

OPTIK ALOQA TARMOQLARI ASOSIDAGI ABONENT KIRISH TARMOQLARINI TAHLIL QILISH

Asrorov Oybek Asror o'g'li

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti o'qituvchisi

Haqberdiyev Asliddin Imomnazar o'g'li

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti o'qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqolada optik aloqa tarmoqlari, ayniqsa, abonentga yetib boruvchi passiv optik tarmoq (PON) texnologiyalari tahlil qilinadi. Maqolada O'zbekiston sharoitida GPON, EPON kabi tizimlarning qo'llanilishi, ularning arxitekturasini, xizmat ko'rsatish sifati va samaradorligi statistik ma'lumotlar asosida yoritiladi. Grafiklar, jadvallar, formulalar orqali texnologiyalarning solishtirma tahlili amalga oshiriladi.

Kalit so'zlar: optik tarmoqlar, GPON, EPON, PON, abonent kirish, tarmoq trafifi, xizmat sifati.

Аннотация: В данной статье анализируются оптические сети связи, особенно технологии пассивных оптических сетей (PON), в частности, технологии GPON и EPON, которые обеспечивают подключение абонентов. Рассматривается применение этих систем в условиях Узбекистана, их архитектура, качество обслуживания и эффективность на основе статистических данных. Сравнительный анализ технологий проводится с использованием графиков, таблиц и формул.

Ключевые слова: оптические сети, GPON, EPON, PON, подключение абонентов, трафик сети, качество обслуживания.

Abstract: This article analyzes optical communication networks, particularly passive optical network (PON) technologies, with a focus on GPON and EPON systems that connect subscribers. The application of these systems in the context of Uzbekistan, their architecture, quality of service, and efficiency are discussed based on statistical data. A comparative analysis of technologies is performed using graphs, tables, and formulas.

Keywords: optical networks, GPON, EPON, PON, subscriber access, network traffic, quality of service.

Kirish. So‘nggi yillarda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi optik tolali aloqa tarmoqlariga bo‘lgan ehtiyojni orttirmoqda. Internet xizmatlariga talabning ortishi, "raqamli transformatsiya" siyosati hamda mobil va stasionar tarmoqlarning konvergentsiyasi natijasida optik aloqa texnologiyalari, xususan, PON (Passive Optical Network) tizimlari dolzarb masalaga aylandi.

PON tizimi – bu markaziy stansiyadan abonentgacha optik signalni passiv usullar orqali tarqatish imkonini beruvchi arxitekturadir. Ular elektr ta‘minotiga muhtoj bo‘lmagan **splitterlar** orqali tarmoqni ajratib, yuqori tezlikda, kam quvvat sarfi bilan uzatishni ta‘minlaydi. Ayniqsa, **GPON (Gigabit-capable PON)** va **EPON (Ethernet PON)** texnologiyalari hozirgi zamonaviy telekommunikatsiya tizimlarining ajralmas bo‘lagiga aylandi.

Materiallar va usullar

PON tizimi arxitekturasi

PON arxitekturasi uchta asosiy komponentdan iborat:

- **OLT (Optical Line Terminal)** – xizmat provayder tomonidan markaziy nuqtada o‘rnatiladi
- **Splitter (optik bo‘luvchi)** – signallarni bir nechta abonentlar orasida taqsimlaydi
- **ONU/ONT (Optical Network Unit/Terminal)** – abonent tomonidagi qurilma

1-jadval. GPON va EPON texnologiyalari

Ko‘rsatkichlar	EPON	GPON
Uzatish tezligi	1.25 Gbps	2.488 Gbps (downlink)
Standart	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984
Frame formati	Ethernet	GEM (GPON Encapsulation Method)
Maks. abonent soni	32–64	64–128
Tizim murakkabligi	Past	Yuqori

Tarmoq trafiginini baholash modeli

Abonentlar tomonidan yaratilgan trafikni **Poisson modeli** yordamida quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P(n, \lambda, t) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!}$$

Bu yerda:

- λ – o‘rtacha trafik tezligi (paket/s)
- t – vaqt
- n – paketlar soni

Natijalar

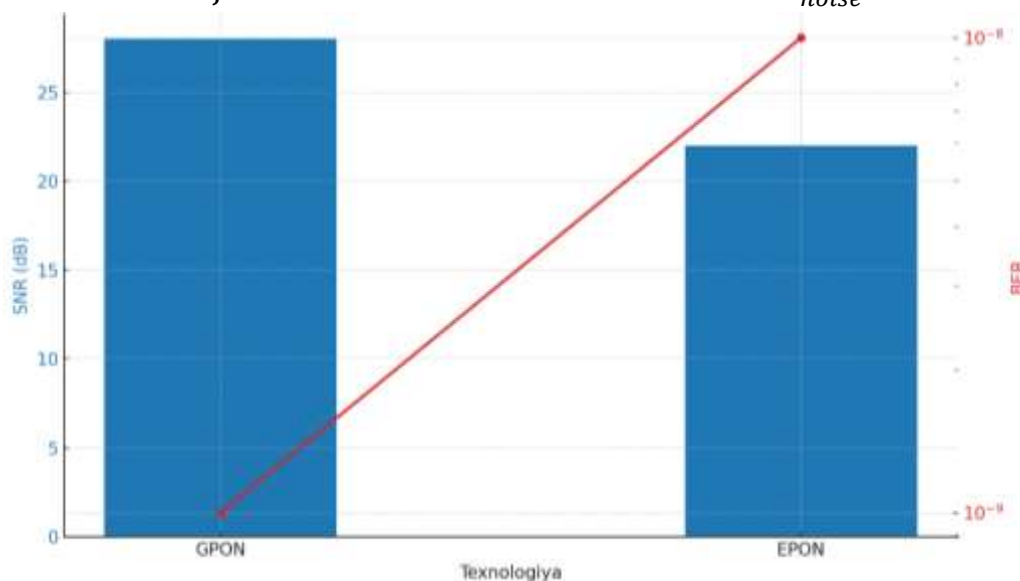
2-jadval. O‘zbekistonda optik tarmoq holati (2024)

Y il	Optik internet foydalanuvchilari soni (ming)	O‘sish foizi
2020	580	—
2021	790	36%
2022	1030	30%
2023	1390	35%
2024	1720	24%

Tarmoq samaradorligi

Xizmat sifati (QoS) ni baholash uchun **BER (Bit Error Rate)** va **SNR (Signal-to-Noise Ratio)** indikatorlari ishlatiladi:

$$BER = \frac{\text{Xatoliklar soni}}{\text{Jami bitlar soni}}, \text{SNR (dB)} = 10\log_{10}\left(\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}}\right)$$



1-rasm. GPON va EPON texnologiyalarining xizmat sifati ko‘rsatkichlari keltirilgan:

Munozara. Abonent kirish tarmoqlarida optik texnologiyalarning qo‘llanilishi O‘zbekistonda internet xizmatlari tezligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshirdi. GPON texnologiyasi keng tarmoqli xizmatlarni qo‘llab-quvvatlash, IPTV, VoIP kabi servislarni bir vaqtning o‘zida taqdim etish imkonini beradi. Shu bilan birga, splitter orqali xizmat sifatiga ta’sir ko‘rsatuvchi omillar (masalan, yorug‘lik intensivligining kamayishi) mavjud.

Yaqin yillarda **WDM-PON** texnologiyasi orqali har bir abonent uchun alohida to‘lqin uzunligi ajratish orqali tarmoqlar samaradorligi oshirilishi kutilmoqda.

Xulosa

- Optik kirish tarmoqlari – bu zamonaviy telekommunikatsiya tizimining ajralmas qismidir;
- GPON texnologiyasi O‘zbekiston sharoitida samarali ishlamoqda va yuqori xizmat sifatini ta’minlaydi;
- Tarmoq loyihalashda Poisson trafik modeli, DBA algoritmlari, xizmat sifati indikatorlari asosiy o‘rin tutadi;
- Kelajakda WDM-PON kabi ilg‘or texnologiyalar joriy etilishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Yusupov N., Isayev R. *Optik aloqa asoslari*. Toshkent: Fan va texnologiya, 2018. 256 bet.
2. Matqurbanov T.A. *Shahar optik aloqa tarmog‘i ishonchliligini tadqiqi*. Urganch: TATU Urganch filiali, 2022. 15 bet.
3. Cifuentes E., Mosquera D., Tipantuña C., Arguero B., Arevalo G.V. *The Analysis of Service Convergence in an Optical Access Network*. Engineering Proceedings, 2024, 77(1):27.
4. Vardakas J.S., Vassilakis V.G., Logothetis M.D. *Performance Modelling and Analysis of Passive Optical Networks for Poisson Traffic*. Communications, 2008, 4:38–44.
5. Sa’dullayev, A., & Asrorov, O. (2024). THE ESSENCE OF NEW PEDAGOGICAL TERMS DURING THE REFORMS IMPLEMENTED IN THE FIELD OF EDUCATION.". *Science Shine" International scientific journal*, 14(1).
6. Boymurotovna, X. N. Asror o‘g‘li, AO, & Rajabboyevna, OK (2025, March). KOMPYUTER VA ROBOTLAR BILAN O‘ZARO ALOQA ORQALI IJTIMOY PSIXOLOGIYANING O‘ZGARISHI. In *International Conference on Educational Discoveries and Humanities* (pp. 63-70).
7. Asror o‘g‘li, A. O., & Rahmon o‘g‘li, S. E. (2024). TA’LIMGA VEB PLATFORMALARNI JORIY ETISHNI TAHLIL QILISH. *GOLDEN BRAIN*, 2(8), 92-97.

8. Sa'dullayev, A. A. o'g'li.(2023). An effective way to detect computer network anomalies. *Educational Research in Universal Sciences*, 2(12), 401-404.
9. Sa'dullayev, A. A. o'g'li.(2023). Types of computer networks and their analysis. *Educational Research in Universal Sciences*, 2(12), 13-16.
10. Boymurotovna, X. N., Asror o'g'li, A. O., & Rajabboyevna, O. K. (2025, March). KOMPYUTER VA ROBOTLAR BILAN O'ZARO ALOQA ORQALI IJTIMOY PSIXOLOGIYANING O'ZGARISHI. In *International Conference on Educational Discoveries and Humanities* (pp. 63-70).
11. Ergashevna, S. M. (2025, February). INGLIZ TILI MUTAXASSISI BO'LISHDA BOSHLANG'ICH INGLIZ TILI DARSLARINING AHAMIYATI. In *International Educators Conference* (pp. 350-357).
12. Axmedovna, B. S. (2025, February). O'ZBEKISTONDA XORIJIY TILLARNING AHAMIYATI. In *International Educators Conference* (pp. 326-333).
13. Abduqodirov, A. A., Yusupbekov, A. N., Suvonov, B. I., & Toshtemirov, R. T. (2022). Tabiiy gazni qayta ishlash jarayonining intellektuallashtirilgan boshqaruvida noaniq mantiq asosidagi modeldan foydalangan holda nazorat qilish. *Инновационные подходы, проблемы, предложения и решения в науке и образовании*, 1(1), 100-108.
14. Suvonov, B., & Jamilova, S. (2024). Sun'iy intellektual tizimlarda noaniq mantiqning ahamiyatliligi va uning aniq mantiqdan farqi. *Interpretation and researches*, 4 (26)).
15. Botirovich, X. S. Murodullo o'g', JOT, & Iskandar o'g'li, SB (2024). PYTHON DASTURLASH TILINING KELIB CHIQISHI. *Modern education and development*, 11(3), 120-126.
16. Botirovich, X. S. (2024). KOMPYUTER LINGVISTIKASINING BUGUNGI KUNDA JAHONDAGI AHAMIYATI. *GOLDEN BRAIN*, 2(16), 26-30.
17. Boymurotovna, X. N. (2025, March). RUS TILINI O'RGANISHDA SUN'IY INTELLEKT VA NEYRON TARMOQLARNING ROLI. In *International Conference on Educational Discoveries and Humanities* (pp. 55-62).
18. Зикриллаева, Ф., Дустмуродова, М., Нормаматова, Н., Сайдуллоева, М., & Абдирахимова, М. (2025). Globalizatsiyalashgan zamonaviy tilshunoslik paradigmaları. *Инновации в современной лингвистике и преподавании языков*, 1(1), 298-300.
19. Джуманов, Ж. Х., Юсупов, Р. А., & Эгамбердиев, Х. С. (2019). ва б. К вопросу практического применения «Big DATA» в гидрогеологических исследованиях. In *Пятая Международная научно-практическая конференция «Big DATA and Advanced Analytics. Big DATA и анализ высокого уровня» Минск. Республика Беларусь* (pp. 13-14).
20. Эгамбердиев, Х., Рахматуллаев, Д., & Дилмуродов, З. (2023). ГРУНТ ВА ЕР УСТИ СУВ ОҚИМЛАРИНИНГ ЎЗАРО ТАЪСИРИНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ. *Евразийский журнал академических исследований*, 3(1 Part 3), 107-113.

21. Madatov, Q. (2024). C++ PROGRAMMING LANGUAGE OPERATOR USAGE AND THEIR TYPES AND MAIN FUNCTIONS. *Models and methods in modern science*, 3(1), 244-254.

22. Madatov, Q. (2024). C# VA .NET CORE PLATFORMASI C# DASTURLASH TILINING OPERATORLARI QO‘LLASH VA ULARNING TURLARI HAMDA ASOSIY VAZIFALARI. *Естественные науки в современном мире: теоретические и практические исследования*, 3(1), 59-67.

23. Маматова, Г. Д. (2021). СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ. *ББК 65.0501 А 43*, 71.

24. Маматова, Г. Д. (2021). К вопросу о роли цифровых технологий в совершенствовании высшего образования Республики Узбекистан. In *Современные проблемы социально-экономических систем в условиях глобализации* (pp. 239-243).