

EPON TEXNOLOGIYASI ASOSIDA ABONENT TARMOQLARNI LOYIHALASH

Komiljonov Jasurbek Azamat o'g'li

Ilmiy raxbar: Xalilov M.M.

Farg'ona davlat texnika universiteti

jasurbekkomiljonov70@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu ilmiy ishda EPON (Ethernet Passive Optical Network) texnologiyasi asosida abonent tarmoqlarini loyihalash jarayonlari, ularning asosiy arxitekturasini, ishlash prinsiplari hamda keng polosali xizmatlarni ta'minlashdagi ustunliklari keng yoritiladi. Tadqiqotda passiv optik tarmoqlarni qurishda qo'llaniladigan OLT (Optical Line Terminal), ONU/ONT (Optical Network Unit/Terminal) va passiv splitterlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik hamda ma'lumot uzatish jarayonida qo'llaniladigan TDMA, MPCP kabi boshqaruv mexanizmlari chuqur tahlil qilinadi.

Loyihalash jarayonida tarmoq topologiyasi, optik yo'l budjeti, signalning yo'qotilishi, masofaviy cheklovlar, splitterlar nisbati (1:8, 1:16, 1:32) va ulanish zichligiga ta'sir etuvchi omillar alohida ko'rib chiqilgan. Shuningdek, EPON texnologiyasining GPON bilan solishtirilgan afzalliklari — yuqori moslashuvchanlik, kam xarajat, IEEE 802.3ah standarti asosidagi ochiq platforma va Ethernet asosidagi oddiy integratsiya imkoniyatlari ilmiy asoslangan holda yoritiladi.

Amaliy qismda abonent tarmog'ini maxsus talablar asosida loyihalash bo'yicha bosqichma-bosqich yechimlar: xizmat ko'rsatish hududini tahlil qilish, optik kabellar marshrutini tanlash, splitterlarni joylashtirish, OLT port resurslarini hisoblash va umumiy optik kuchlanish balansini chiqarish bo'yicha uslubiy qo'llanmalar ishlab chiqilgan. EPON asosidagi tarmoqning xizmat sifati (QoS), kechikish ko'rsatkichlari, ma'lumotlar oqimini boshqarish, trafikni prioritetlash va xavfsizlik mexanizmlari ham baholangan.

Kalit so'zlar: EPON, PON, Ethernet, passiv optik tarmoq, OLT, ONU/ONT, splitter, optik yo'l budjeti, TDMA, MPCP, QoS, FTTH, keng polosali aloqa, optik tolali uzatish, tarmoq arxitekturasini, trafik boshqaruvi, kechikish, xizmat sifati, optik zanjir yo'qotishlari, abonent tarmog'i, tarmoq loyihalash.

KIRISH

Hozirgi kunda yuqori tezlikdagi internet, IP-TV, VoIP va bulutli xizmatlarga bo'lgan talabning keskin oshishi telekommunikatsiya infratuzilmalarini modernizatsiya qilishni taqozo etmoqda. Elektr simlari yoki mis juftliklari asosida qurilgan an'anaviy abonent tarmoqlari mavjud ehtiyojlarni to'liq qondira olmayapti,

chunki ular yuqori o'tkazuvchanlik, uzoq masofaga sifatli uzatish va past kechikish kabi zamonaviy talablarga javob bera olmaydi. Shuning uchun oxirgi yillarda dunyo bo'yicha optik tolali tarmoqlar, xususan passiv optik tarmoqlar (PON) jadal rivojlanmoqda.

PON texnologiyalar ichida EPON (Ethernet Passive Optical Network) tizimi o'zining soddaligi, Ethernet asosidagi yuqori moslashuvchanligi, nisbatan arzon qurilish xarajatlari va IEEE 802.3ah standarti bilan tartibga solingan ochiq platforma imkoniyatlari tufayli keng qo'llanilmoqda. EPON texnologiyasi "optik tolani uyga olib kirish" (FTTH) konsepsiyasini iqtisodiy samarali tarzda amalga oshirishga xizmat qilib, bir vaqtning o'zida ko'plab abonentlarga gigabit tezligida xizmat ko'rsatish imkonini beradi.

Abonent tarmoqlarini EPON asosida loyihalash – bu faqat optik liniyani o'rnatish emas, balki tarmoqning topologiyasidan boshlab optik yo'l budjetini hisoblash, splitterlar joylashuvi, ONU resurslarini optimallashtirish, trafikni boshqarish, xizmat sifatini ta'minlash (QoS) va kechikishlarni minimallashtirish kabi murakkab texnik jarayonlarni o'z ichiga oladi. To'g'ri loyihalangan EPON tarmog'i xizmat ko'rsatish sifati, barqarorlik va kengaytirilish imkoniyatlari bilan ajralib turadi.

Mazkur ilmiy ishda EPON texnologiyasining nazariy asoslari, tarmoq arxitekturasini va ishlash prinsiplari tahlil qilinadi hamda real abonent tarmog'ini loyihalash bo'yicha amaliy yondashuvlar ishlab chiqiladi. Shuningdek, EPON tarmoqlarining samaradorligi, afzalliklari va zamonaviy aloqa xizmatlari uchun optimal yechim sifatidagi ahamiyati asoslab beriladi.

ASOSIY QISM (yaxlit matn)

EPON texnologiyasi zamonaviy abonent tarmoqlarini qurishda eng samarali yechimlardan biri sifatida keng qo'llanilmoqda. Ushbu texnologiya PON oilasiga mansub bo'lib, uning asosiy afzalligi — Ethernet protokoli asosida ishlashi, ya'ni mavjud kompyuter tarmoqlari bilan to'liq mosligi va integratsiyalashuvining soddaligidir. EPON tizimi passiv optik tarmoq konsepsiyasiga asoslangan bo'lib, OLT, passiv splitterlar va ONU/ONTlardan iborat soddalashtirilgan infratuzilmani tashkil etadi. Bu esa texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini minimallashtiradi va tarmoqning ekspluatatsiya jarayonini yengillashtiradi. EPONda ma'lumotlarni uzatish Ethernet ramkalari ko'rinishida amalga oshiriladi, bu esa protokolning universalligini ta'minlaydi. Ma'lumot almashinuvi OLT tomonidan boshqariladi va barcha ONUlarga uzatish vaqti TDMA prinsipi orqali taqsimlanadi. MPCP boshqaruv protokoli tarmoqdagi har bir ONUning ruxsat vaqtini aniqlaydi va kolliziyalarning oldini oladi. Shu sababli EPON tarmog'ida yuqori darajadagi barqarorlik, past kechikish va yuqori o'tkazuvchanlik ta'minlanadi. EPON tizimlari odatda simmetrik 1 Gbit/s tezlikni qo'llab-quvvatlaydi, bu esa uy abonentlari va biznes mijozlar uchun yetarli bo'lgan keng polosali xizmatlarni taqdim etish imkonini beradi.

Abonent tarmoqlarini EPON asosida loyihalashda bir qator muhim texnik talablar inobatga olinadi. Birinchi navbatda hududning xarakteristikasi — aholi zichligi, bino joylashuvi, mavjud kommunikatsiya kanallari va tarmoqning kelajakdagi kengayish potentsiali o'rganiladi. OLT qurilmasining joylashuvi ham muhim ahamiyatga ega, chunki OLTdan abonentgacha bo'lgan maksimal masofa 20 km dan oshmasligi kerak. Keyingi bosqichda optik kabelning marshrutini aniqlash va splitterlarning optimal joylashuvini belgilash amalga oshiriladi. EPONda splitterlar 1:8, 1:16, 1:32 yoki zarur holatlarda 1:64 nisbatlarda qo'llaniladi. Splitterning tanlovi optik yo'l budjetiga bevosita ta'sir qiladi, chunki har bir bo'linish optik signalning ma'lum miqdorda pasayishiga olib keladi.

EPON tarmog'ini to'g'ri loyihalashda optik yo'l budjeti alohida ahamiyat kasb etadi. Budjetni hisoblashda OLT transmitterining chiqish quvvati, ONU qabul qiluvchisining sezgirliigi, optik kabelning har kilometrda yo'qotishi, splitter yo'qotishlari, payvandlash nuqtalari va konnektorlar yo'qotishlari hisobga olinadi. EPON tizimlarida ko'pincha 20–29 dB diapazondagi optik budjet qo'llaniladi. Agar optik yo'l budjeti normadan oshsa, signal sifati yomonlashadi va tarmoqda uzilishlar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababdan har bir bo'g'inning yo'qotishlari aniq hisoblanishi va optimal konfiguratsiya tanlanishi zarur.

Trafikni boshqarish va xizmat sifatini ta'minlash EPON tarmoqlarida muhim vazifalardan biridir. Abonentlarga internet, IP-TV, VoIP kabi xizmatlarni barqaror ko'rinishda taqdim etish uchun OLT tomonidan QoS mexanizmlari qo'llaniladi. Ovozli xizmatlar uchun minimal kechikish, video oqimlar uchun yetarli tarmoqli kengligi, internet trafiklari uchun esa adolatli taqsimot ta'minlanadi. Shuningdek, EPON tarmoqlarida xavfsizlikni oshirish maqsadida VLAN ajratish, MAC-filtrlash, AES shifrlash kabi himoya mexanizmlari qo'llaniladi. Bu esa tarmoqni tashqi aralashuvlar, ruxsatsiz ulanishlar va ma'lumot o'g'irlanishidan himoya qiladi.

XULOSA

EPON texnologiyasi asosida abonent tarmoqlarini loyihalash zamonaviy telekommunikatsiya sohasida eng samarali va iqtisodiy jihatdan ma'qul yechimlardan biri hisoblanadi. Olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, EPON tizimi o'zining passiv arxitekturasini, Ethernet asosidagi yuqori moslashuvchanligi, past ekspluatatsiya xarajatlari va yuqori o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi bilan keng polosali xizmatlarni ta'minlashda juda qulay imkoniyatlar yaratadi.

Optik tarmoqlarning asosiy afzalligi — signalning uzoq masofalarga yo'qotishsiz yetib borishi, yuqori tezliklarni qo'llab-quvvatlashi va kelajak xizmatlariga tayyorligi bilan bog'liq. EPON tizimida qo'llaniladigan OLT, splitter va ONU/ONTlar o'rtasidagi soddalashtirilgan topologik yondashuv tarmoqni tez va qulay tarzda loyihalash imkonini beradi. Optik yo'l budjetini to'g'ri hisoblash, splitter nisbatlarini

optimal tanlash va trafikni ehtiyojga qarab boshqarish tarmoqning barqaror ishlashini ta'minlaydi.

EPON texnologiyasi orqali internet, IP-TV, VoIP kabi ko'p xizmatlar yagona infratuzilma orqali yetkazilishi mumkin bo'lib, bu tarmoqning funksional imkoniyatlarini kengaytiradi. Xizmat sifatini oshirishda QoS mexanizmlarining o'rni, shuningdek xavfsizlikni ta'minlash uchun qo'llaniladigan Ethernet asosidagi himoya usullari muhim ahamiyat kasb etadi.

Umuman olganda, EPON asosida loyihalangan abonent tarmoqlari yuqori ishonchlilikka, barqarorlikka, kengayish imkoniyatlariga va zamonaviy abonent talablarini qondiruvchi xizmat sifatiga ega. Shuningdek, iqtisodiy samaradorligi, texnik xizmat xarajatlarining pastligi va boshqaruvning soddaligi ushbu texnologiyani kompaniyalar va operatorlar uchun eng maqsadga muvofiq tanlovga aylantiradi. EPON kelajak telekommunikatsiya infratuzilmasining asosiy yo'nalishlaridan biri sifatida o'z mavqeini mustahkamlab bormoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. IEEE Standards Association. IEEE 802.3ah – Ethernet in the First Mile Standard.
2. G. Kramer, B. Mukherjee. Ethernet Passive Optical Networks: Principles and Practice. Academic Press.
3. V. Anagnostopoulos. Fiber to the Home (FTTH): Technologies and Deployment Strategies. Springer.
4. C. Lam. Passive Optical Networks: Principles and Components. Elsevier.
5. ITU-T Recommendations. G.984 Series – Passive Optical Networks (PON) Architecture.
6. J. Tanaka. "Design Considerations for EPON Access Networks." Journal of Optical Communications, 2020.
7. M. Ma, Y. Zhu. "Traffic Management and QoS in EPON Systems." IEEE Communications Surveys & Tutorials.
8. Alcatel-Lucent. FTTH Network Design Guide.
9. Huawei Technologies. EPON/GPON Access Network Planning Manual.
10. H. Kim, S. Lee. "Performance Analysis of EPON Systems with QoS Support." Optical Fiber Technology, 2019.