

ИНОВАТИВНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА МРЕЖИ ЗА ДОСТЪП ОТ СЛЕДВАЩО ПОКОЛЕНИЕ

Стела Костадинова, Розалина Димова

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR NEXT GENERATION ACCESS DEVELOPMENT

Stela Kostadinova, Rozalina Dimova

Резюме: В статията е направен анализ на технологиите, които са в състояние да отговорят на съвременните изисквания за предоставяне на широколентови телекомуникационни услуги във фиксираната абонатна мрежа за достъп. Разгледани са основните принципи и еволюционни аспекти в развитието на съвременните мрежи за достъп. Анализирана е структурната организация на оптичните мрежи за достъп, като обект на анализа са мрежовите технологии, предоставящи мрежи за достъп от следващо поколение (NGA). Предложени са варианти за модифициране на съществуващите мрежи.

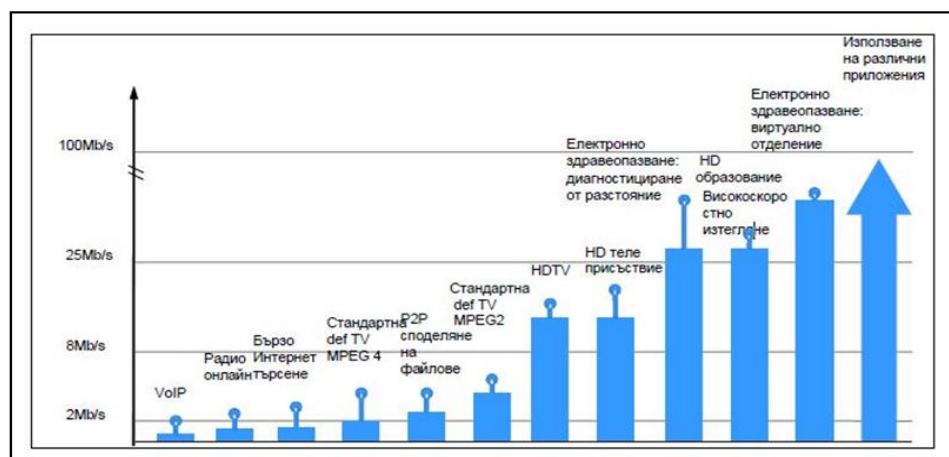
Ключови думи: мрежи за достъп от следващо поколение, широколентови телекомуникационни услуги, оптични мрежи за достъп

Abstract: The paper analyzes the technologies able to meet the current requirements for the provision of broadband telecommunications services in fixed access networks. The basic principles and evolutionary aspects for the development of modern access networks are examined. The structural organization of optical access networks is analyzed. NGA network technologies have been analysed and options to upgrade the existing networks are proposed.

Keywords: next generation access development, broadband telecommunications, optical access networks

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В телекомуникациите все по-активно навлизат нови услуги с висока добавена стойност, изискващи високи скорости (развлекателни услуги, включително видео с висока резолюция (HD видео), 3D телевизия и интерактивни игри, мултимедийна комуникация, публични онлайн услуги, интелигентни мрежи и M2M приложения, HD създадено от потребителя съдържание и др. представени в „Програмата в областта на цифровите технологии за Европа” [1]. На фигура 1 е илюстрирана скоростта на широколентов достъп, необходима за бъдещите приложения [2].



Фиг. 1. Скорости на широколентов достъп при бъдещи приложения.

В стратегията „Европа 2020“ е подчертана важността на разгръщането на широколентовия достъп, за да се окуражи социалното приобщаване и конкурентоспособността в ЕС. В нея е потвърдена целта да се предостави основен широколентов достъп на всички, като стремежът е да се гарантира до 2020 г. за всички европейци достъп до Интернет със скорост над 30 Mbp/s. Повече от 50 % от домакинствата в Европа ще бъдат абонати на Интернет връзка със скорост над 100 Mb/s.

Понастоящем xDSL са широколентови мрежи с пазарно приложими технологии и не са в състояние да предложат необходимите свръхвисоки скорости, заложен като целеви стойности в новите програмни документи на ЕС.

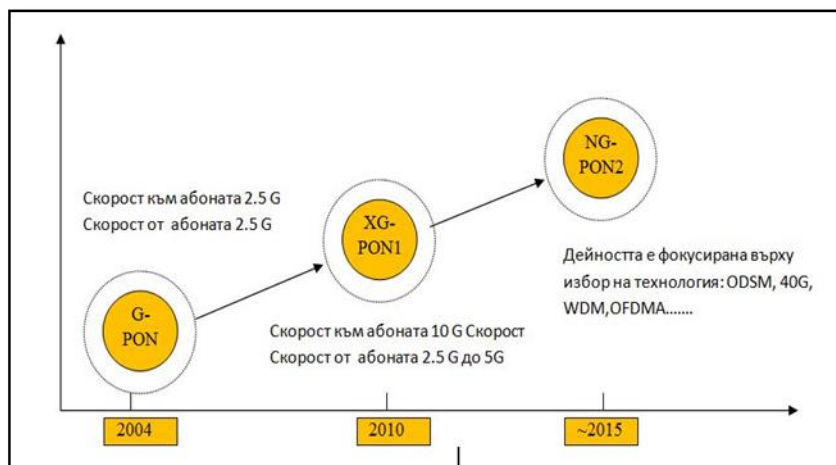
Пазарно ориентирани надграждания и фиксиран Интернет достъп с по-висока скорост са в процес на изграждане. Като цяло тези мрежи се определят като мрежи за достъп от следващо поколение (NGA) и се изграждат по технологията оптика до абоната (FTTx).

В България голяма част от фиксирани широколентови линии са изградени или се изграждат по технологията FTTx, тъй като делът на наследените стари инфраструктури е твърде малък. Това позволява България да бъде сред страните в ЕС с много добри позиции в областта на свръх-високоскоростния широколентов достъп и създава добра основа за предстоящото широко разгръщане на NGA

На този етап на технологично и пазарно развитие нито сателитните, нито мобилните мрежови технологии са способни да осигурят предоставянето на свръх високоскоростни симетрични широколентови услуги, въпреки че в бъдеще ситуацията може да се промени. Когато се реализира следващата голяма стъпка в мобилните радио комуникации, "Long Term Evolution"(LTE), може теоретично да се достигнат максимални скорости на пренос на данни 100 Mb/s за теглене на информация и 50 Mb/s в посока от абоната към мрежата [2].

С цел постигане на набелязаните стратегически цели и приоритети в Националната стратегия за развитие на широколентов достъп в Р. България, съобразени със стратегически цели и приоритети в европейските програмни документи, следва много внимателно да бъде подбрана подходящата комбинация от алтернативни технологични решения. Като приложима технология за предоставяне на скорости 50 Mbps – 100 Mbps се предлагат оптика до дома FTTH (GPON, PtP) и Mobile LTE advanced [2].

Развитието на PON технологията, която се очертава като ключова технология за мрежите за достъп [3], може да се представи в три фази, започвайки от миналото десетилетие и продължавайки в бъдещото (фиг.2) [4].



Фиг.2. Еволюция на PON технологията [4].

Първите PON базирани мрежи се появяват през 2004 г., когато организациите, разработващи стандартите за следващо поколение PON, FSAN (Full Service Access Network) и ITU-T Study Group 15 Q2 завършват препоръките от серия G.984, дефиниращи GPON системите. Препоръките на ITU-T за следващо поколение пасивни мрежи за достъп XG PON1, от групата на G.987, са завършени и публикувани през месец юли 2010г. Новото поколение PON технология се разделя на NG-PON1 (NGA 1) и NG-PON2 на основата на сегашните потребности от прилагането и зрялостта на оптичните технологии. Междинният етап в развитието на PON технологията се дефинира като NG-PON1, а дългосрочното решение в еволюцията на PON, като NGPON-2. FSAN и ITU-T определят NG PON 1 като системи, които предлагат ниски цени, голям капацитет, широко покритие, пълно обслужване и съвместимост със съществуващите технологии. Оперативната съвместимост със съществуващите GPON мрежи е най-критичния фактор в системната еволюция. Базирайки се на съвместимост с GPON, ITU-T създава стандарта за управление и оперативна съвместимост G.988, одобрен юли 2010 година.

В таблица 1 са представени одобрените до момента препоръки на ITU-T за технологиите, които са в състояние да предоставят необходимите скорости във фиксираната мрежа за достъп [5].

Таблица 1

| Препоръка | Технология | Скорост към абонатите Мб/с | Скорост от абонатите Мб/с | Одобрена година |
|----------------|------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------|
| ITU-T G.993.2 | VDSL 2 | 100 | 100 | 2006 |
| ITU-T G.993 | BPON | 622 | 155 | 2003 |
| ITU-T G.984.1 | GPON | 2400 | 1200 | 2004 |
| ITU-T G.984.1 | GPON | 2400 | 2400 | 2004 |
| ITU-T G.985 | EPON | 100 | 100 | 2004 |
| ITU-T G.986 | EPON | 1 000 | 1 000 | 2010 |
| ITU-T G. 987.2 | XG PON 1 | 10 000 | 2 500 | 2010 |
| ITU-T G. 987.4 | XG PON RE | 10 000 | 10 000 | 2012 |
| ITU-T G. 989.1 | XG PON 2 | 40 000 | 10 000 | 2013 |

В статията са разгледани и сравнени пет типа мрежови архитектури, предвиждани за NGA 1. Направен е анализ на тяхното използване за пресруктуриране на построените вече PON мрежи.

II. ФИЗИЧЕСКА КОНФИГУРАЦИЯ НА ОПТИЧНАТА МРЕЖА ЗА ДОСТЪП

Оптичната мрежа за достъп се дефинира като съвкупност от звена за достъп, използващи съвместно ресурсите на мрежовия интерфейс чрез обмен на информация по оптични кабели [6]. Интерфейсите на мрежата и на клиентите не са идентични и звената за достъп са несиметрични. Елементи на оптичната мрежа са:

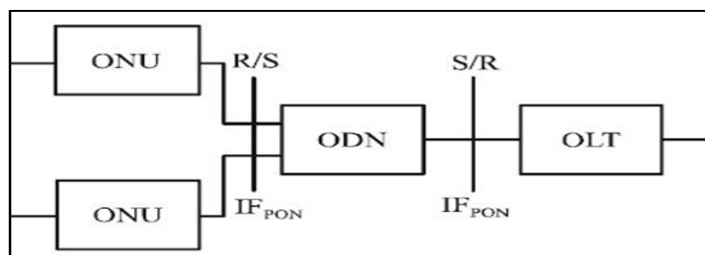
- Оптична разпределителна мрежа (Optical Distribution Network ODN), която осигурява предаването на информацията от оптичния линиен терминал (Optical Line Terminal – OLT) към оптичните мрежови устройства (Optical network unit – ONU), разположени при потребителите и обратното. ODN се дефинира като мрежа между отправни точки S и R, където S е точка от оптичното влакно точно след OLT или ONU и е точка на оптична свързаност, а R е точка от оптичното влакно преди ONU/ OLT и е точка

на оптична свързаност. В зависимост от физическата реализация на ODN точките S и R могат да бъдат разположени на едно и също влакно, (т.е. те съвпадат) или на отделни влакна.

- OLT е мрежови елемент, който взаимодейства с възлите предоставящи услугите и с PON. Към едно OLT могат да бъдат включени няколко ODN;

- ONU – Оптично мрежово устройство, което формира абонатния интерфейс в мрежата за достъп.

Обобщена схема на физическата конфигурация на оптична мрежа за достъп е показана на фиг. 3.

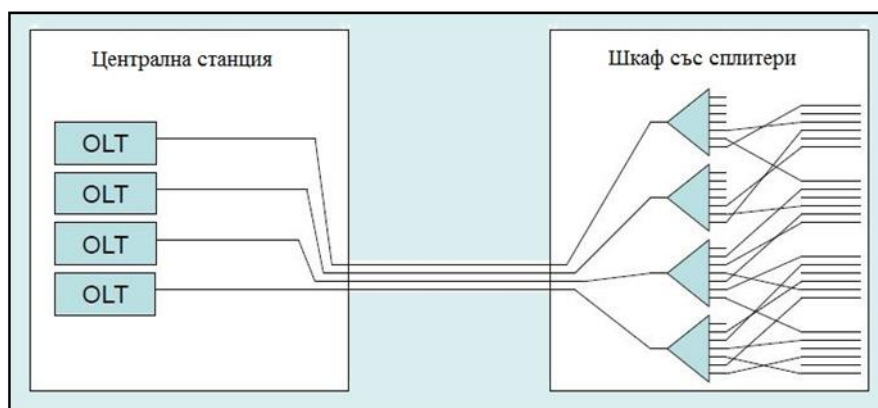


Фиг. 3. Обобщена схема на физическата конфигурация на оптична мрежа за достъп.

III. АРХИТЕКТУРИ КАНДИДАТИ ЗА NGA1

III.1. NGA1-1: GPON с двупосочно редуциране на разделянето

В основата на тази схема е обикновено физическо редуциране на степента на разделяне. Типична PON схема, със сплитер с 32 степени на разделяне, се разделя на четири виртуални групи, всяка с по осем степени на разделяне. Този вид реструктуриране на мрежата не изисква промени в ONU устройствата, но са необходими три пъти повече OLT устройства. Фигура 4 илюстрира архитектурата при този сценарий.



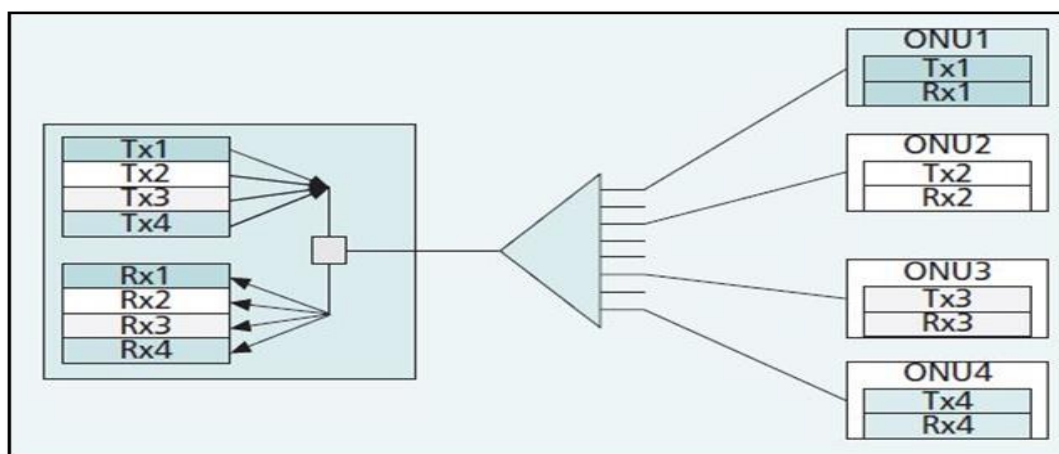
Фиг. 4 GPON с двупосочно редуциране на разделянето.

От гледна точка на заемането на ресурс на MAC ниво, разглежданата архитектура се разделя на 4 виртуални групи, всяка с по 8 броя ONU. Всички ONU в групата си поделят канал със скорост 2.488 Gbps за приемане и 1.244 Gbps за предаване.

III.2. NGA1-2: GPON С ДВУПОСОЧНО РЕДУЦИРАНЕ НА РАЗДЕЛЯНЕТО И ВЪЛНОВО РАЗДЕЛЯНЕ

Този тип архитектура освен редуциране на разделянето в сплитерите използва различни оптични носещи за всяка от посоките (Фиг.5).

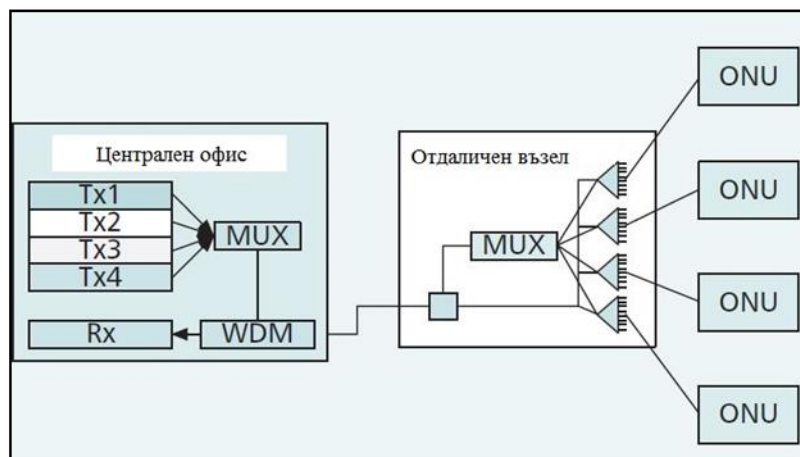
Предлага се използване на CWDM (Coarse Wavelength division multiplexing) технология за посоката на предаване на ONU, с цел по евтини предаватели в абонатните устройства. Тази архитектура не изисква промени в построената вече разпределителна мрежа, но се налага модификация на предавателите и приемниците както в ONU така и в OLT устройствата.



Фиг. 5. GPON с двупосочно редуциране на разделянето и вълново разделяне.

III.3. NGA1-3: GPON С ИЗПОЛЗВАНЕ НА WDM В ПОСОКА КЪМ АБОНАТА

Архитектурата GPON с използване на WDM в посока към абоната прилага технологията мултиплексиране по дължина на вълната (Wavelength division multiplexing – WDM) за увеличаване на капацитета в посока към абонатите и оставя капацитета в посока от ONU към OLT непроменен (фиг. 6).



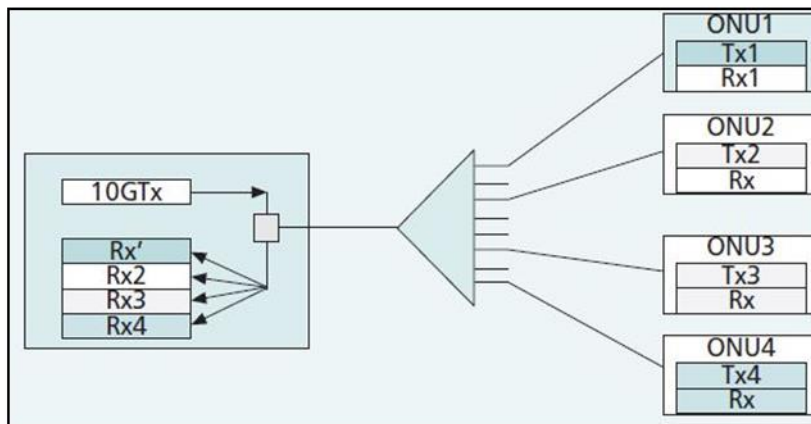
Фиг. 6. GPON с използване на WDM в посока към абоната.

Обикновено в посока към абонатите в GPON мрежите се използват 4 оптични носещи в честотната лента от 1480 nm до 1500 nm. В този случай ONU-тата могат да

приемат сигналите без да е необходимо да бъдат модифицирани. Подобно на предишните архитектури в посока към абоната 32-те ONU-та се разделят на 4 виртуални групи, всяка от които поддържа по 8 ONU-та които си поделят 1.244 Gbps. Скоростта на канала в посока към абонатите е 2.488 Gbps.

III.4. NGA1-4: XG PON1 С 10 GBPS КЪМ АБОНАТА И NX2.5 GBPS ОТ АБОНАТА

При архитектура XG PON1 с 10 Gbps към абоната и Nx2.5 Gbps от абоната, каналът към абонатите се надстройва до 10 Gbps и се използват една или няколко оптични носещи в посоката от абонатите към OLT със скорост 2.5 Gbps. (Фиг. 7).

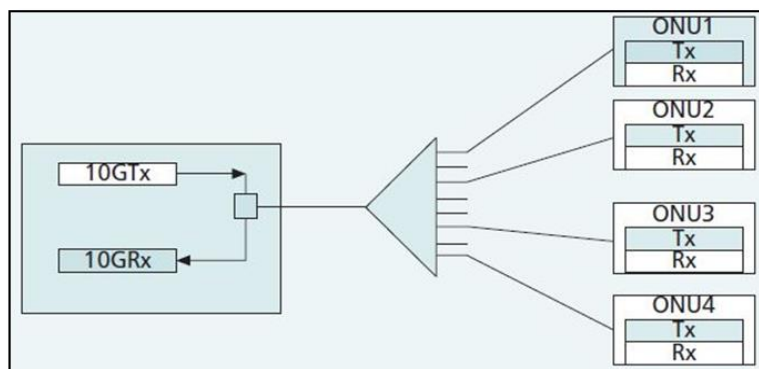


Фиг. 7. XG PON1 със скорости 10 Gbps към абоната и Nx2.5 Gbps от абоната.

При тази архитектура в посоката към абонатите 32 ONU си поделят 10 Gbps канал. В зависимост от броя на вълните, които се използват в посока към OLT, ONU-тата се обединяват в различен брой виртуални групи със скорост 2.5 Gbps. При 2 броя оптични носещи имаме 2 броя виртуални групи с по 16 броя ONU, които си поделят 2.5 Gbps канал.

III.5. NGA1-5: XG PON2 С 10 GBPS И В ДВЕТЕ ПОСОКИ

При архитектура XG PON2 с 10 Gbps и в двете посоки се подменят OLT и ONU устройствата, като 32 ONU-та вече си поделят 10 Gbps канал и в двете посоки.



Фиг. 8. XG PON2 с 10 Gbps и в двете посоки.

Предложените пет архитектури имат своите преимущества и недостатъци. За варианти NGA1-4 и NGA1-5 това е високата цена на оптичните приемници за 10 Gbps. Изборът на архитектура може да бъде направен след детайлен технико-икономически анализ към момента на реструктуриране на мрежата. В таблица 2 са обобщени характеристиките на приведените пет варианта.

Таблица 2. Характеристики.

| ОБОБЩЕНИЕ НА АРХИТЕКТУРНИТЕ ВАРИАНТИ ЗА NGA1 | | | | | | | |
|--|----------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ПОСОКА | | | NGA1 1 | NGA1 2 | NGA1 3 | NGA1 4 | NGA1 5 |
| КЪМ АБОНАТИТЕ (UPSTREAM) | БРОЙ ВИРТУАЛНИ ГРУПИ | БРОЙ | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| | БРОЙ ONU В ГРУПАТА | БРОЙ | 8 | 8 | 32 | 16 | 32 |
| | ГРУПОВА СКОРОСТ | GBPS | 1.244 | 1.244 | 1.244 | 2.488 | 10 |
| | СКОРОСТ НА АБОНАТ | MBPS | 155 | 155 | 38 | 155 | 311 |
| ОТ АБОНАТИТЕ (DOWNSTREAM) | БРОЙ ВИРТУАЛНИ ГРУПИ | БРОЙ | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 |
| | БРОЙ ONU В ГРУПАТА | БРОЙ | 8 | 8 | 8 | 32 | 32 |
| | СКОРОСТ | GBPS | 2.448 | 2.448 | 2.448 | 10 | 10 |
| | СКОРОСТ НА АБОНАТ | MBPS | 311 | 311 | 311 | 311 | 311 |

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като неразделна част от глобалната комуникационна инфраструктура, широколентовите мрежи за достъп свързват милионите потребители на Интернет, предоставяйки им различни услуги, включително интегрирани глас, данни и видео. Тъй като изискването за честотна лента на пропускане при предоставянето на мултимедийни приложения се увеличава непрекъснато, потребителите се нуждаят от надежден и гъвкав широколентов достъп с все по-голяма ширина на честотната лента на ниска цена. В отговор на тези изисквания се налага модифициране на изградените вече FTТх мрежи.

В статията са разгледани и сравнени варианти за увеличаване капацитета на мрежи на принципа на GPON технологията. Анализът показва, че изборът на архитектура трябва да бъде направен след детайлен технико-икономически анализ към момента на преструктуриране на мрежата. Фиксираният достъп на бъдещето, изграден на базата на оптичните влакна, се свързва с иновативни услуги като интелигентни енергийни мрежи, телемедицина, дистанционно обучение и др.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Съобщение на комисията до европейския парламент, съвета, европейския икономически и социален комитет и комитета на регионите. Програма в областта на цифровите технологии за Европа (Digital Agenda for Europe). Европейска комисия. Брюксел, COM(2010)245, 19.5.2010. *EUR-Lex.europa.eu* [онлайн]. [прегледан 23 март 2013]. Достъпен на: <https://eur-lex.europa.eu/>
- [2] Национална стратегия за развитие на широколентовия достъп в Република България 2012 - 2015 г. Министерство на транспорта, информационните технологии и съобщенията [онлайн]. 2012 [прегледан 23 март 2013]. Достъпен на: <https://www.mtitc.government.bg>; Ministry of Transport, Information Technology and Communications, "National Strategy for Development of Broadband Access in the Republic of Bulgaria 2012 – 2015", 2012.
- [3] Implementing Next-Generation Passive Optical Network Designs with FPGAs. *INTEL* [online] May 2012 Altera Corporation. [viewed 12 March 2013]. Available from: <https://www.intel.com>

- [4] Next-generation PON Evolution. *Huawei* [online]. 2010 [viewed 12 March 2013]. Available from: <https://www.huawei.com>
- [5] G series: Transmission systems and media, digital systems and networks. *International Telecommunication Union (ITU)* [online]. [viewed 12 March 2013]. Available from: <https://www.itu.int>
- [6] G.983.1 Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON). *International Telecommunication Union (ITU)* [online]. 2005 [viewed 12 March 2013]. Available from: <https://www.itu.int>

Информация за авторите:

гл. ас. Стела Костадинова, Катедра „Съобщителна техника“ при факултет „Електроника“ на Технически университет - Варна, ул. Студентска № 1, Тел.: 052383350, e-mail: stela.kostadinova@gmail.com
доц. д-р Розалина Димова, Катедра „Съобщителна техника“ при факултет „Електроника“ на Технически университет - Варна, ул. Студентска № 1, Тел.: 052383350, e-mail: rdim@abv.bg

Contacts:

Assist. Prof. Stela Kostadinova, Department Telecommunications, Faculty Electronics of TU – Varna, 1 Studentska St., Tel: 359 52 383350, e-mail: stela.kostadinova@gmail.com.

Assoc. Prof. Rozalina Dimova, PhD, Department Telecommunications, Faculty Electronics of TU – Varna, 1 Studentska St., Tel: 359 52 383350, e-mail: rdim@abv.bg.

Дата на постъпване на ръкописа (Date of receipt of the manuscript):28.01.2014

Дата на приемане за публикуване (Date of adoption for publication):11.03.2014