

УДК 621.321

В.С. Крикун

Публичное акционерное общество «Укртелеком», Харьков

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СЕТИ ДОСТУПА СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Предложена методика планирования и предпроектного анализа городской оптической сети доступа следующего поколения. С помощью предложенных методов осуществляется решение задач выбора технологии оптического доступа, оптимальной топологии и сценария развития сети доступа, активных и пассивных составляющих сети на станционном, магистральном, распределительном и абонентском участках.

Ключевые слова: методика, планирование, предпроектный анализ, оптическая сеть доступа.

Введение

Постановка проблемы. Строительство оптических сетей доступа нового поколения NGOA (New Generation Optic Access) для того или иного города или района города по сценарию FTTH (волоконно до квартиры) – это сложный процесс, требующий определения наиболее эффективного способа реализации сети, минимизации затрат на ее строительство. При этом должны учитываться существующие проводные линии связи и предоставляемые сервисы и услуги в сети доступа оператора [1-7]. В связи с этим, актуальна задача создания инструментальных аналитических средств, облегчающих планирование, проектирование и предварительный расчет количественных показателей на строительство сети доступа в тех или иных конкретных условиях модернизации и развития. В связи с этим, разработана методика планирования, позволяющая на этапе предпроектных исследований определить основные количественные параметры в виде пассивных и активных элементов проектируемой городской оптической сети доступа с учетом выбора технологии NGOA [8].

Цель статьи – разработка общей методики планирования оптической сети доступа следующего

поколения с учетом использования существующих и перспективных технологий и систем абонентского доступа, топологии существующей и планируемой сети оператора связи. Реализация методики в виде программного продукта позволяющего в процессе планирования и предпроектного анализа определять количество активных и пассивных компонентов сети оптического доступа следующего поколения, осуществлять выбор перспективной с точки зрения развития оператора технологии доступа, оптимальной топологии.

Изложение основного материала

Сеть доступа NGOA состоит из активных и пассивных составных компонентов, представленных на рис. 1 [9]. Для большей ясности, дадим их краткое пояснение.

Активные составные сети доступа. Узел доступа OLT (Optic Line Termination) – устройства, которые выполняют функции коммутации Ethernet кадров, к которым непосредственно подключены терминальные устройства конечных потребителей через оптические одноволоконные линии связи. Коммутационные устройства размещаются в телекоммуникационном шкафу.

Терминал клиента ONT (Optic Network Termination) – медиаконвертор оптического одноволоконного интерфейса с транспортным протоколом Ethernet в интерфейс со средой передачи на медном кабеле. К указанному разъемному соединителю подключается оборудования потребителя услуг.

Пассивные составные сети доступа. Станционный сегмент – часть сети доступа, что состоит из оптического кросса ODF (Optic Distribution Frame) с большой плотностью портов и станционного кабеля для соединения кросса с узлом доступа.

Магистральный сегмент – часть сети доступа, которая состоит из пристанционной муфты, магистрального оптического кабеля, соединительных и магистральной распределительной муфты.

Распределительный сегмент – часть сети доступа, которая состоит из распределительного опти-

ческого кабеля, оптического распределительного шкафа (ОРШ) и домовых распределительных муфт.

Абонентский сегмент – часть сети доступа, которая прокладывается внутри дома от домовой распределительной муфты к квартире потребителя и заканчивается модулем абонентской розетки и шнуром оптическим соединительным (ШОС) в квартире потребителя. Абонентский сегмент состоит из внутридомовой и внутриквартирной частей.

Внутридомовая часть состоит из волоконно-оптического кабеля межэтажного прокладывания, этажного распределительного бокса на последнем этаже, этажных распределительных устройств и модуля абонентской розетки.

Внутриквартирная часть – часть сети доступа, что состоит из ШОС к терминалу абонента ONT и другого оборудования конечного потребителя.

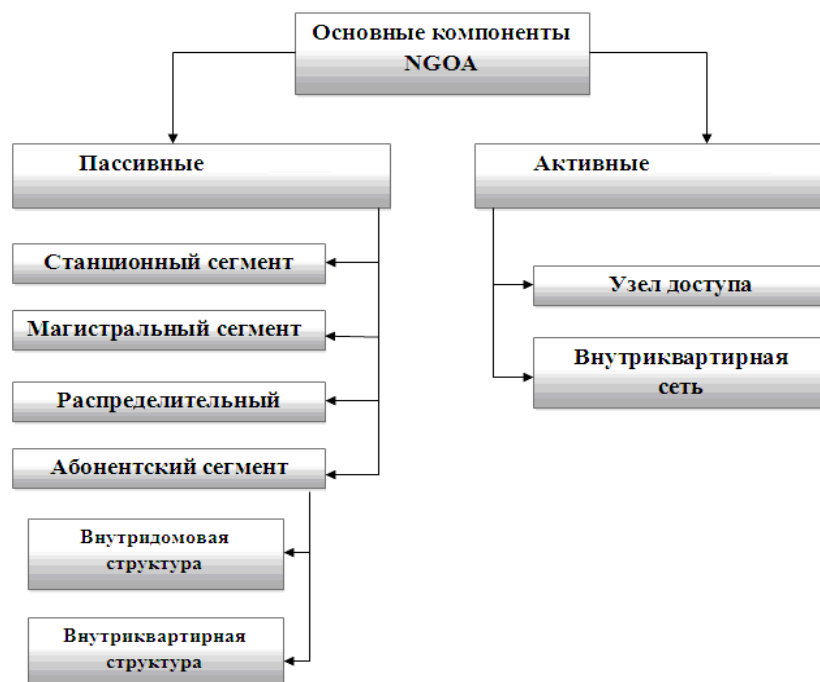


Рис. 1. Основные компоненты сети NGOA

С учетом компонентов (рис. 1) в соответствии со схемой организации сети доступа NGOA по сценарию FTTH (рис. 2), и положениями [10 – 12], проведена формализация оценки необходимого количества активных и пассивных элементов сети при заданных исходных условиях и типовой городской застройке.

1. Определение состава оборудования на станционном участке

Количество портов OLT на станционном участке для активной оптической сети определяется как

$$OLT_{AON} = \sum_{j=1}^J B_j g_j e_j a_j K_{pr}, \quad (1)$$

где j – количество типов домов; B_j – количество домов типа j ; g_j – количество подъездов в доме j -го

типа; e_j – количество этажей в доме j -го типа; a_j – количество квартир в доме j -го типа; K_{pr} – коэффициент проникновения услуг оператора в дом.

Количество портов OLT на станционном участке для пассивной оптической сети определяется по формуле:

$$OLT_{PON} = \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T B_j g_j e_j a_j split_t K_{pr}, \quad (2)$$

где $split_t$ – коэффициент деления сплиттера t типа.

По количеству портов OLT и емкости плат доступа OLT определяется их количество:

$$N_{Board_aon} = OLT_{AON} / E_{Board_aon(k)}, \quad (3)$$

$$N_{Board_pon} = OLT_{PON} / E_{Board_pon(k)}, \quad (4)$$

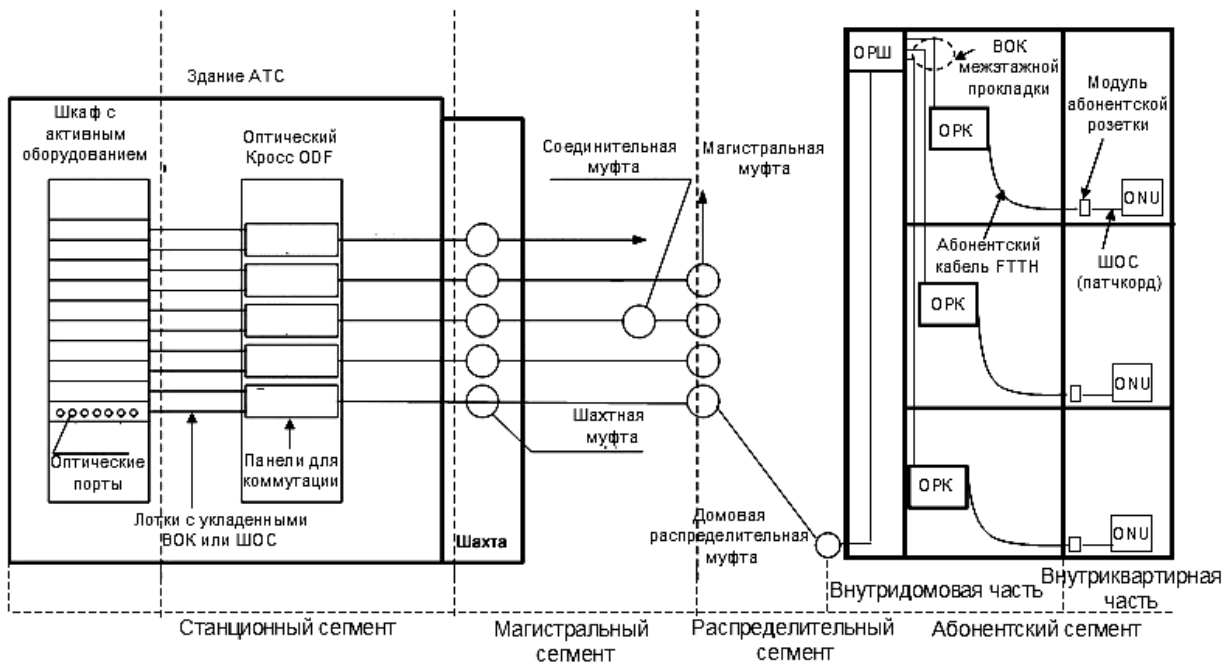


Рис. 2. Схема организации сети абонентского доступа NGOA по сценарию FTTH

где $E_{Board_aon(k)}$ – емкость портов платы активного оптического доступа k -го типа; $E_{Board_pon(k)}$ – емкость портов платы пассивного оптического доступа k -го типа.

Количество телекоммуникационных шкафов для размещения оборудования зависит от их емкости для размещения шасси и емкости шасси для размещения плат доступа соответственно:

$$N_{Rack_aon} = N_{Board_aon} / E_{Rack_aon(l)} E_{S_aon(m)}, \quad (5)$$

$$N_{Rack_pon} = N_{Board_pon} / E_{Rack_pon(l)} E_{S_pon(m)}, \quad (6)$$

где $E_{Rack_aon/pon(l)}$ – емкость телекоммуникационного шкафа l -го типа; $E_{S_aon/pon(m)}$ – емкость шасси m -го типа.

Количество оптических соединительных шкафов (ОСШ):

$$N_{odf(n)} = \sum_{n=1}^N OLT_{AON/PON} / E_{odf(n)}, \quad (7)$$

где $E_{odf(n)}$ – емкость ОСШ типа n .

Количество стоек для оптических шкафов типа o определяется как:

$$N_{sdf(n)}(o) = \sum_{n=1}^N U_{odf(n)} U_{Rack_odf(o)}, \quad (8)$$

где $U_{Rack_odf(o)}$ – количество периферийных позиций стойки o -го типа; $U_{odf(n)}$ – количество периферийных позиций занимаемых ОСШ n -го типа.

2. Определение длины и емкости магистрального сегмента

Магистральный кабель должен обеспечивать подключение необходимого количества квартир в

зоне обслуживания. Таким образом, емкость магистрального сегмента к дому j типа зависит от типа волоконно-оптического кабеля (ВОК) p и для сетей AON/PON выбирается из условий:

$$\sum_{p=1}^P N_{oc_mag(pj)} \cdot N_{ov_mag(p)} \geq g_j e_j a_j K_{pr}, \quad (9)$$

$$\sum_{p=1}^P N_{oc_mag(pj)} \cdot N_{ov_mag(p)} \geq$$

$$\geq g_j e_j a_j K_{pr} \sum_{t=1}^T N_{s(tj)} split_t, \quad (10)$$

где $N_{oc_mag(pj)}$ – число волоконно-оптических кабелей p типа к дому j типа; $N_{ov_mag(p)}$ – число оптических волокон ВОК p типа; $N_{s(tj)}$ – число оптических сплиттеров t типа устанавливаемых в доме j -го типа.

Длина кабеля на участках сети рассчитывается в соответствии с аналитическими моделями геометрического планирования, представленными в работах [13, 14]:

$$L_{cab_mag(s)} = \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J N_{oc_cab_mag(pj)} B_j |x_s| \cdot |y_s| + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J (B_j - 1) \sqrt{x_{laria(s)} y_{laria(s)} / \sum_{j=1}^J B_j}, \quad (11)$$

где $|x_s|, |y_s|$ – модуль координат точки входа в зону распределения магистрального кабеля s ; $x_{laria(s)}, y_{laria(s)}$ – размеры зоны распределения магистрального кабеля по горизонтали и вертикали.

Количество станционных соединительных муфт определяется как:

$$N_{\text{Muff_OLT}} = \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J N_{\text{oc_mag}(pj)} \cdot B_j \quad (12)$$

3. Внутридомовая часть распределительного сегмента

Расчет параметров внутридомовой части сегмента сети зависит от выбранной схемы построения. В случае установки ОРШ на последнем этаже

дома, внутридомовая часть распределительного сегмента состоит из межэтажного транзитного кабеля от распределительной домовой муфты к распределительному шкафу и кабеля между подъездами (рис. 3).

$$L_{\text{cab_distr}} = \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P B_j N_{\text{oc_mag}(pj)} \times (h_{\text{floor}} e_j + l_{\text{entr}} g_j (g_j + 1) / 2), \quad (13)$$

где h_{floor} – высота этажа, м; l_{entr} – расстояние между подъездами, м.

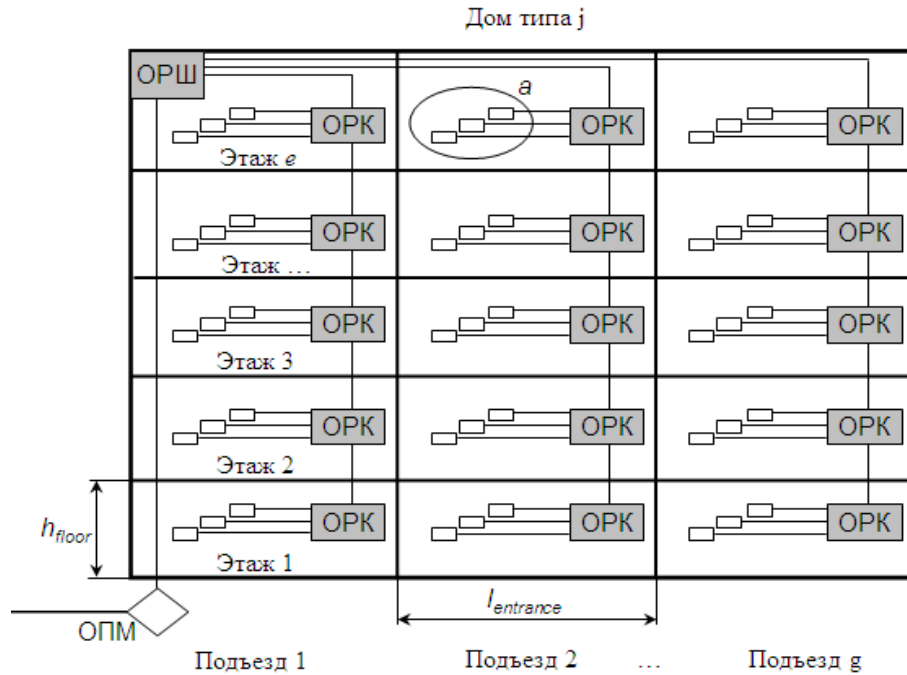


Рис. 4. Схема организации внутридомовой связи

4. Внутридомовая часть абонентского сегмента

Внутридомовая часть абонентского сегмента состоит из кабеля междуэтажной прокладки и соединяет ОРШ с этажными оптическими распределительными коробками (ОПК).

Количество и емкость кабелей выбирается из условия обеспечения необходимого количества квартирных подключений:

$$\sum_{q=1}^Q N_{\text{oc_distr}(qj)} \cdot N_{\text{ov_mag}(q)} \geq g_j e_j a_j K_{\text{пр}}, \quad (14)$$

$$N_{\text{ov_mag}(q)} \geq a_j K_{\text{пр}}, \quad (15)$$

где $N_{\text{oc_dist}(qj)}$ – число междуэтажных ВОК q типа в доме j типа; $N_{\text{ov_dist}(q)}$ – число оптических волокон ВОК q типа.

Количество ОРК определяется как:

$$N_{\text{ODB}} = \sum_{j=1}^J B_j g_j e_j K_{\text{пр}}. \quad (16)$$

5. Внутриквартирная часть абонентского сегмента

В помещении клиента устанавливается абонентский терминал ONT, модуль абонентской розетки и шнур оптический соединительный. Их количество должно соответствовать количеству планируемых для подключения квартир:

$$N_{\text{ONT}} = N_{\text{OSM}} = N_{\text{LC}} = \sum_{j=1}^J B_j g_j e_j a_j K_{\text{пр}}, \quad (17)$$

где N_{ONT} – число абонентских модулей ONT; N_{OSM} – число абонентских розеток; N_{LC} – число шнуров оптических соединительных.

Выбор емкости магистрального и распределительного кабелей, а также типа и количества распределительных и этажных распределительных шкафов выполняется автоматически. Путем изменения значения исходных данных и проведения моделирования для различных значений параметров могут быть получены результаты, которые позволяют дать сравнительный анализ различных вариантов построения

сети доступа. По результатам анализа можно выбрать наиболее эффективное решение и значения параметров для конкретного строительства.

Выводы

Таким образом, разработанная методика планирования может быть использована оператором связи или интегратором на этапах предпроектных исследований и проектирования городской сети NGOA с целью выбора технологии оптического доступа и определения состава сети. Анализ результатов работы методики при разных исходных данных позволит выбрать эффективную и оптимальную конфигурацию сети на станционном, магистральном, распределительном и абонентском участках сети доступа.

Основные аналитические положения вышеописанной методики реализованы в виде программного продукта, позволяющего рассчитать необходимое для построения сети доступа количество активного и пассивного оборудования на этапе предпроектных исследований. Основными результатами моделирования являются:

- количество активного и пассивного оборудования (по типам оборудования), необходимого для строительства сети;
- длина оптоволоконного кабеля (по типам кабеля) и его емкость для строительства магистрального и распределительных участков сети;
- количество шкафов OLT по типам, размещаемых на узле доступа оператора сети;
- количество и тип оптических распределительных шкафов (ОРШ) в подключаемых домах;
- количество и тип этажных оптических распределительных коробок;
- количество и длина пигтейлов или патч-кордов на стороне OLT/ ONT при различных вариантах подключения станционного и абонентского оборудования;
- количество розеток, адаптеров, оптических модулей.

Список литературы

1. Закон України «Про телекомунікації» // Верховна Рада України; Закон від 18.11.2003 № 1280-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1280-15>.

2. Концепція конвергенції телефонних мереж і мереж з пакетною комутацією в Україні. – К.: Державний комітет зв'язку та інформатизації України, 2003. – 47 с.

3. Крикун В.С. Методика оцінки якості функціонування провідних ліній зв'язу / В.С. Крикун, М.Ю. Ощепков // Радиотехніка: Всеукр. міжвед. науч.-техн. сб.–Х.:ХНУРЕ.–2009.– Вып.159. – С. 224 – 228.

4. Крикун В.С. Аналітична модель вибору маршрута доставки послуг і сервісів / В.С. Крикун, Н.С. Пастушенко, А.Н. Пастушенко // Математика і кібернетика – фундаментальні і прикладні аспекти. – 2010 – 4/4 (46). – С. 16 – 19.

5. Крикун В.С. Методика оцінки швидкісного потенціалу з'єднань ADSL2+ для надання послуг Triple Play Service / В.С. Крикун, О.В. Бриндзій // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – 2010. – №2(44). – С. 58-62.

6. Krikun V. Estimation method of speed potential ADSL2+ connections for grant of triple play service / V. Krikun, A. Brindziy // Proceeding of the XIth International Conference on modern problem of radio engineering, telecommunication and computer science. TCSET' 2010 – Lviv-Slavska, 2010. – P. 257.

7. OASE WP6 Market demands and revenues / OASE // Deliverable 6.2. – 2011. – P. 29 – 40.

8. OASE WP4 Technical assessment and comparison of Next-Generation Optical Access system concepts / OASE // Deliverable 4.2.1 – 2011. – P. 40 – 68.

9. Goderis D. Flexible GPON architectures for mass market FTTH [Електронний Ресурс] / Alcatel Lucent. – 2007. – Режим доступу: <http://www.localret.cat/revistes/news/broadband/num18/docs/13num18.pdf>.

10. Тимчасове керівництво з проектування мереж широкосмугового доступу на базі технології Fiber to the home (FTTH) – Волокно до квартири. – К.: ВАТ «Укртелеком», 2011. – С. 4-16.

11. Бриндзій О.В. Планування мереж абонентського доступу xDSL [Електронний ресурс] / О.В. Бриндзій // Проблеми телекомунікацій. – 2011. – №2(2) – Режим доступу до журн.: http://pt.journal.kh.ua/2011/2/1/112_brindziy_planning.pdf.

12. OASE WP4 Operational impact on system concept / OASE // Deliverable 4.3.1. – 2011. – P. 12 – 38.

13. Casier C. Future Proof Strategies towards Fibre to the Home // PhD Thesis / Gent University. – 2010. – P. 187-198.

14. OASE WP5 Process modeling and first version of TCO evaluation tool / OASE // Deliverable 5.2. – 2011. – P. 66 – 74.

Поступила в редколлегию 30.10.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.В. Лемешко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СЕТИ ДОСТУПА СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

В.С. Крикун

Рассматривается аналитическая модель оценки капитальных затрат на построение городской оптической сети доступа следующего поколения с учетом существующих и перспективных технологий и систем.

Ключові слова: методика, планування, передпроектний аналіз, оптична мережа доступу.

THE PLANNING METHOD OF URBAN NEXT-GENERATION OPTICAL ACCESS (NGOA) NETWORK

V.S. Krikun

Is considered the planning method of deployment next generation optical access (NGOA) network for the urban area with the existing and emerging technologies and systems.

Keywords: method, planning, pre-project analysis, optical network of access.