем не менее, звездообразная сеть VSAT MCPC вполне приемлема для реализации проектов спутникового телевидения, и в подтверждение этому современный стандарт DVBS2 является одним из вариантов MCPC [1].

Сети MCPC/SCPC можно использовать в случаях, когда небольшое количество периферийных станций потребляют немалый и пульсирующий

трафик, а обратный трафик от этих станций невелик и более или менее стабилен. *Спутниковая сеть VSAT топологии STAR (звезда), технология TDM/и TDM/MF- TDM.* В сети TDM/TDMA (Time Division Multiplexing – разделение по времени. Time Division Multiple Access – множественный доступ с разделением по времени) независимо от количества абонентских станций (терминалов) используются только две частоты: на передачу от центральной земной станции к абонентским терминалам и на передачу от всех абонентских терминалов к центральной станции. Передача сигнала осуществляется так же, как и в сети MCPC/SCPC: данные для всех абонентов передаются на одной несущей, в едином цифровом потоке с разделением по времени. Поток делится на блоки, каждый из которых имеет персональный заголовок. На приеме две абонентские станции не могут работать на передачу на одной частоте одновременно – такой сигнал невозможно принять и декодировать. Поэтому абонентские терминалы передают информацию по очереди, не постоянно, а отдельными пачками, «вспышками». Такой режим передачи называется burst-mode (от слова burst – вспышка). Чтобы «вспышки» разных терминалов не совпали по времени, каждый из абонентских терминалов передает не когда попало, а только в назначенные ему «персональные» промежутки времени – тайм-слоты. Поскольку абонентские терминалы в сети TDM/TDMA «не видят» друг друга, организацией их передач занимается центральная станция [2].

Схема организации по данной технологии представлена на рисунке 3.

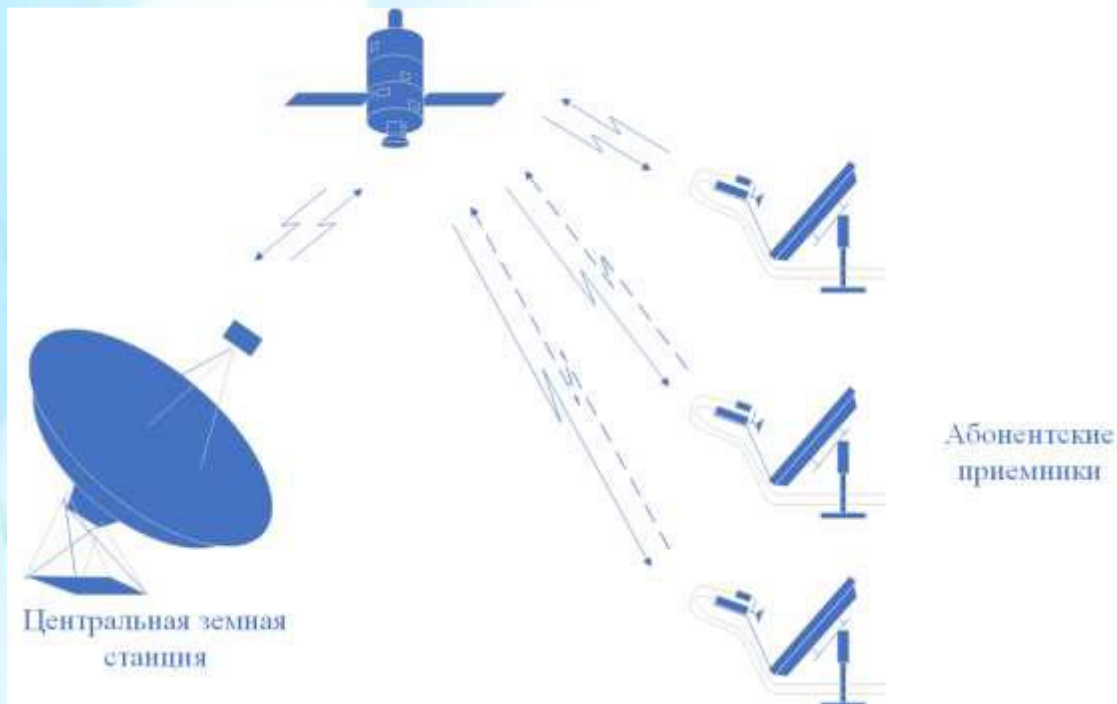


Рисунок 3.Схема организации сети TDM/TDMA

Преимущества сетей TDM/TDMA:

- на периферии можно использовать небольшие, сравнительно маломощные и относительно простые (а значит – дешевые) абонентские терминалы, за счет высокоинтеллектуальной центральной станции с мощной энергетикой;
- каждому абоненту не нужно получать отдельное частотное присвоение и арендовать отдельную полосу на спутнике;
- система позволяет абонентам с одним и тем же оборудованием получить каналы с разными скоростями и с разным качеством: с фиксированной скоростью (выделенный канал), с гарантированной ненулевой минимальной скоростью или без гарантированной скорости.

Рассмотрим недостатки сетей TDM/TDMA. Во-первых, для работы сети TDM/TDMA необходима центральная станция с антенной 7-12 метров, мощный передатчик и надежный высокопроизводительный управляющий компьютер.



Сети TDM/TDMA эффективны лишь при количестве абонентских станций от нескольких десятков до тысяч, так как стоимость велика. В системе можно организовать канал с гарантированной скоростью, однако степень готовности его ниже, чем в SCPC – потребность на передачу нельзя реализовать немедленно. Во-вторых, повышенные требования к энергетике абонентских станций. Если терминал работает в burst mode, во время «вспышки» он должен передавать со скоростью в несколько раз большей, чем, если бы он передавал постоянно. Во столько же раз возрастают требования к размеру антенны и мощности передатчика. В целях устранения этих недостатков была создана технология TDM/MFTDMA - Multi-Frequency TDMA, многочастотный поочередный доступ. Данное решение позволяет разделить полосу абонентских станций на узкие каналы, по которым они могут работать одновременно. Таким образом, снижаются требования по мощности, но возрастают по интеллекту, поскольку теперь абонентским станциям приходится работать в более узких полосах, переходя с одной на другую по мере необходимости.

Все эти технологические преимущества позволяют получить высочайшую помехозащищенность кодированного сигнала, а это, в свою очередь, позволяет снизить требования к точности оборудования. Однако, защищенность кода предполагает большое количество контрольных битов, что приводит к избыточности информации, загружая полосу еще почти на двадцать процентов. Но даже у такой совершенной схемы как сеть VSAT TDM/MF-TDMA есть слабые места, а именно невозможность связи между абонентскими станциями напрямую, минуя центральную. Прохождение сигнала через спутник приводит, во-первых, к задержкам, во-вторых, к оплате двойного трафика, которого могло бы и не быть, если отправлять сигнал напрямую.

Полносвязные сети VSAT, технологии MESH и HYBRID.

В этой конфигурации реализуется связь между абонентскими станциями как напрямую, минуя центр, так и классическим образом. Выигрывая во времени и исключая двойной трафик, такая сеть проигрывает по сложности и размерам абонентского оборудования. Каждый абонентский терминал должен

не только работать на передачу, но и на прием кадров других абонентских станций. Это означает увеличение его интеллектуальных способностей, мощности передатчиков и размеров антенного полотна (порой до 240 см).

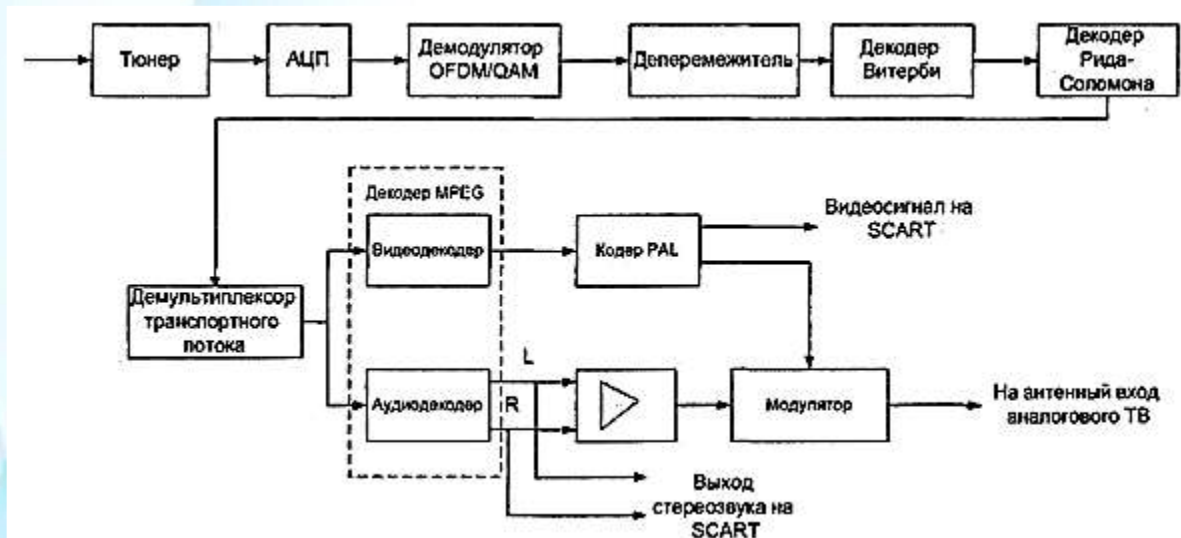


Рисунок 4. Функциональная схема абонентской приставки.

Абонентская приставка состоит из селектора каналов (тюнера), аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), блока цифровой обработки сигналов (ЦОС), куда входят блоки демодуляции, декодирования и демультимплексирования потока, а также декодер видео и звука по стандарту

MPEG. После блока ЦОС выполняется кодирование в системе PAL компонентного сигнала, на его выходе получают композитный аналоговый видеосигнал и выводят на разъем SCART или RCA.

Программное обеспечение ресиверов постоянно совершенствуется. В 2023 году устройства получили функцию отложенного просмотра и записи эфира.

Также эти модели имеют множество мультимедийных приложений. Кроме этого, в качестве пульта управления можно использовать не только штатный прибор, но и смартфон или планшет. Вещание спутникового телевидения от МТС ведется с космического аппарата ABS-2. Точка стояния спутника ABS-2 расположена над центром Евразии, а значит, спутниковое телевидение от МТС имеет важное преимущество с точки зрения покрытия,



охватывающего мощным сигналом 95% населенной. Сигнал этого оператора можно принимать в любом регионе, но приобрести аппаратуру можно не везде. Комплект оборудования от МТС включает в себя фирменную приставку с большим количеством разъемов. Данные от абонента оператор получает при помощи установленной внутри устройства сим-карты запуска нужного контента, записанного на носитель .

В целях решения поставленной задачи был выбран инновационный спутник нового поколения Intelsat 33e. Данный спутник относится к международному спутниковому оператору Intelsat. Intelsat 33e – это трехосный космический аппарат стабилизированного типа с прямоугольным внешним корпусом. Спутник обеспечивает высокую производительность с самым гибким дизайном спутниковой архитектуры. На его борту находятся транспондеры С-, Ка- и Ku-диапазонов. Орбитальная позиция – 60° в.д. Intelsat 33e был построен концерном Boeing и запущен на орбиту 24 августа 2016 года. Наряду с традиционным широким лучом спутник снабжен многолучевой антенной Ku-диапазона, обеспечивающей мощность ЭИИМ до 60 дБВт. На новом спутнике установлена уникальная цифровая матрица, которая позволяет динамически коммутировать несущие сигналы между многочисленными лучами в очень широкой зоне обслуживания. Благодаря открытой и гибкой архитектуре спутник обеспечивает совместимость с существующими сетями, а также открывает уникальные возможности для внедрения и развития новых конкурентных услуг. Территорию Узбекистана охватывают 10 лучей Ku-диапазона спутника Intelsat 33e, на базе которых сформирован целый пакет инновационных продуктов нового класса: высокопроизводительных VSAT-сетей с легко расширяемой географией, с возможностью передачи HD-контента с ультра-компактной станции, магистральных каналов высокой пропускной способности, сетей распределения регионального телевидения с характеристиками DTH-вещания.[4]



ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюкова О.В. Спутниковое телевидение. Электронный учебник.
Режим доступа: <http://www.xn--j1al4b.xn>
2. Спутниковые сервисы [Электронный ресурс].
Режим доступа: https://ido.tsu.ru/other_res/ep/setevie_umk/text/f10_1_2.html.
3. История VSAT [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<https://altegrosky.ru/istoriya-vsats/>
4. Обзор спутниковых технологий VSAT с различными топологиями
[Электронный ресурс].
Режим доступа: <https://satprocom.ru/dokumentacija/13402/>