

УДК 004.7

Анализ применения технологии FTTX

К.В. Новиковский✉

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия

В данной статье рассмотрено семейство технологий FTTX (Fiber to the X). Это решение на текущий день является самым востребованным для передачи данных на значительные расстояния с использованием волоконно-оптической связи. Проанализированы основные характеристики каждой технологии. Рассмотрена архитектура построения сети и сделаны выводы о целесообразности и эффективности каждой технологии.

Ключевые слова: FTTX, FTTH, FTTB, FTTC, FTTdp, ONT, OLT, волоконно-оптические линии, медные линии.

Analysis of FTTX technology applications

K.V. Novikovskiy✉

Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia

This article discusses the FTTX (Fiber to the X) family of technologies. This solution is currently the most in demand for data transmission over long distances using fiber-optic communication. The main characteristics of each technology are analyzed. The architecture of the network is considered and conclusions are drawn about the expediency and effectiveness of each of them.

Keywords: FTTX, FTTH, FTTB, FTTC, FTTdp, ONT, OLT, fiber optic lines, copper lines.

Введение

В 2000-х годах, благодаря применению оптоволоконных линий и распространению широкополосного доступа в интернет, происходит внедрение технологий FTTX.

Цель написания данной статьи заключается в всестороннем анализе технологии FTTX и ее ключевой роли в развитии современных телекоммуникационных сетей, включая оценку преимуществ и недостатков.

Технология FTTX (Fiber to the X) является широко распространённой, используемой для надёжной передачи данных на значительное расстояние. В ее основе предусмотрено применение волоконно-оптических линий связи, что в свою очередь позволяет получить высокую скорость и надёжность [1]. Внутри семейства развито множество вариантов архитектур, и все они оптимизированы под конкретную ситуацию [2]. Рассмотрим эти варианты.

Технология FTTH

В сети присутствуют следующие элементы: оптическое волокно, проложенное от центрального узла связи до здания или квартиры абонента [3]. Структура FTTH представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Сетевая структура технологии FTTH

Из рисунка 1 можно сделать вывод о том, что в жилом помещении абонента и в узле связи устанавливается специальное оборудование – (ONT – Optical Network Terminal) и (OLT – Optical Line Terminal).

Оборудование ONT устанавливается в жилом помещении и производит преобразование оптических сигналов в электрические. Как правило данное устройство оснащается портами Ethernet, которые позволяют передавать электрический сигнал на другое оборудование, например на компьютеры или роутеры. На сетевом уровне ONT может управлять трафиком и поддерживать QoS (управление качеством обслуживания), что позволяет оптимально использовать единую полосу пропускания. Скорость передачи варьируется от используемого стандарта и количества абонентов, которые занимают общую полосу пропускания. Например, в стандарте GPON обеспечивается скорость до 1 Гбит/с, а при коммутации через более новые стандарты: XG-PON и XGS-PON – скорость составляет до 10 Гбит/с.

Оборудование OLT устанавливается в узле связи. В терминале OLT для подключения к провайдеру предусмотрены интерфейсы: SFP+ (Small Form-factor Pluggable) для 10G Ethernet, а также PON-порты для подключения к оптоволоконным линиям. Как и в ONT поддержка QoS позволяет грамотно распределять трафик по абонентам. Скорость передачи данных зависит от стандартов. Например, GPON обеспечивает на приёме скорость до 2,5 Гбит/с, а на отправке до 1,25 Гбит/с. Стандарт XG-PON до 10 Гбит/с при приёме и до 2,5 Гбит/с для отправки, а XGS-PON до 10 Гбит/с при приёме и до 10 Гбит/с при отправке.

Учитывая вышесказанные параметры, можно выделить преимущества и недостатки FTTH.

Преимуществом является высокая скорость передачи данных, которая очень значима для современных онлайн-игр, видеоконференций, а также видеопотоков в высоком качестве. Так как линии являются оптоволоконными – это обеспечивает высокую надёжность и снижает потери в качестве соединений, а также, данный тип линий позволяет существенно снизить географические ограничения при прокладке кабеля без использования дополнительных активных элементов сети, например коммутаторов.

Недостатком FTTH является высокая стоимость прокладки кабельных линий.

Технология FTTB

FTTB (Fiber to the Building) – технология подключения абонентов, при которой оптоволокно прокладывается до общедомового узла, расположенного в подвальном или чердачном помещении. Далее осуществляется прокладка медных линий непосредственно до абонентов или использование существующей кабельной инфраструктуры [4].

Структура технологии FTTB представлена на рисунке 2.

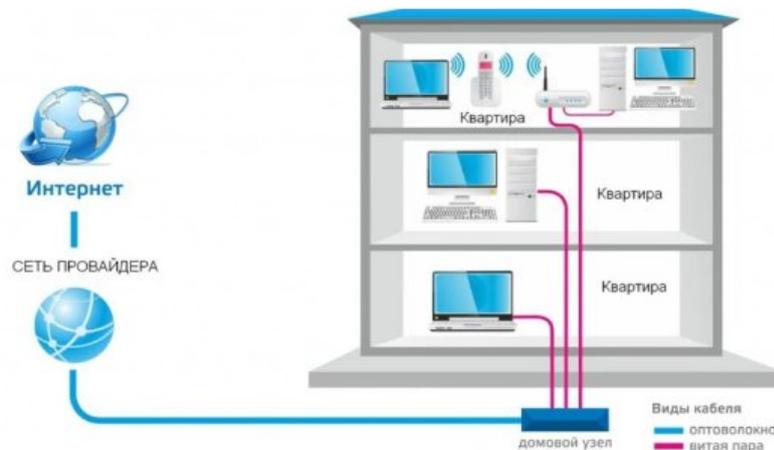


Рисунок 2. Сетевая структура технологии FTTB

Активным оборудованием являются коммутаторы, которые распределяют интернет-соединение по квартирам. Коммутаторы можно разделить на управляемые и неуправляемые. В управляемых присутствует возможность более детального регламентирования трафика, поддерживается QoS. В каждом коммутаторе предусмотрены порты, например это 10/100/1000 Mbit, а также, для соединения с оптическими кабелями, предусмотрены SFP-порты (Small Form-factor Pluggable).

Медная инфраструктура FTTB характеризуется кабелями, а каждый кабель обеспечивает свою максимальную скорость. Самый распространённый – это Cat 5e. Его скорость составляет до 1 Гбит/с на расстоянии до 100 метров. Cat 6 поддерживает скорость до 10 Гбит/с на расстоянии до 55 метров.

Резюмируя вышесказанное, можно понять, что технология FTTB, с экономической точки зрения, является целесообразной, так как возможно использование существующей медной инфраструктуры. Также высокая скорость позволяет вытеснить технологию DSL и VDSL. Однако в случае, если кабельная инфраструктура изношена, то будет существенно снижена скорость передачи данных, а в последствии будет необходимость в модернизации, что сводит к минимуму экономическую эффективность данного аспекта.

Технология FTTC

Технология FTTC (Fiber to the Curb) предусматривает прокладку оптоволоконного кабеля до ближайшего распределительного шкафа, который расположен на расстоянии от 100 до 300 м. До квартиры абонента прокладывается витая пара (медный кабель) по технологии DSL (Digital Subscriber Line) или VDSL (Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line). Все это позволяет обеспечить приемлемую скорость от 10 до 100 Мбит/с [5].

В данной архитектуре OLT (Optical Line Terminal) устанавливается на стороне оператора и управляет всей сетью, а ONT (Optical Network Terminal) на стороне абонента. Однако в FTTC заменой ONT служит DSL-модем и VDSL-модем.

Данная технология является промежуточным звеном между FTTB и FTTH (Fiber to the Building/Home).

Структура технологии FTTC представлена на рисунке 3.



Рисунок 3. Сетевая структура технологии FTTC

На данном рисунке оптоволоконный кабель обозначен как FIBRA, распределительный шкаф – ARMADIO RIPARTILINEA, а медный кабель – RAME. CASA – это жилое помещение.

Учитывая вышесказанное, можно определить преимущества и недостатки.

Преимуществом выступает использование витой пары. На коротких расстояниях это задаёт приемлемый уровень скорости. Недостаток – слабая физическая защищённость и зависимость от состояния существующей кабельной инфраструктуры.

Технология FTTdP

Технология (Fiber to the Distribution Point) является промежуточным звеном между FTTC (Fiber to the Curb) и FTTH (Fiber to the Home). Здесь распределительный пункт находится на расстоянии 100–150 метров от конечных абонентов. В FTTdP используется медный кабель, но за счёт сокращённого расстояния, соединение может использовать DSL2 или даже G.fast.

DSL2 – это усовершенствованный стандарт ADSL, который также использует витую пару, но имеет более высокую скорость: скорость загрузки (downstream) – до 12 Мбит/с, скорость отправки (upstream) – до 1 Мбит/с.

G.fast более новая и продвинутая технология, которая работает на высоких частотах, в отличие от DSL. Максимальная скорость приёма – до 1 Гбит/с, отправки – до 200 Мбит/с. Однако для достижения таких высоких скоростей G.fast требует подключения на расстоянии не более 200 метров, что удовлетворяет условиям технологии FTTdP.

Ключевым отличием от FTTC является более высокая скорость и расположение распределительного пункта. В FTTdP распределительный шкаф находится вблизи к абоненту.

Учитывая вышеизложенное, можно выделить преимущества и недостатки технологии. Более высокая скорость при использовании медных телефонных линий – огромное преимущество. Недостатком является изношенность и недостаточная физическая защищённость телефонных линий.

Заключение

В данной статье рассмотрены различные сегменты технологий FTТХ, которые играют ключевую роль в развитии современных телекоммуникационных сетей и обеспечении пользователей высокоскоростным интернетом.

Каждая из рассмотренных технологий обладает своими уникальными характеристиками, преимуществами и недостатками, которые определяют их эффективность в зависимости от условий эксплуатации и потребностей абонентов.

FTTH определено прямым подключением оптики к каждому абоненту с гарантией максимальной скорости и надёжности. Стоит учесть, что данное решение требует значительных инвестиций в строительство такой сети.

В свою очередь, FTTV предлагает более экономичный подход, с прокладкой оптического кабеля до здания. Такое решение позволяет сократить стоимость развёртывания сети, но может привести к снижению скорости передачи данных, поскольку на последних этапах подключения используется витая пара.

FTTC – это компромисс между затратами и производительностью, который позволяет обеспечить высокоскоростной интернет в условиях существующей инфраструктуры. Оптоволокну используется для передачи данных до распределительного шкафа, где последний расположен вблизи от абонента.

FTTdP представляет собой промежуточное решение, комбинирующее преимущества оптоволокну и меди. Базовым приоритетом является высокая скорость и стабильное подключение, даже на сравнительно небольших расстояниях от распределительного пункта до абонента. Это делает технологию особенно эффективной в условиях ограниченных ресурсов или на участках с низкой плотностью населения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Галицына П.М. Технология FTTH / П.М. Галицына // Транспорт. Экономика. Социальная сфера (Актуальные проблемы и их решения): Сборник статей X Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 61–63.

2. Проскуряков В.В. Мультисервисные сети на базе технологии FTTH / В.В. Проскуряков // Исследование различных направлений современной науки: Сборник материалов ЛП-ой международной очно-заочной научно-практической конференции: В 3-х томах. – Москва: Научно-издательский центр «Империя», 2024. – Т. 3. – С. 53–55.

3. Оптико-волоконные технологии подключения семейства FTTH / О.А. Джанаралиев, Х. Даудов, А.Р. Гапаев, Б.В. Хасуев // Горизонты науки: материаловедение и металлургия: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО «ГНТУ им. М.Д. Миллионщикова». – Грозный: Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, 2019. – С. 209–212.

4. Краснова Д.Э. Некоторые аспекты реализации технологии FTTV / Д.Э. Краснова, М.Г. Гизатуллин // Новая наука: от идеи к результату. – 2015. – № 7–2. – С. 119–121.

5. Абдужаппарова М.Б. Разработка вариантов организации широкополосного доступа с архитектурой FTTC / М.Б. Абдужаппарова // European Journal of Technical and Natural Sciences. – 2020. – № 1–2. – С. 36–41.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Новиковский Константин Викторович, студент, Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия.

e-mail: kostya0361@yandex.ru