

9 – LABORATORIYA ISHI

KEYINGI AVLOD PASSIV VA AKTIV OPTIK TARMOQLARI.

9.1. Ishning maqsadi

Hozirgi kunda aholiga keng polasali telekommunikatsiya xizmatlarini taqdim etish uchun provayderlar tomonidan bir qancha texnologiyalar foydalanilib kelinmoqda shulardan Keyingi avlod passiv va aktiv optik tarmoqlari dan foydalanish aloqa sifatini va ma'lumotlar tez va ishonchli o'tkazilishi hech kimga sir emas. Biz ushbu ishda tarmoqlarni qurish va loyixalashni o'rganamiz.

9.2. Topshiriq

Amaliy va nazariy materiallarni o'qib o'rganish, Hamda har bir talaba o'zi mustaqil Optik tarmoq loyixalashi, hamda loyixaga ketgan qurilmalar va aholi soni hamda trafikni qanday taqsimlashini o'rganishi va uni tushuna olishi zarur. Tarmoqni loyixasini o'zi yashoytgan xudud joyi bo'yicha bajaradi.(Loyixani xar bir talaba mustaqil tarmoqni modellashtirish uchun foydalanadigan programmalardan foydalanishi mumkin).

9.3. Foydalanilgan adabiyotlar

- 1- Principles voice and data communication, The MC Graw-Hill Company, International edition, 2007y. USA
- 2- Networking, Jeffrey S. Beasley, 2004 by Pearson education Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- 3- Resource allocation in Hierarchical cellular systems, Ortigozza Guerrero Lauro, ARTECH HOUSE Inc, Norwood., 2010y.

9.4. Nazorat savollari

- 1- PON texnologiyasining avzalligi nimada?
- 2- Optik tarmoqni loyixalash deganda nimani tushunasiz?
- 3- OLT qanday ishlaydi?
- 4- OLT qanday ishlaydi?
- 5- ONT qanday ishlaydi?
- 6- ONU qanday ishlaydi?
- 7- OLD qanday ishlaydi?

9.5. Nazariy qism

PON - passiv optik tarmoq

Keng polosali ulanish va axborot-kommunikatsiya xizmatlari sifatini oshirishda FTTx (Fiber To The X) texnologiyalari muhim rol o'ynaydi. Optik texnologiyalardan FTTx qo'llanilganda tashqari chiqarilgan konsentratorlardan (MSAN (*Multi-Service Access Node*) –ko'p funktsiyali konsentrator): optik kanal-

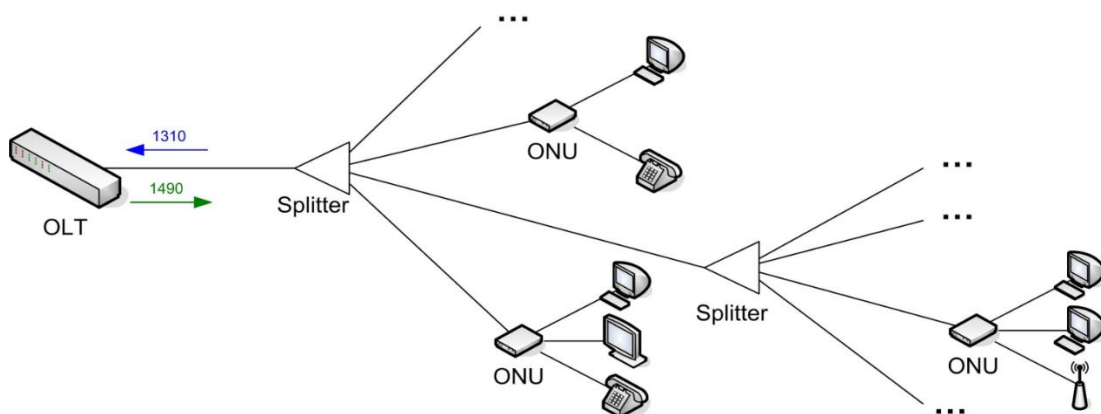
multiservisli ulanish tugunigacha (MSAN)dan va keyin DSL-kanalllardan to abonent qurilmasigacha foydalaniladi. Bunday kombinatsiyali sxemani afzalligi ikki senariya bilan tushuntiriladi: birinchisi- optik texnologiyaga asta sekinlik bilan o'tish kerak bo'lganda, ikkinchidan – agar FTTB modeli proyeksiya amalga oshirib qolgudek bo'lsa, ya'ni tezlik bilan qisqa fursatlarda uy ichiga optik tola o'rnatish zarur bo'lganda. MSAN tugunini o'rnatish joyi va XDSL texnologiyasini turi o'sha zona aloqasini yopadigan hududga va aloqa xizmati turlariga bog'liqdir.

Metro Ethernet o'rniga PON (*Passive optical network*) texnologiyasini ham qo'llash mumkin, bunda eng ko'p tarqalgani GPON (*Gigabit passive optical network*) texnologiyasidir, bitta guruhdagi uylarga 2 Gbit/c ga ega tezlikni ta'minlaydi (2,5 Gbit/s – to'g'ri yo'nalish kanalida va 1,2 Gbit/s – teskari kanallarda). PON tarmog'i tarmog'idagi bir tomonlama yo'nalishli topologiyasini HFC tarmog'iga mos bo'lib, bir toladan va optik shahobchalardan foydalanish mumkin.

Hozirgi vaqtda Metro Ethernet asosidagi tarmoqlarga qaraganda GPON va GEAPON tarmoqlari narxi bir muncha qimmatroqdir. Ammo FTTH texnologiyalari uchun PON tarmog'ini gurgirab rivojlanayotgan bir paytda, AQSh va Janubiy-sharqiy Osiyoda GPON va GEAPON (*Gigabit ethernet passive optical network*) qurilmalari komponentlarini narxi ham tushib borishi kuzatilmoqda. Keyinchalik esa “ko'pkvartirali uylargacha optik tola” tipidagi tarmoqni o'rniga “podyezdgacha optik tola” tarmog'i kirib kelishi kuzatilmoqda. Bunda uylar orasida yangi optik kabellar yotqizilishi talab etiladi yoki mavjud optik kabellardagi foydalanilayotgan tolalar soni oshirish kerak bo'ladi. U holda uylardagi ONU (*Optical Network Unit*) o'rniga optik shahobchalarni o'rnatish esa tolalar uchun podyezdagi NU soni ko'payadi. -ONU (*Optical Network Unit*) istiqomat uylariga o'rnatiladigan (*Indoor*) va (*Outdoor*) kirish -chiqish abonent terminalidir. Shuning uchun ham PON tarmog'i jozibadordir.

PON texnologiyasida kommutatorlar va abonent tugunlari orasida .faqat optik tola va passiv optik shahoblagichlardan foydalaniladi. Passiv optik shahoblagichlardan — juda oddiy va uncha qimmat bo'lmagan qurilma hisoblanib, unda elektronikani aktiv element bo'lmaydi.

Har xil ONT qurilmalaridan kelayotgan trafikni tarqatish uchun, maxsus adreslash sxemalari, dinamik o'tkazish polosasini ajratuvchi va axborotni shifrlash qo'llaniladi.



9.1- rasm PON tarmog'ini strukturaviy sxemasi.

PON texnologiyasini quyidagi asosiy variantlari mavjud.

Birinchi varianti PON — APON (ATM PON) va BPON (Broadband PON) — ATM transport protokoli asosida tashkil etilgan bo'lib, trafikda kafolatli xizmatni ta'minlaydi. 1998 yili XEI-T (MSE-T) tomonidan (rekomendatsiya G.983) standartlashtirilgan APON tizimi pasayib boruvchi (aloqa tugunidan abonentgacha) va yuqorilovchi (abonentdan aloqa tugunigacha) 155 Mbit/s tezlikga ega oqimlarni ta'minlaydi.

BPON texnologiyasi standarti esa APON texnologiyasini davomchisi bo'lib (MSE-T G.983.1) 2001 yili yaratildi. Bu texnologiya pasayib boruvchi va yuqorilovchi oqimlar tezligini 4- marta oshirdi va 622 Mbit/s ga yetkazdi [3].

PON zamonaviy variantlaridan yana biri bu - GPON (Gigabit PON) va GEAPON (Gigabit Ethernet PON). Bularidan birinchisi APON/BPON texnologiyasini rivojlanishiga katta hissa qo'shdi. APON/BPON texnologiyasi 2005 yili MSE-T G.984 standarti ish boshladi. GEAPON texnologiyasini yaratuvchisi EFM (Ethernet in the First Mile) komitetining IEEE instituti hisoblanadi. GEAPON texnologiyasini IEEE 802.3ah standarti 2004 yili qabul qilinib, ko'pincha EPON deb ataladi. Transport protokoli bo'lib Ethernet xizmat qiladi, pasayib boruvchi va yuqorilovchi oqimlar tezligi 1250 Mbit/s dan iobaratdir. Pasayib boruvchi kanallar o'tkazish qobiliyati GPON tarmoqlarida 2,5 Gbit/s gacha yetadi.

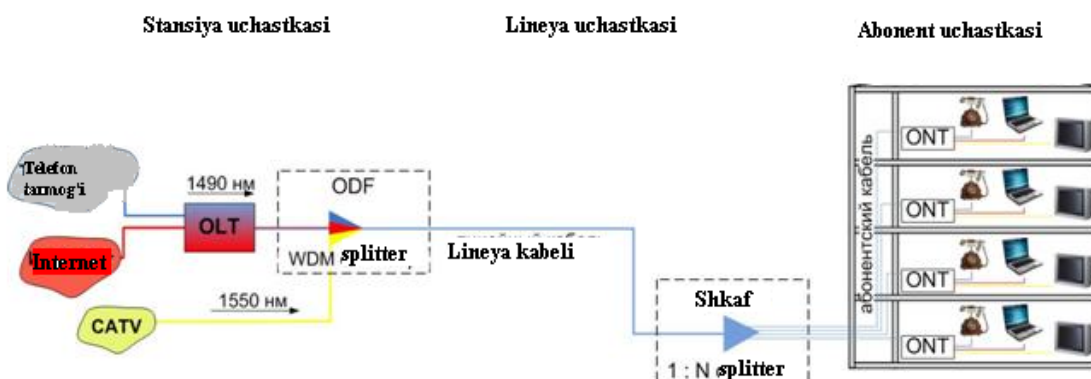
Eng zarur va ahamiyatli momentlardan yana biri bu aloqa tugunida qurilmalarni markazlashtirilganligini ta'minlashdir. Bunga optik byudjet liniyasidan 20 dB qo'yilib, bu 20 kilometrli uzoqlikni kafolatlaydi (signal koeffitsiyentlarini bo'lishda 1:32). GEAPON texnologiyasini ishlab chiquvchi mutaxassis uncha qimmat bo'lmagan optik komponentlardan ko'proq foydalanishga e'tibor qartishgani bois aloqani tashkil qilish uzoqligi -10 kilometr gachani tashkil qilgan. Umuman olganda IEEE standarti jozibali bo'lishi bilan birga arzonroqdir. Shuning uchun axborot-kommunikatsiya xizmatlari sifatini oshirishda GPON tizimlari ulanuvchi abonent tarmog'ini infrastrukturasini rivojlanishiga xizmat qiladi.

PON texnologiyasi asosida qurilgan FTTx tarmog'i quyidagi uchta asosiy qismdan: stansiya, abonent va liniyali uchastkalaridan tashkil topgan bo'ladi.

Stansiya uchastkasi – bu aktiv qurilma OLT (OLT – Optical Line Terminal) va zichlashtirilgan optik krosslar ODF (ODF – Optical Distribution Frame), bu qurilmalar aloqa tuguni ATS xonasiga montaj qilingandir.

Abonent uchastkasi – bu umumiy tarqatuvchi qurilmalar elementlaridan optik rezetkalar gacha bo'lgan abonentni bir tolali drop-kabeli va abonentni kvartirasidagi aktiv qurilmalar gacha ONT (ONT – Optical Network Terminal); yoki korporativ mijozni ofisiga o'rnatilgan guruhli tarmoq uzelligacha ONU (ONU – Optical Network Unit;

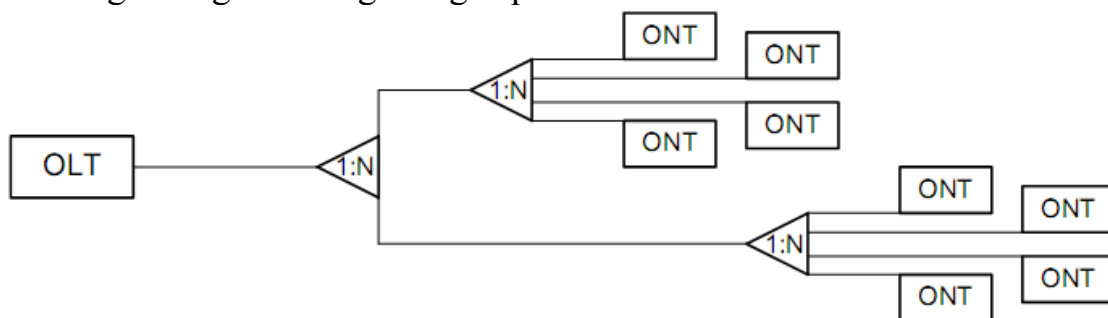
Liniyali uchastka – bu optik-tolali kabellar, shkaflar, splitterlar, konnektorlar va ulagichlar bo'lib, stansiya uchastkasi va abonent uchastkalari orasida joylashgan bo'ladi.



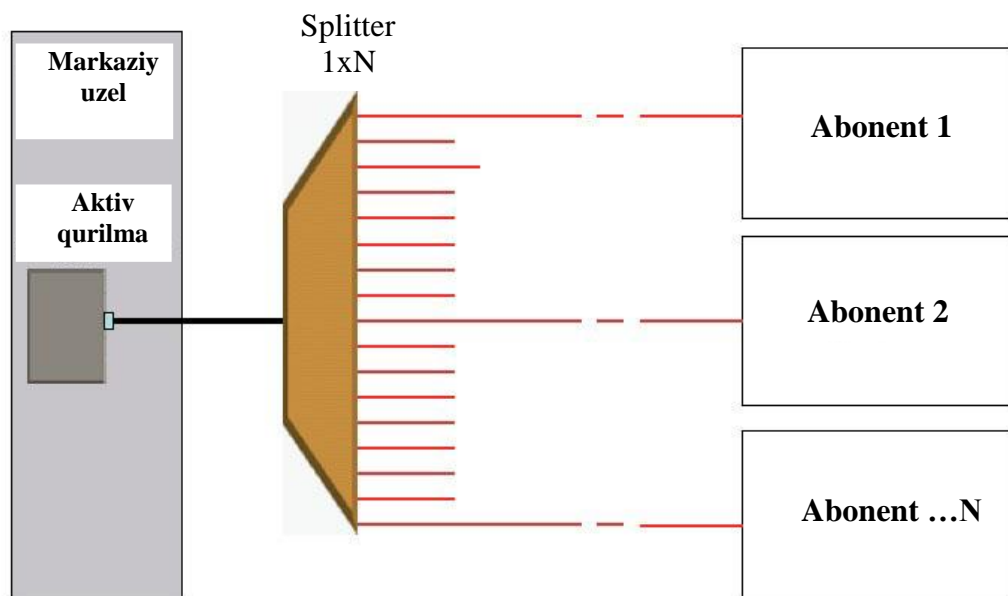
9.2- rasm. PON texnologiyasi asosida qurligan FTTx tarmog'i asosiy qismlari.

Ushbu sxemadagi eng qiyin va iqtisodiy tarafdin ko'p kapital talab qiladigan uchastka bu liniyali uchastka sanaladi. Chunki liniyali uchastkada ko'plab turli xil passiv qurilmalar va ko'p sonli qurilish-montaj ishlari bajariladi. Liniyali uchastka passiv optik tarmoqni topologiyasini aniqlab beradi. PON tarqatish tarmog'ida optik tarqatuvchi shkaflardan to oxirgi abonent qurilmalarigacha (ONT, ONU) aloqa passiv optik shaxoblagichlar (splitterlar) orqali amalga oshirilib, splitterlar optik tarqatuvchi korobkalar yoki tarqatuvchi shkaf'larga o'rnatiladi.

Tarmoqda splitterlarni bir sathli (bir kaskadli) sxemalar bilan ham ko'pkaskadli sxemalar bilan ham ketma-ket ulash mumkin. Kaskadlash sathi soni splitterlar olib kelgan so'nish qoldig'iga, PON cho'lg'amlari koefitsiyetnlarini OLT interfeyslariga (GPONda bu koeffisient 1:64) va har bir abonent uchun o'tkazish polosasiga bo'lgan talabiga bog'liq bo'ladi.



a)



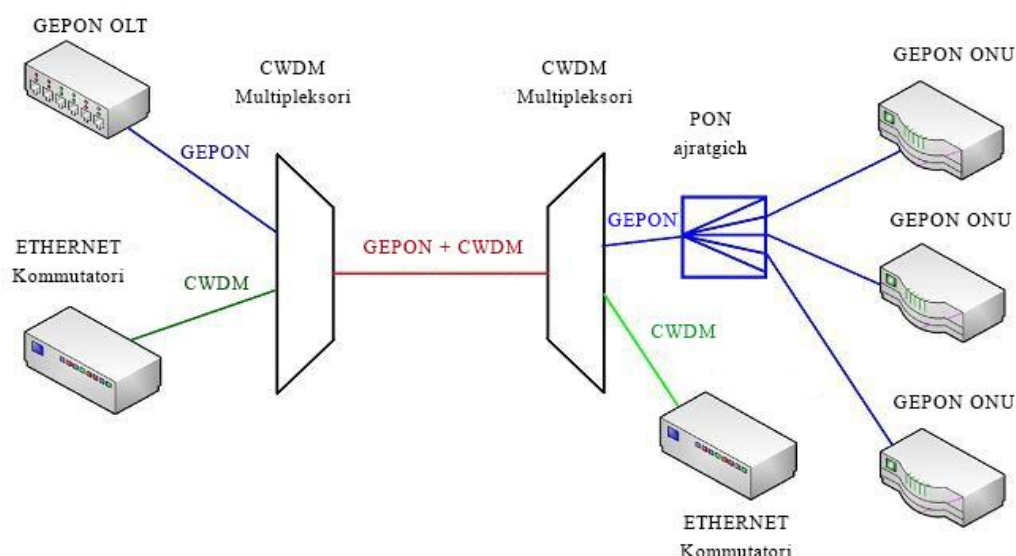
b)

9.3- rasm. Splitterlarni ulanish sxemalari a). Ko'p sathli ulanish sxemasi; b) bir sathli ulanish sxemasi.

Splitterlarni kaskadlash sathi qancha kam bo'lsa, shuncha abonent kirish ulanishi oson, oddiy bo'lib, turli buzilish va nosozliklarini tez tuzatish imkoniyati mavjud bo'ladi. Boshqa tomondan kaskadlash tarqatish qurilmalarini va kabellarni joylashuvini egiluvchiligi va passiv tarmoqni optimal qurishni ta'minlaydi.

Optik tarmoq asosiy elementlari bo'lib quyidagi komponentlar sanaladi: optik kabel, optik mufta, optik shaxoblagichlar, optik uzatkich va qabul qiluvchi qurilmalar.

Quyida abonentlar soni kam bo'lgan hududlarda ya'ni, shahar atrofidagi posyolkalar, kottedj hovlilar va korporativ sektorlar uchun passiv optik tarmoqni tashkil qilish sxemasi ko'rsatilgan.



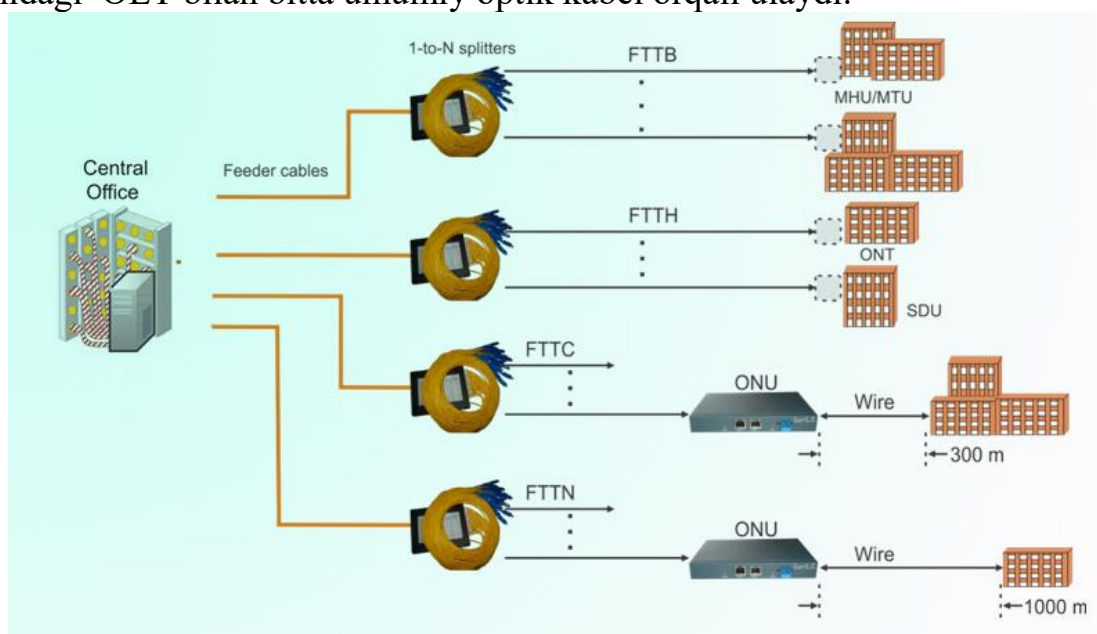
9.4 - rasm. GEPON va Ethernet PTP tarmoqlarni tashkil qilish sxemasi.

FTTx ning imkoniyatlari

FTTx texnologiyasi guruxi o'ziga bir necha turdagi texnologiyalarni biriktiradi (9.5-rasmga qarang):

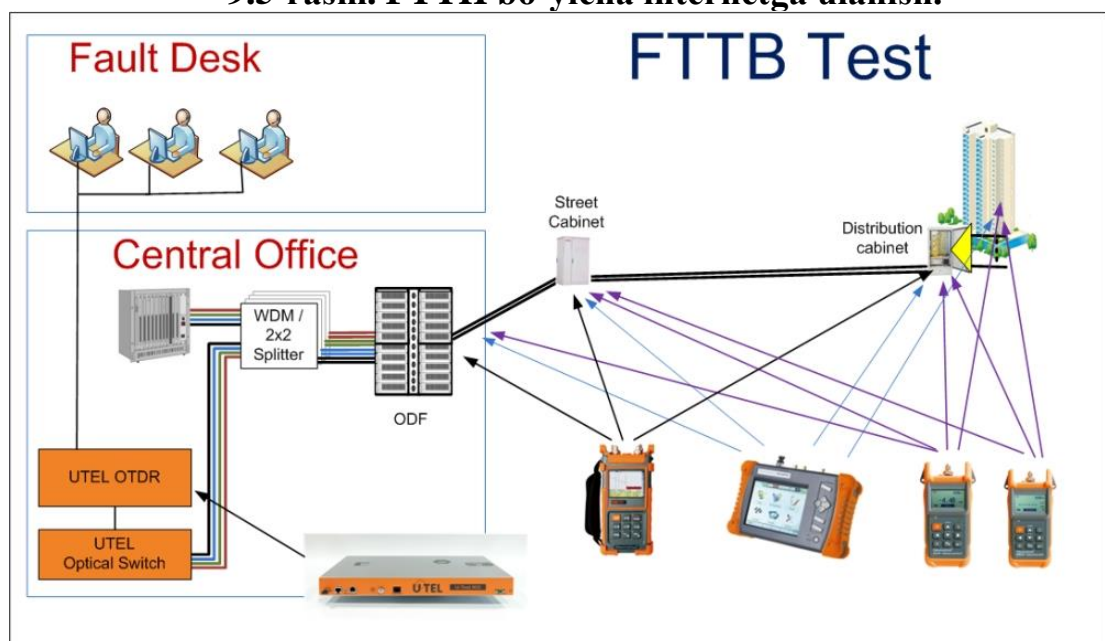
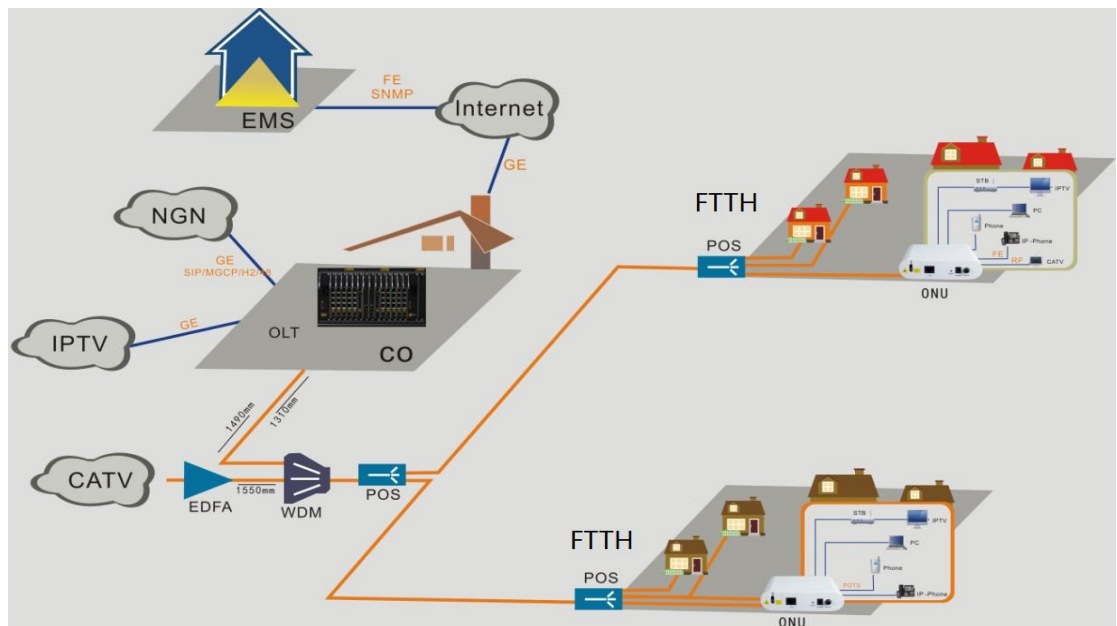
- FTTA (Fiber To The Apartment) — yashaydigan uyning xonadonigacha optik kabel tolasini o'tkazish;
- FTTB (Fiber To The Building) — binogacha optik kabel tolasini o'tkazish;
- FTTC (Fiber To The Curb) — kabelli shkaf o'rnatilgan joygacha optik kabel tolasini o'tkazish;
- FTTH (Fiber To The Home) — yashaydigan uygacha optik kabel tolasini o'tkazish;
- FTTO (Fiber To The Office) — ofisgacha optik kabel tolasini o'tkazish.

Har bir uyda, maxsus ajratilgan optik tolali kabel bilan splitterga ulangan ONT o'rnatilgan. Slitter bir nechta (<100) uylardan chiqqan tolalarni, TK provayderi tomonidagi OLT bilan bitta umumiy optik kabel orqali ulaydi.



9.4-rasm. FTTx tarmoqlarini qurish varianti.

OLT, optik/elektrik o'zgartirishni taqdim etadi va internetga internet-provaydermarshrutizatori orqali ulanadi. ONTga ulangan abonentlar uy marshrutizatorlariga ulanadi va uy marshrutizatori orqali Internetga ulanish imkoniga ega bo'ladi. PON arxitekturasida OLT dan splitter orqali jo'natilgan barcha paketlar, splitter orqali qaytariladi.



9.6-rasm. FTTb testlash jarayoni

Tarixiy nuqtai nazaridan dastdab FTTN va FTTC echimlar paydo bo‘lgan. Bugungi kunda FTTN taqsimlovchi “mis” infrastruktura mavjud bo‘lgan joyda va optik tolali praklatka (qistirma) o‘z harajatini qoplay olmaganida asosan byudjetbop va tez joriy etiladigan echim tariqasida qo‘llanilmoqda.

Misol tariqasida Furqat mahallasida FTTx konsepsiyasi bo'yicha keng polosali tarmoq yaratish

Furqat mahallasida FTTx texnologiyasi bo'yicha keng polosali tarmoq yaratish uchun "Samarqand shahar telekommunikatsiya tarmog'i" filialining xizmatlariga bo'lgan talablari qaysi tumanlarda eng ko'pligi aniqlanadi. Buning uchun mingdan ortiq keng polosali abonentlar tahlil etiladi. Maksimal darajada yaxlit holatga keltirish uchun, bir yo'nalishda yashovchi abonent manzillari billing ma'lumotlar bazasidan tanlab olinadi.

FTTB tarmog'ini joriy etishda kerakli bo'ladigan tarkibiy qismlari

Kommutator



Pikteyl



Adapter



Optik mufta



Mini boks

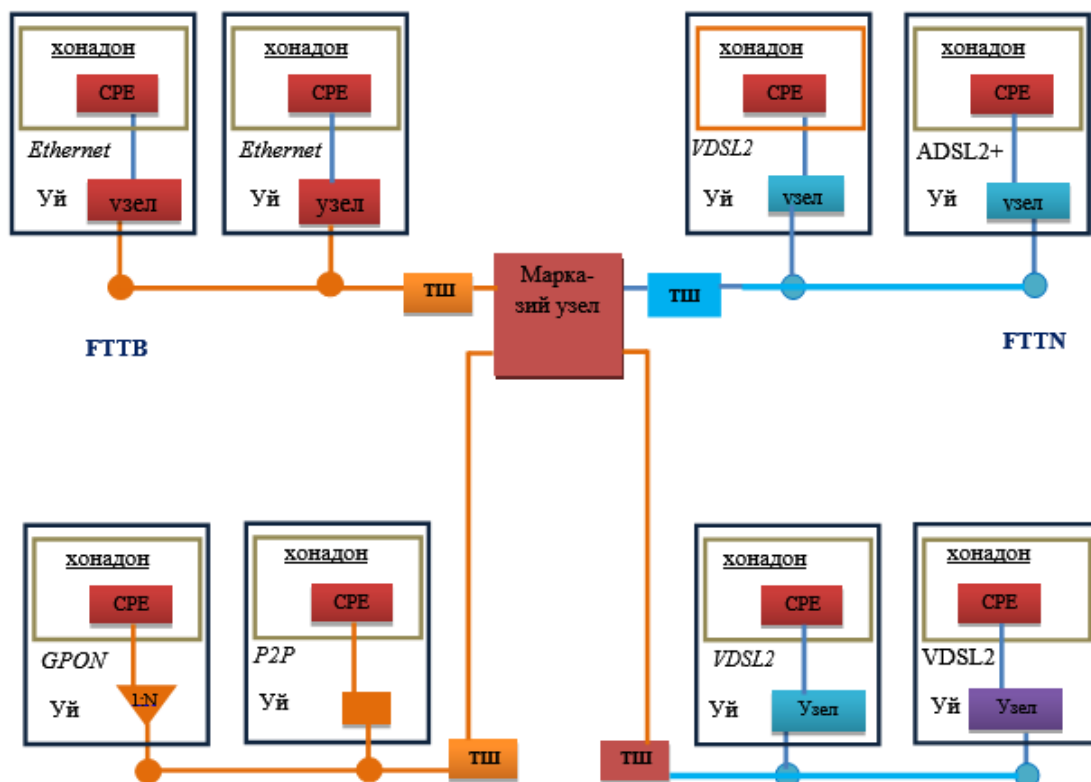


Patchkord

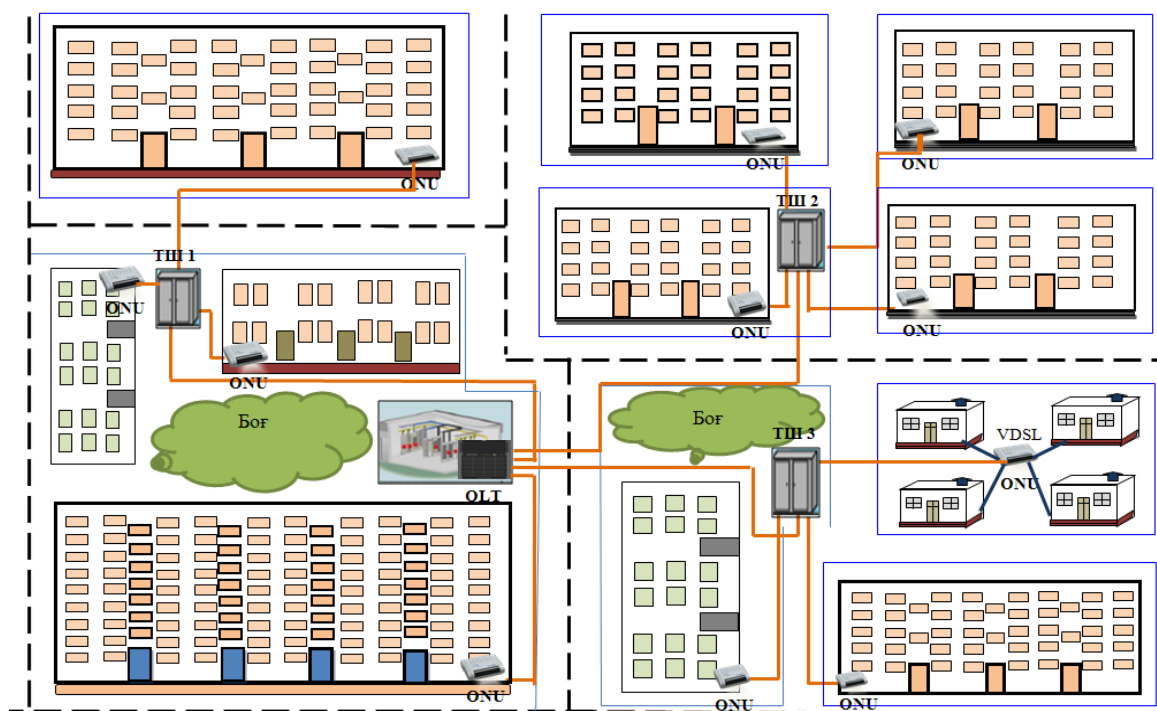


Patchpanel





9.7-rasm. Keng polasali ulanish tarmog'i topologiyasining tuzilish sxemasi



9.8-rasm. Juma shahrining Furqat mahallasida FTTB texnologiyasi bo'yicha tarmoq yaratish sxemasi
Furqat mahallasida PON texnologiyasi bo'yicha keng polasali tarmoq yaratish va sarf-harajatlarni hisoblash

GPON tarmog'ini qurish uchun kerak bo'ladigan qurilmalar. Stansiya tomoni qurilmalari:



9.8-rasm GPON OLT Huawei MA5800-X7



9.11-rasm Huawei ONT HG8245HS abonent qurilmasi



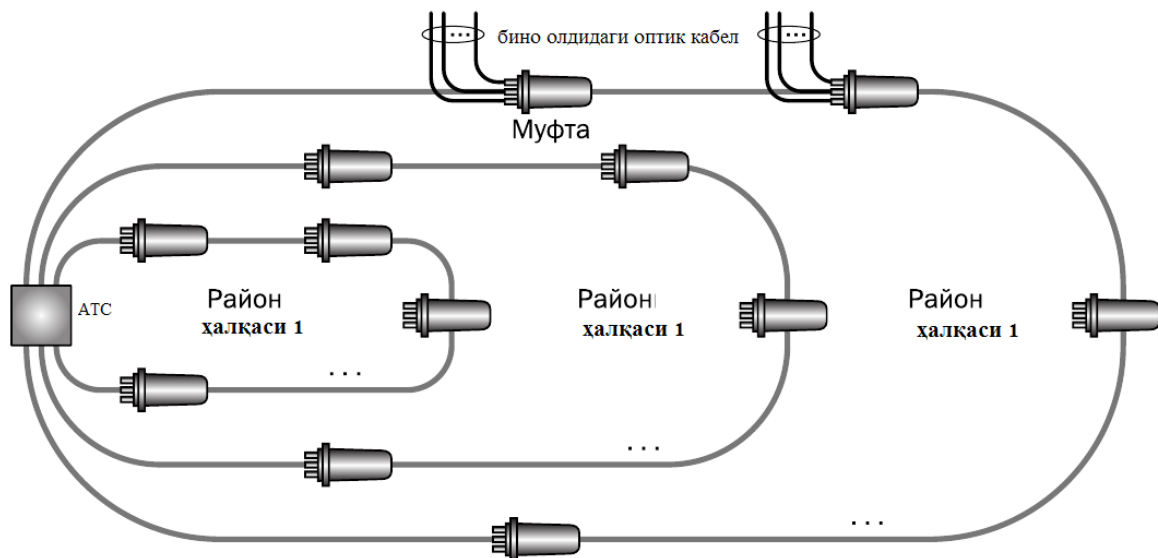
9.12-rasm Optik splitter 1x8



9.13-rasm SFP modul

Shu bilan birga bizga magistral optik kabel va abonent xonadoniga o'tkaziladigan maxsus optik kabel kerak bo'ladi.

Halqa topologiyasi bo'yicha qurilgan tarmoqni ko'rib chiqamiz. Odatda tumanlarga quyidagi sxema bo'yicha optik kabellar joylashtirilishi lozim.

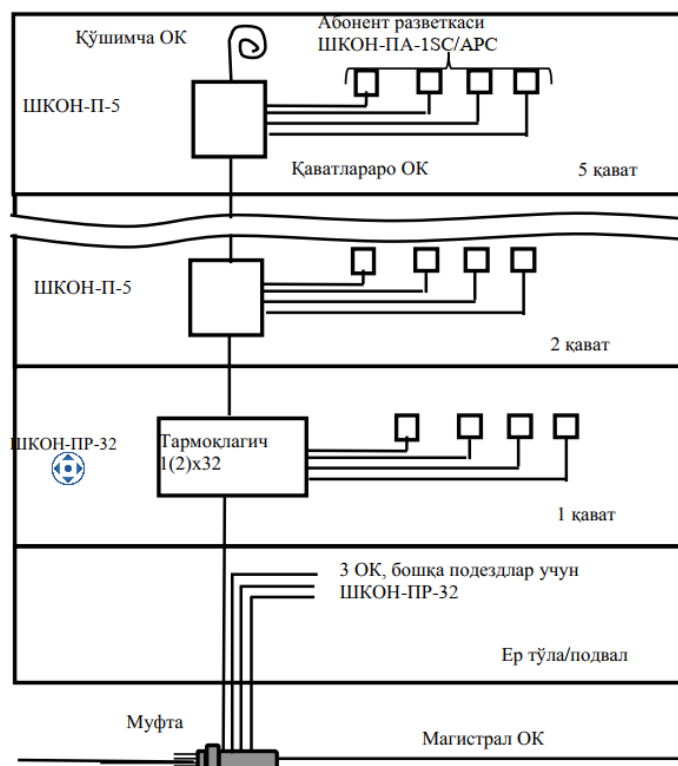


9.14-rasm. PON texnologiyasining “halqa” topologiyasi bo'yicha tuzilish sxemasi

Yuqoridagi sxemani etiborga olgan holda Furqat mahallasida PON texnologiyasi bo'yicha keng polosali tarmoq yaratimiz.



9.15-rasm. Furqat mahallasida PON texnologiyasi bo'yicha tarmoq yaratish sxemasi

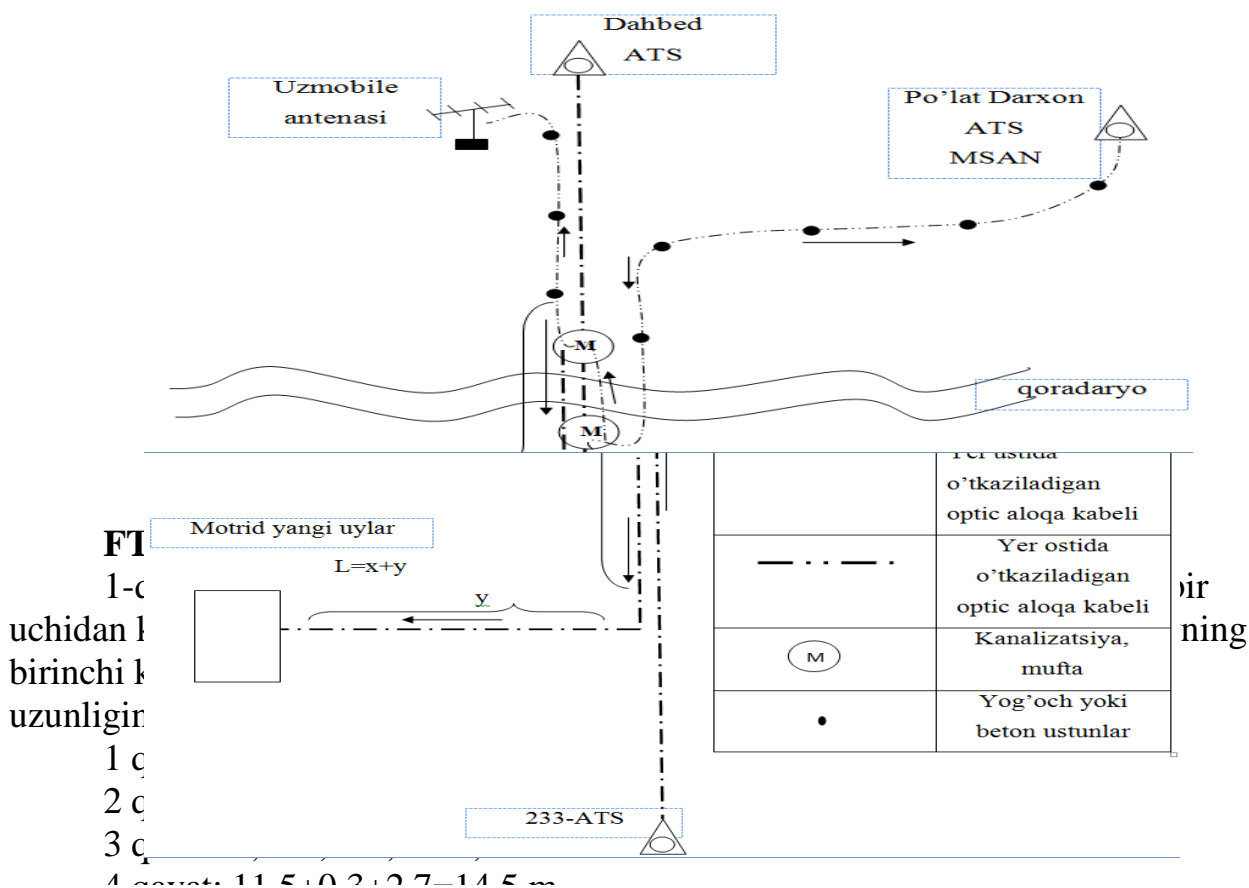


9.16-rasm. Ko'p qavatli binoda PON texnologiyasining qo'llanilishi

Ko'p qavatli binolarda PON texnologiyasining qo'llanilishi odatda yuqoridagi (9.15-rasm) sxemada keltirilgan. Bu yerda 5 qavatli bino, 4 ta podyezd, har qavatda 4 xonadon iborat bo'lgan bino ko'rsatilgan.

FTTH texnologiyasini joriy etishga qaratilgan loyihaga ketadigan sarf-xarajatlarni hisoblash

Abonentlarni yuqori sifatli keng polasali xizmatlar ya'ni FTTH texnologiyasi asosida ulash uchun Samarqand viloyati Pastdarg'om tumani Juma shahrida qurilayotgan yangi zamonaviy turar uy-joy binolarini internet bilan ta'minlash bo'yicha loyihani ishlab chiqdim. Binolargacha internet yetib kelishi uchun ATS va bino orasidagi loyihni yaratib olishimiz kerak bo'ladi.



9.16-rasm. ATSDan binogacha bo'lgan optik aloqa liniysi chizma ko'rinishi

7 qavat: $20,5 + 0,3 + 2,7 = 23,5$ m

8 qavat: $23,5 + 0,3 + 2,7 = 26,5$ m

9 qavat: $26,5 + 0,3 + 2,7 = 29,5$ m

Ikkinchi kirish uchun vertikal quyi tizimning uzunligi har bir qavatga qadar birinchi kirishga nisbatan 20 m ko'proq bo'ladi. 40 m uchun uchinchi uchun va to'rtinchi uchun-60 m.

$$157,5 \cdot 4 + 40 + 60 = 730 \text{ m}$$

Uskunalar	Miqdor	narxi, u.ye.
Splitter 1: 4	37	619.75
Splitter 1:16	4	138.4
Optik tarqatish qutisi	36	963
Optik tarqatish shkafi	1	113
Opt.patch-panel 16 ta port	4	134.04
SC adapterlari	185	246.05
ONT	144	7469.28
Abonent rozetkalari	36	45
Optik pigtail	324	732.24
Optik patchkord	1	5.56
Acome kabeli	730	96.36
FTTH1 kabeli	648	97.2
GYXTW 4 juftli optik tolali kabel	2500 m	1500
Elektr o'lchash moslamasi	1 ta	20
Avtomat	1 ta	4
Switch	6 ta	1200
	Jami	13383

9.18-rasm. FTTH
texnologiyasi ulash bo'yicha
sarf-xarajatlar jadvali qayd
etilgan ma'lumotlar