

УДК 621.396.2

Куандыков Нуржан Сериккалиевич – магистрант (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева)

РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ОПТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ МОДЕЛИ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА

Любая городская телефонная сеть в общем виде состоит из автоматических телефонных станций (АТС), абонентов, включенных в них и соединительных линий (СЛ). Особенностью соединительных линий (СЛ) является относительно небольшая их длина за счет глубокого городского районирования сетей (ГТС).

Статистика распределения протяженности СЛ ГТС в крупных городах, каким является, например, г.Алматы, свидетельствует, что СЛ протяженностью до 6 км составляют 65% от всего числа СЛ [1, 2]. Значительные расстояния между регенерационными пунктами волоконно-оптической системой передачи (ВОСП) дают возможность отказаться от оборудования регенераторов в колодцах телефонной канализации, а также от организации дистанционного питания (рисунок 1). На рисунке 1 треугольниками обозначены АТС, черными линиями – соединительные линии.

В наиболее общем виде принцип передачи информации в волоконно-оптических системах связи можно пояснить с помощью модели сети рисунка 2. На передающей стороне на излучатель, в качестве которого в ВОСП используется светодиод или полупроводниковый лазер, поступает электрический сигнал, предназначенный для передачи по линии связи. Этот сигнал модулирует оптическое излучение, в результате чего электрический сигнал преобразуется в оптический.

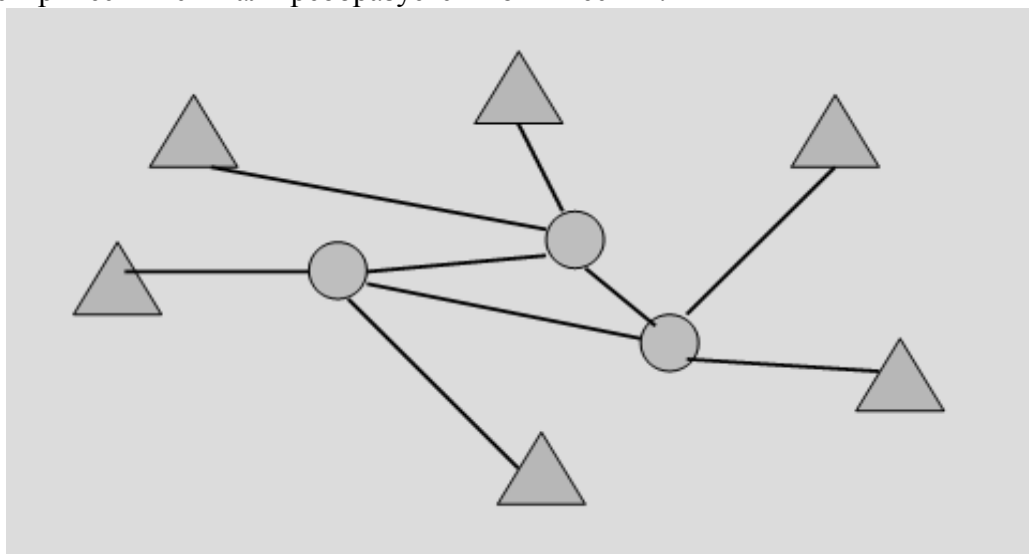


Рисунок 1 – Модель структуры ГТС

На приемной стороне оптический сигнал из ВОСП вводится в фотодетектор (ФД). В современных ВОСП в качестве ФД используют р-і-п или лавинный фото диод (ЛФД).

Фотодетектор преобразует падающее на него оптическое излучение в исходный электрический сигнал. Затем электрический сигнал поступает на усилитель (регенератор) и отправляется получателю сообщения.

В общем случае существует две модели планирования сети доступа.

Первая, классическая модель, используемая для планирования узкополосных сетей, базирующийся на прогнозировании требований. Эта модель к размерности сети для минимизации необходимых ресурсов.

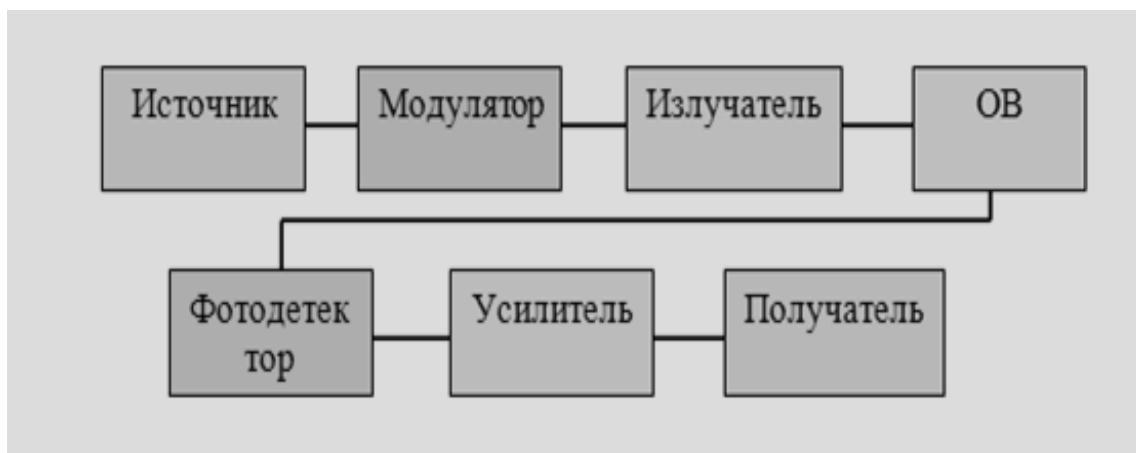


Рисунок 2 - Принцип передачи информации в волоконно-оптических системах связи

Эта модель ориентирована на минимизацию инвестиций, необходимых для обеспечения заданной величины ресурсов, и используется в случаях, когда передаваемые данные, и число пользователей растут постепенно.

Новые транспортные технологии, такие как DWDM, делают оптимизацию ресурсов менее критической в плане выбора технологии и обеспечении пропускной способности на фоне умеренного уровня стоимости. С другой стороны, возрастающая популярность Интернета, дополнительных сервисов и услуг приводит к значительному росту трафика на коротком периоде времени. Это обстоятельство, в свою очередь, ведет к неопределенности в прогнозировании требований и таким образом ограничивает использование традиционного планирования, так как в результате сеть доступа может быть не готова к расширению по недооценки требований.

Вторая модель заключается в развертывании сети, содержит дополнительные избыточные ресурсы, которые обеспечат бесшовную модернизацию (цифровизацию) в будущем, но уже на фоне высших начальных затрат.

Планирование новой цифровой сети может включать комбинацию вышеупомянутых для нахождения лучших решений, отвечающих потребностям и стратегии оператора.

Процесс планирования сети доступа значительно зависит от технологии, архитектуры, предложенной функциональности сети и стратегий размещения ресурсов. Чем больше доступных технологических решений на рынке, тем больше опций используется для планирования доступа, что в свою очередь делает этот процесс более сложным.

Процесс планирования сетей доступа – это процесс, охватывающий много начальных допусков и ограничений. Некоторые из них базируются на стратегических предположениях, другие относятся к существующей инфраструктуре и технологических решений, выбранных приоритетными. Такие решения, даже если и относятся к одному классу, могут значительно отличаться в технических деталях и параметрам, которые должны учитываться в процессе планирования. В общем, DSL (цифровая абонентская линия) операторы уже имеют большую установленную базу ADSL (асинхронная линия), однако следующие аспекты побуждают в направлении миграции в ведущих DSL технологий и решений:

- низкие затраты на повышение пропускной способности;
- низкие затраты на увеличение протяженности;
- уменьшение затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание;
- низкозатратное внедрение новых сервисов и услуг.

Выбор модели развития сети зависит от набора различного рода локальных параметров и требований пользователя к предоставлению услуг и должен быть ориентирован на будущее расширение.

Технологии сетей абонентского доступа имеет смысл разбить на пять основных групп по критерию среды передачи и категориям пользователей [3].

LAN (Local Area Network) – группа технологий, предназначенных для предоставления корпоративным пользователям услуг доступа к ресурсам локальных вычислительных сетей и использующих в качестве среды передачи структурированные кабельные системы категорий 3, 4 и 5, коаксиальный кабель и оптоволоконный кабель.

DSL (Digital Subscriber Line) – группа технологий, предназначенных для предоставления пользователям телефонной сети общего пользования услуг мультимедиа и использующих в качестве среды передачи существующую инфраструктуру телефонной сети общего пользования.

КТВ (кабельное телевидение) – группа технологий, предназначенных для предоставления пользователям сетей КТВ мультимедийных услуг (за счет организации обратного канала) и использующих в качестве среды передачи оптоволоконный и коаксиальный кабели.

OAN (Optical Access Networks) – группа технологий, предназначенных для предоставления пользователям широкополосных услуг, линии доступа к мультимедийным услугам и использующих в качестве среды передачи оптоволоконный кабель.

СКД (сети коллективного доступа) – группа гибридных технологий для организации сетей доступа в многоквартирных домах; в качестве среды передачи используется существующая в домах инфраструктура телефонной сети общего пользования, радиотрансляционных сетей и сетей электропитания.

Для уменьшения высоких начальных инвестиций при развертывании оптического кабеля в сегменте последней мили по сценарию FTТх (оптика до точки x), используют решения медь/оптика, обеспечивают бесшовную миграцию. В рамках данной концепции мультиплексоры доступа к цифровой абонентской линии (DSLAM) продвигаются в направлении пользователя и подключаются по оптике в районную АТС (РАТС). При этом рассматриваются существующие точки распределения медного кабеля традиционной сети доступа.

Для расчета необходимого количества оптических устройств со стороны сети ONU (Optic Network Unit) и длины оптического кабеля предлагается модель сети абонентского доступа.

Концепция FTTC является ключевой и выступает ведущим решением в процессе миграции DSL систем, нацелено на использование уличных шкафов распределения для установки рядом отдаленных DSLAM с оптическими интерфейсами. Обычно на месте такой локации устанавливается дополнительный шкаф с внутренней системой вентиляции и источником питания.

При этом количество пользователей, которые могут быть подключены и их скоростной потенциал, ограничиваются длиной и типом распределительного кабеля, а также DSL-технологии, которая будет использоваться.

В рамках FTTC выделяют несколько схем подключения DSLAM с помощью волоконно-оптических линий связи.

К основным схемам подключения относятся [3-5]:

- точка-точка;
- оптическое кольцо;

- пассивная оптическая сеть;
- древовидная, путем каскадного соединения DSLAM.

Расчеты затухания выполняются для оптической линии от подключения волокна на активном оборудовании (на передатчике) до самого удаленного абонента (на приемнике). В пассивной сети PON источниками потерь являются:

- полное затухание в оптическом волокне, зависит от коэффициента затухания волокна на определенной длине волны и его длины;
- полные потери в сростках (сварные соединения), зависят от потерь в каждом сростке и их общего количества;
- полные потери в соединителях (разъёмные соединения), зависят от потерь в каждом соединителе и их общего количества;
- потери в разветвителях, зависят от коэффициента разветвления;
- эксплуатационные потери: потери на дополнительных сростках и кабельных вставках при проведении ремонтных работ.

Расчеты производят для каждой АТС по самой удаленной оптической линии с учетом магистрального, распределительного участков сети, абонентской проводки и внутривидеостанционных соединений со всеми пассивными устройствами в цепи соединения.

С учётом используемой топологии сети, нет необходимости рассчитывать процент деления мощности в оптических разветвителях, сеть получится сбалансированной, что обеспечит безошибочный приём потоков данных оптическим приёмником оборудования OLT (Optical Line Terminal – центральное устройство, агрегирует потоки от терминальных устройств в зданиях).

При расчетах учитываются следующие параметры вносимых в линию потерь:

- коэффициент затухания волокна (по Рекомендации МСЭ G.652D) на длине волны 1310 нм - 0,34 дБ/км;
- неразъёмные соединения (сварные) - 0,05 дБ;
- разъёмные соединения (коннекторы) - 0,3 дБ;
- разветвители: 1x2 - 3,5 дБ, 1x32 - 17,5 дБ;
- эксплуатационный запас - 3 дБ;

Диапазон перекрываемого затухания, например, для оборудования Huawei MA5680T составляет 29 дБ [4, 5].

Допустим, на среднестатистическом участке местной сети г.Алматы 9 разъёмных соединений, 8 сварных соединений, длина ОВ от оборудования OLT до дома (до квартиры) составляет 763 м.

Затухания на этом участке сети, вносимые различными факторами, представлены в таблице 1 [5].

Таблица 1 - Затухание наиболее протяжённого участка сети

Параметр	$P_{ов}$, дБ	$P_{разъёмн.}$, дБ	$P_{сварн.}$, дБ	$P_{1:N}$, дБ	Экспл. запас, дБ
Значение	0,27	2,7	0,4	21	3

В таблице 1 приняты: $P_{ов}$ - потери в оптическом волокне; $P_{разъёмн}$ - потери в разъёмных соединениях; $P_{сварн}$ - потери в сварных соединениях; $P_{1:N}$ - потери в разветвителях.

Таким образом, затухание на данном участке равно:

$$P = P_{ов} + P_{разъёмн} + P_{сварн} + P_{1:N} + \text{экспл. запас} = 27,37 \text{ Дб.}$$

Таким образом, моделируемая сеть вполне удовлетворяет требованиям к оптическому бюджету активного оборудования OLT.

Вывод. В целях максимального удовлетворения потребностей клиентов в современных услугах любых клиентских терминалов и серверов приложений в конфигурации сети оператору нужно предусмотреть все необходимое количество оптических устройств. В статье показано, что моделируемая сеть вполне удовлетворяет требованиям к оптическому бюджету активного оборудования OLT.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдштейн Б.С., Орлов О.П., Соколов Н.А. Модернизация местных сетей в NGN// Вестник связи.-2017, №3.
2. Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи АО «Казакхтелеком». Книга 1 "Концептуальноцелевые основы развития и общие организационно-технические положения". - Астана: АО «Казакхтелеком», 2017.
3. Описание системы U-SYS® Гибкий коммутатор (Softswitch) SoftX3000 Техническое руководство. Huawei Technologies U-SYS.
4. Рекомендация МСЭ-Т G.652D "Принципы и архитектура глобальной информационной инфраструктуры" (ITU-T Rec. G.652D "Global Information Infrastructure principles and framework architecture").-2017, June.
5. Абонентский доступ к сетям NGN. Электронная версия на сайте http://www.comquest.ru/sol/iskratel/sa_nginx/