

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ALOQA, AXBOROTLASHTIRISH VA
TELEKOMUNIKATSIYA DAVLAT QO'MITASI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
FARG'ONA FILIALI

”Axborot texnologiyalari” kafedrası

”C++ da dasturlash”
fanidan

KURS ISHI

Bajardi:

611-12 Guruh talabasi

Xojimatov Sotvoldi

Qabul qildi:

Bazarbayev M.

Hashimov A

Farg'ona-2015

**JIZZAX- SAMARQAND SHAHARLARI ORASIDAGI
TOLALI OPTIK ALOQA LINIYALARINI LOYIHALASHTIRISH MAVZUSIDAGI
KURS ISHIGA TOPSHIRIQ**

630-12 Guruh talabasi Otaxonov Abrorjon

Trassani tanlash va asoslash .

Loyihaga zarur kanallar sonini hisoblash va uzatish tizimi turini tanlash .

Optik kabledagi talab etilgan optik tolalar soni va optik kabel turini tanlash .

OK ning uzatish parametrlarini hisoblash .

OKning mehanik parametrlarini hisoblash .

OTAL uchastkalararo uzunligi aniqlansin , va texnik nazorat qilinmaydigan regenerasiya punktlari (NRP) va texnik nazorat qilinadigan (ORP) regenerasiya punktlarini joylashtirilish sxemasi keltirilsin .

NRP ni masofadan elektr ta'minoti manbai bilan ta'minlash masalasi ko'rib chikilsin.

Optik tolali uzatish tizimini qurish qismida yiriklashtirilgan ko'rsatkichlar orqali tuzish va OTAL qurilishini kanal kilometrdagi bahosini aniklash.

Tushuntirish yozuvida quyidagi chizmalarni bajaring:

-tanlangan kabel kesimini ko'rinishi;

-OTAL trassasidagi tugallovchi shaharlar oralig`idagi daryolar, avtomobil va temir yo'llar shartli ravishdagi chizmasi keltirilsin ;

-"ORP" va "NRP" larni magistralda joylashtirilgan sxemasi berilsin

Kursning loyihalashtirish ishiga asos qilib olingan ma'lumotlar:

1. Jizzax –Samarqand oralig`idagi OTAL trassasi

2. Tashkil etiladigan kanallar soni:

a) RE- 5

b) FA(faksimalaloka) - 20

d) TV – 3

3. OTdagi o'zakning sinish ko'rsatkichi – 1.5

4. OTdagi qobiqning sinish ko'rsatkichi- 1.48

5. Kabelning qurilish uzunligi, km-

6. Ajratilmaydigan ulagichlardagi so'nish dB – 0.013

7. Ajratiladigan ulagichlardagi so'nish dB – 0.4

Bajardi _____ Otaxonov Abror

Qabul qildi _____ Yigitaliyev Z.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
1. Kurs ishini bajarish va rasmiylashtirish bo'yicha qo'yiladigan talablar.....	4
2. Loyihalashtiriluvchi aloqa magistralidagi oxirgi manzilgoxlar haqida ma'lumot.....	4
3. Loyihalashtiruvchi aloqa magistralida kanallar soni hisobi.....	5
4. Loyihalashtirilayotgan TOAL qurilish trassasini tanlash va asoslash.....	7
5. Sinhron raqamli transport moduli va optik kabel turini tanlash.....	10
6. Trassada qo'llanuvchi kabelning konstruktiv hisobi.....	13
7. Optik tolalar parametri hisobi.....	15
7.1. Kritik burchak.....	15
7.2. Nur o'tkazgichning aperturasini.....	15
7.3. Sinish ko'rsatkichining nisbiy farqi.....	15
7.4. Normallashtirilgan chastota.....	16
7.5. Optik tolalardagi modalar soni.....	16
7.6. Moda maydon diametri.....	17
7.7. Kritik to'lqin uzunlik.....	17
7.8. Kritik chastota.....	17
7.9. Fazalar koeffisienti va to'lqin uzunlik.....	18
8. Regenerasiya uchastka uzunlik hisobi.....	18
9. Tolali optik aloqa liniyasining o'tkazish qobiliyatining hisobi.....	23
10. SDH tarmoqlarining topologiyalari.....	25
11. Tolali optik aloqa liniya qurilishi.....	27
11.1. Kabellarning ichki nazorat.....	29
11.2. Kabellarni yotqizish.....	29
11.3. Mufta montaji.....	29
11.4. Kabellarni binoga kiritish.....	30
11.5. Tolali-optik aloqa liniyasini ekspluatatsiyaga topshiruv jarayonidagi o'lchov ishlari.....	30
12. Tolali optik aloqa magistralini qurishdagi ish hajmi kerakli qurilmalar va material bo'yicha umumlashtirilgan smeta.....	30
13. Foydalanilgan adabiyotlar.....	32

KIRISH

Telekommunikasiya iqtisodiyotning va u bilan bog'liq bo'lgan axborotning demokratik jamiyat va davlatning ham "nerv tizimi", ham "qon tomiri" deyishimiz bejiz emasligini mustaqillik yillarida tushuna boshladik. O'zbekistonda demokratik yangilanish jarayonini chuqurlashtirish va fuqarolarning erkinliklarini ta'minlashning g'oyat muhim sharti telekommunikasiya tarmoqlarini zamonaviy texnologiyalar va qurilmalar bilan jihozlash, aloqa korxonalarining o'z mablag'lari, mahalliy banklar, chet el banklari va firmalarining imtiyozli kreditlaridan foydalanib rivojlanish davr talabi ekanligini tasdiqlamoqda. Bu boradagi asosiy vazifa mamlakatimizdagi tub islohatlarni chuqurlashtirish jarayonining muhim tarkibiy qismi bo'mish matbuot, telebideniya, radio, telefon, pochta, internet va yo'ldoshli aloqa tizimi faoliyatlarini yanada liberallashtirish, ularni mustaqilligi va erkinligini amalda ta'minlashdan iborat. Ushbu xizmatlarning sifat darajasi muayyan jamiyat taraqqiyot darajasini belgilab beruvchi ko'rsatkichlardan biri deb hisoblasak bu yo'nalishning xalqimiz tarixi, madaniyati, ma'naviyati, shahar va qishloqlarimiz infratuzilmasini yaxshilashda, joylarda xizmat ko'satish va servis tizimini rivojlantirish orqali aholini ish bilan ta'minlashni yanada yaxshilash hamda joylardagi mavjud dolzarb masalalarni tezlik bilan hal etishda alohida ahamiyatga egadir. Shuning uchun axborot kommunikasiya texnologiyalarini jadal suratlar bilan rivojlantirish O'zbekistonni taraqqiyot yo'lidagi amalga oshirilayotgan tarkibiy o'zgarish hamda ijtimoiy –tarixiy islohatlarimizning bosh yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Ushbu kurs ishimda Jizzax va Samarqand shaharlari o'rtasida optik aloqa liniyalarini loyihalashtirish ishlari olib borilgan.

1. KURS ISHINI BAJARISH VA RASMIYLASHTIRISH BO'YICHA QO'YILADIGAN TALABLAR

1. Kurs ishini har bir talaba shahsiy topshiriq asosida bajaradi va tushuntirish hatı talablar asosida rasmiylashtirib, standart talablariga javob berishi lozim. Kurs ishi o'z ichiga magistral tarmoq va shaharlararo aloqa liniya tarmoqlarini tanlash bo'yicha konkret echimlarni o'z ichiga oladi.

2. Kurs ishida keltirilgan chizma-rasmlar osti yozmasiga ega bo'lib, jadvallar tepa tomonida belgilanib, Davlat standart talablariga javob berishi kerak.

3. Tekstda keltirilgan ma'lumotlar va loyihalashtirish echimlari kurs ishi ohirida keltirilgan adabiyotlar ro'yhati tartib raqami bo'yicha olib boriladi.

4. Kurs ishida keltirilgan hisoblarda avval hisoblash uchun formula yoziladi, bu formuladagi har bir harfli belgilanish yoyilib yoziladi va har bir belgilanish tushuntirish so'zlar bilan ifodalanib, uning o'lchov birligi yoziladi, hamda qanday adabiyotdan foydalanganligi belgilanadi.

5. Kurs ishi o'z ichiga jildlangan yig'ma ish, titul varag'i, mundarija, shahsiy topshiriq va qo'llanilgan adabiyotlar ro'yhatini o'z ichiga oladi. Kurs ishining tushuntirish hatı ko'rinishi quyidagi tartibda bo'ladi:

- Titul varog'i;
- Individual topshiriq-vazifa;
- Kirish;
- Kurs ishining asosiy teksti;
- Kurs ishi bo'yicha Xulosa;
- Adabiyotlar ro'yhati.

6. Kurs ishining yozma ko'rinishi 297x210 mm o'lchamdagi standart oq qog'oz formatiga chiroyli, saranjom va teksdagi so'zlar qisqartirilmagan xolda bajariladi. Kurs ishidagi trassa ko'rinishi, qo'llanilgan kabellar ko'ndalang kesim yuzasi, loyihalashtirilayotgan trassada regeneratorlarni yoki multipleksorlarni joylashtirish chizmasi Prizentatsiya ko'rinishida taqdim etilishi lozim.

2. LOYIHALASHTIRILUVCHI ALOQA MAGISTRALIDAGI OXIRGI MANZILGOXLAR HAQIDA MA'LUMOT.

Jizzax viloyati - O'zbekiston Respublikasi tarkibidagi viloyat. Respublikaning markaziy qismida. Viloyat 1973 yili 28 dekabrda tashkil etilgan. Shimoliy-sharqda Qozog'iston Respublikasi va Sirdaryo viloyati, janubiy-g'arbda Samarqand, Navoiy viloyatlari, janubiy-sharqda Tojikiston Respublikasi bilan chegaradosh. Maydoni 20,5 ming km², respublika maydonining 4,5 foiziga teng. Aholisi 1166.7 ming kishi (2011) dan ortiq aholi istiqomat qiladi, uning taxminan uchdan ikki qismi qishloq aholisi hisoblanadi. Jizzax viloyati hududida aholining o'rtacha zichligi 57 kishi.

Viloyat tarkibiga 12 tuman

kiradi: [Arnasoy](#), [Baxmal](#), [Do'stlik](#), [G'allaorol](#), [Jizzax](#), [Zarbdor](#), [Zafarobod](#), [Zomin](#), [Mirzacho'l](#), [Paxtakor](#), [Forish](#) va [Yangiobod](#).

Viloyatda 7 shahar mavjud, markazi Jizzax shahri.

Viloyatda 2 ta oliy o'quv yurti, 31 ta umumiy o'rta ta'lim maktablari bor.

8 shaharcha (Bo'ston, Zarbdor, Zafarobod, Zomin, O'smat, Uchquloq, Yangiqishloq, Qo'ytosh), 95 qishloq fuqarolari yig'ini bor (2001). Markazi — Jizzax sh. Tabiati. Relyefi tog'lik, qir va tekisliklardan iborat. Janubiy qismini Turkiston tizmasining tarmoqlari (Molguzar tizmasi), g'arbini Nurota tizmasining sharqiy qismi egallagan. Shim., shim.-g'arbi va sharqiy qismi (Mirzacho'l va Qizilqum cho'lining jan.-sharqi) tekislikdan iborat. Iqlimi keskin kontinental. Yanv.ning o'rtacha t-rasi —G dan —4° gacha, iyulniki 28°. Tog' oldilarida iqlim cho'l va dashtlarga nisbatan yumshoq. Yillik yog'in viloyat jan.da 400—500 mm, shim. da 250— 300 mm. Vegetatsiya davri 210—240 kun. Yillik quyoshli kunlar 2800—3000 soat. Eng yirik daryolari — Sangzor, Zominsuv. Tog'lardan oqib tushuvchi soy ko'p. Ekinlarni sug'orish uchun Tuyatortan kanali, 1- va 2-Jan. Mirzacho'l kanallari, Jizzax, Zomin, Qorovultepa suv omborlari qurilgan. 2001 y.da Arnasoy suv ombori qurila boshlandi. Arnasoy, Aydarko'l va Tuzkon ko'llaridan baliqchilikda foydalaniladi. Tog' yon bag'irlarida yovvoyi jiyda, archa, bodom, yong'oq, na'matak, zira, rovoch, zirk kabilar o'sadi. Yovvoyi hayvonlardan oq tirnoqli ayiq, chiyabo'ri, tulki, quyon, qobon, bo'rsiq, jayra uchraydi; burgut, lochin, qora turna, bulduruq, tuvaloq, tustovuq, qirg'ovul, yovvoyi o'rdak, kaklik kabi qushlarning 150 dan ortiq turi mavjud. Viloyatda Zomin milliy bog'i, Zomin va Nurota davlat quriqxonolari tashkil qilingan.

Tarkibida temir, oltingugurt, vodorod, radiy, kremniy kislotasi, karbon gazi, ishqori bo'lgan shifobaxsh mineral suvlar bor. G'allaorol, Forish, Mirzacho'l tumanlarida balneologik sanatoriylar faoliyat ko'rsatadi. Sulfatxlorid natriyli Chimqo'rg'on balchig'idan fizioterapiya va davolash profilaktika muassasalarida foydalaniladi.

Foydali qazilmalardan oltin, kumush, volfram, qo'rg'oshin, rux, temir, molibden, marmar, vollastonit, bazalt, granit, korund, ohak bor.

Aholisi 1 km² ga o'rtacha 57 kishi to'g'ri keladi (2001). Aholining ko'pchiligi o'zbeklar, shuningdek, qozoq, qirg'iz, tojik, rus, tatar, turk, ukrain, nemis, fors, arman va b. Jami 70 dan ortiq millat vakili yashaydi. Shaharliklar 30%, qishloq aholisi 70% ni tashkil etadi.

Xo'jaligi. J. v. respublika i. ch.da va madaniy taraqqiyotida salmoqli o'rin tutadi. Xususan, paxta, g'alla, sabzavot, meva, chorva mahsulotlari yetishtiriladi. Bog'dorchilikni rivojlantirishga e'tibor berilmoqda. Qurilish materiallari, xalq iste'mol mollari ishlab chiqaradigan korxonalar salmog'i oshdi. Viloyatda tadbirkorlikni rivojlantirish maqsadida 2,5 mlrd. so'mdan ziyod kredit mablag'lari ajratildi. Faoliyat ko'rsatayotgan 9400 ga yaqin xo'jalik sub'yektlarining qariyb 8300 tasi nodavlat xo'jaliklaridir.

Transporti. T. y. viloyatda asosiy transport turlaridan. Umumiy uz. 217 km (2001). Avtomobil yo'llari ham salmoqli o'rin tutadi. Havo yo'llari Jizzax sh.ni Toshkent va b. viloyat markazlari, shuningdek, Kavkaz, Qrim b-n bog'laydi. Jizzax sh. ko'chalarida trolleybus qatnovi yo'lga qo'yilgan.

Viloyatda 5 muzey (Jizzax viloyat o'lkashunoslik muzeyi, Sharof Rashidov muzeyi, Zomin tarixi muzeyi, Hamid Olimjon muzeyi, Mehnat Qahramoni X. Nosirov muzeyi),

289 jamoat kutubxonasi (8 mln. nusxadan ortiq asar), 126 klub, 12 tuman markaziy, 73 qishloq va shahar madaniyat uylari, 77 badiiy havaskorlik, 54 folklor-etnografik jamoalar, 12 maqomchilar guruhi, 60 xoreografik rake dastalari, vokal va estrada guruhlarini faoliyat ko'rsatadi.

Samarqand viloyati .

Samarqand viloyati 1938yil 15yanvarda tashkil topgan . Samarqand viloyati O'zbekiston Respublikasining markazida zarafshon vodiysida joylashgan .Samarqand viloyati shimoli-sharqda Jizzax viloyati , sharqda Tojikiston Respublikasi ,janubda Qashqadaryo viloyati ,garbda va shimoli-garbda Navoiy viloyati bilan chegaradosh hisoblanadi.

Tarkibidagi tumanlar :Bulungur, Ishtixon ,Jomboy, Kattaqorgon, Narpay, Nurobod ,Oqdaryo ,Poyariq ,Pasdargom, Paxtachi ,Samarqand ,Tayloq ,Urgut ,Qoshrobt .

Markazi:[Samarqand shahri.](#)

Aholisi:[3444.8 ming kishi .\(2014\)](#)

Hududi:[16.8ming km²](#)

Samarqand viloyati ,shuningdek ,talim sohasida ham yetakchi orinlardan birini egallaydi. Viloyat hududida 7ta oliy oquv yurtlari ,146ta kasb-hunar-koledjlari ,14ta akademik litseylar va 1200dan ortiq umumtalim maktablari mavjud.

LOYIHALASHTIRUVCHI ALOQA MAGISTRALIDA KANALLAR SONI HISOB

Har qanday viloyat markazi va shu viloyatda yashovchi aholi soni statistik ma'lumotlar yoki ohirgi marta aholini ro'yhatga olgan ma'lumotlar asosida olinadi. Loyihalashtirishning kelajagi uchun aholining o'sishi e'tiborga olinadi. Aholini sonining o'rtacha o'sish hisobiga bo'ladigan miqdori quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$H_t = H_0 (1 + P/100)^t, \text{ kishi}$$

bu yerda H_0 - aholining ro'yhatga olish paytidagi soni, ming kishi;

P - manzilgohda aholining o'rtacha yillik o'sishi, % (ro'yhatga olish ma'lumotlari asosida $P = 3\%$)

t - aholini ro'yhatga olish va loyihalashtirish vaqti orasidagi davr, yil.

$$t = t_v - t_{ro}, \text{ yil}$$

bu erda: t_{lv} - loyihalashtirish vaqti (misol uchun 2015 yil), yil; $t_{ro'}$ - ro'yhatga olish vaqti, yil.

Kelajakdagi loyihalash yili joriy yilga nisbatan 25 yil ilgariroq olinadi, ya'ni:

$$t_{kl} = 25 + (t_{lv} - t_{ro'}), \text{ yil}$$

t_{kl} - Kelajakdagi loyihalash vaqti

Shaharlararo telefon stansiyasi xizmati doirasidagi abonentlar soni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$m_{A'B} = 0.3 H_t, \text{ abonent}$$

aholining 0.3 qismi telefon xizmatidan foydalanuvchilari.

Bu formulalar asosida Jizzax viloyati uchun ko'rib chiqamiz:

$$H_0^{2011} = 1166.7 \text{ ming kishi};$$

$$P = 3\%; t_{lv} = 2015 \text{ yil}; t_{ro'} = 2011 \text{ yil};$$

$$t = t_{lv} - t_{ro'} = 2015 - 2011 = 4, \text{ yil}$$

$$H_t^{2015} = H_0(1 + P/100)^t = 1166.7(1 + 3/100)^4 = 1313.13 \text{ ming.kishi}$$

Kelajakdagi loyihalash vaqti: $t_{kl} = 15 + (t_{lv} - t_{ro'}) = 25 + (2015 - 2011) = 29 \text{ yil}$.

$$H_t^{2040} = H_0(1 + P/100)^t = 1166.7(1 + 3/100)^{29} = 2749.4 \text{ ming.kishi}$$

$$M_{jizzax} = 0.3 H_{2040} = 0.3 * 2749.7 = 824.91 \text{ ming kishi}$$

$$H_t^{2015.sam} = H_0(1 + P/100)^t = 3444.8(1 + 3/100)^1 = 3548.1 \text{ ming.kishi}$$

$$H_t^{2040} = H_0(1 + P/100)^t = 3444.8(1 + 3/100)^{26} = 7429.1 \text{ ming. kishi}$$

$$M_{sm} = 0.3 H_t^{2040} = 0.3 * 7429.1 = 2228.73 \text{ ming kishi}$$

Odatda manzilgohlar o'rtasidagi o'zaro aloqalar soni iqtisodiy, madaniy va boshqa o'zaro bog'lanishlar hisobiga bo'lib, statistik ma'lumotlar asosida olib boriladi, hamda aloqa manzilgohlarini ohirgi yildagi o'zaro aloqa ayirboshlash ma'lumotlari hisobiga olinadi. Bunday aloqa almashinuvi f_1 intilish koeffisienti orqali hisoblanadi. Bu qiymat keng oraliqda (0,1 dan 12 % gacha) bo'lgani uchun kurs loyiqa ishimizda $f_1 = 5\%$ **olinadi. Bunda intilish koeffisientini hisobga olgan holda umumiy shaharlararo aloqa** kanallarini hisoblab chiqishimiz zarur. Telefon kanallar sonini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$n_{TF} = \alpha_1 \times f_1 \times y \times \frac{m_a \times m_b}{m_a + m_b} + \beta_1; \text{ kanallar}$$

bu erda: α_1 va β_1 - o'zgaras koeffitsientlar bo'lib o'zaro to'liq bog'lanish paytida va yo'qotuvchanlik 6% bo'lganida:

$\alpha_1 = 0,3$ va $\beta_1 = 5,6$;

$f_1 = 0,05$ - intilish yoki bog'lanish koeffisienti;

$y = 0,05$ Erl - solishtirma yuklama, ya'ni bitta abonent tomonidan bo'ladigan yuklama;

m_a, m_b - "a" va "b" ohirlash manzilgohlaridagi AMTS hizmati doirasidagi abonentlar soni.

$$n_{TF} = \alpha_1 \times f_1 \times y \times \frac{m_a \times m_b}{m_a + m_b} + \beta_1$$

$$N(tf) = 1.3 * 0.05 * 0.05 * \frac{824.91 * 2228.71 * 1000}{824.91 + 2228.71} + 5.6 = 1963 \text{ kanallar}$$

Loyihalashtirilayotgan magistraldagi telefon kanallaridan tashqari boshqa turdagi aloqa vositalar yordamida ahborotlar uzatilishi va qabul qilinishi mumkin, bunday axborotlar: telegraf, faksimil, ma'lumotlarni uzatish, gazeta sahifalarini uzatish, elektron pochta, simli radioeshittirish, televidenie va h.z. Bunday ahborotlar uzatish kanallari odatda telefon kanallari orqali tashkil qilinib, aniqlanishi mumkin, misol uchun: $1TV_{kan} = 480$ raqamli Tf kanali, $1Tg_{kan} = 1/24Tf$ kan, bitta simli radioeshittirish uchta telefon kanaliga teng. U holda loyihalashtirilayotgan aloqa liniyasi bo'yicha tashkil etiladigan umumiy kanallar soni:

$2n_{tf}$ - ikki tomonlama tashkil etiladigan telefon kanallar soni, kanal;

$2n_{tg}$ - ikki tomonlama tashkil etiladigan telegraf kanallar soni, kanal;

$2n_{re}$ - ikki tomonlama tashkil etiladigan radio-eshittirish kanallari, kanal;

$2n_{mu}$ - ikki tomonlama tashkil etiladigan ma'lumotlar uzatish kanali, kanal;

$2n_{tv}$ - ikki tomonlama tashkil etiladigan televidenie kanallari soni, kanal.

$n_{um} = 2n_{tf} + 2n_{tg} + 2n_{re} + 2n_{mu} + 2n_{tv}$, umumiy kanallar soni;

$n_{tv} = 4 TV = 4 * 480 = 1920$ Tf kanal;

$n_{re} = 3 RE = 3 * 3 = 9$ Tf kanal;

$n_{mu} = 1600$ Tf kanal;

$n_{tg} = 1008 Tg = \frac{1008}{24} = 42$ Tf kanal;

$n_{um} = 2n_{tf} + 2 * n_{tg} + 2 * n_{re} + 2 * n_{mu} + 2 * n_{tv} = 2 * 1963 + 2 * 42 + 2 * 9 + 2 * 1600 + 2 * 1920 = 11068$ Tf kanal;

Xulosa: 2040 yilga borib Jizzax va Samarqand viloyatlari oralig'ida 11068 ta kanal hosil bo'ladi.

3. LOYIHALASHTIRILAYOTGAN MAGISTRAL TRASSASINI TANLASH VA ASOSLASH

Aloqa liniya trassasini tanlash asosan aloqa ohirlash manzilgohlarni joylanishiga bog'liqdir. Aloqa liniya trassasini tanlash asosan aloqa oxirlash manzilgohlarni joylanishiga bog'liqdir. Trassani tanlashda quyidagilarni hisobga olish zarur. Trassaning uzunligi qisqa bo'lishi kerak, halaqit beruvchi sabablari kam bo'lib, qurilishni murakkablashtirmasligi va narhlarni oshib ketmasligi, texnik ekspluatasiya xizmatlarini olib borishni engillashtirish, kuchli toklardan va atmosferadan hosil bo'luvchi toklardan muhofaza etish uchun kam bo'lishi kerak. Trassani tanlashda ayrim masalalarni hisobga olish zarur. Quyida aloqa trassasidagi kabellarni boshqa inshootlar bilan minimal yaqinlashish masofasi keltirilgan:

Ishlab chiqarish jarayoni bo'yicha:

- a) avtomobil va temir yo'llar hamda daryolardan - 100 m;
- b) avtomobil va temir yo'llar chetidan - 5 m;
- c) shahar tashqarisidagi neft quvuridan - 10 m;
- d) shahardagi gaz quvurlari va issiqlik quvurlaridan - 1 m;
- e) shahardagi uylarni qizil chizig'idan - 1,5 m;

Magistral trassasini tanlash va asoslash.



4.1-rasm. Jizzax – Samarqand avtomobil yo'li.

Вариант тартиб рақами	Алоқа линия трассаси ўтадиган аҳоли яшайдиган манзилгоҳлар	Трасса узуниги, км.	Умумий узунликлар, Км			
			Дарёлар	Темир йўллар	Автомобил йўллар	
1	Jizzax-samarqand	86	2	-	4	



4.2-rasm. Jizzax – Samarqand temir yo`li.

Variant tartib raqami	Aloqa liniya trassasi o'tadigan aholi yashaydigan manzilgohlar	Trassa uzunligi, km.	Kesishuvlar soni		
			Daryolar	Temir yo'llar	Avtomobil yo'llar
1	Jizzah – Samarqand	86	2	-	4
Jami	Jizzax-samarqand	86	2		4

Xulosa. jadvali ko`rinib turibdiki eng optimal variant Jizzax – Samarqand avtomobil yo`li, chunki aholi yashaydigan manzilgohlar ko`p (bu ijobiy sabab), salbiy sabablar miqdori esa kam. Shularni hisobga olib men bu trassa tanlovida Jizzax – Samarqand avtomobil yo`li shaharlari orqali o'tadigan trassani tanladim.

4. SINXRON TRANSPORT MODUL SATHI VA OPTIK KABEL RUSMINI TANLASH

Sinxron transport modul. Tolali optik liniya magistralini loyihalashtirishda raqamli aloqa uzatish vositalarini qo'llash zarur. Bugungi kunda bunday aloqa uzatish vositalari vazifasini sinxron raqamli ierarxiya (SDH - Synchronous Digital Hierarchy) turkumiga mansub bo'lgan aloqa uzatish vositalari bajaradi. Raqamli aloqa uzatish vositalari raqamli ma'lumotlarni siklik, blok-sikl strukturasi asosida amalga oshiriladi. Bunda qaytarilish davri 125 mksga teng bo'ladi va ular transport modullari yordamida amalga oshiriladi. Transport modullari o'zlarining sathilari yoki ma'lumotlarni uzatish tezliklari va tarmoqda hosil qilinadigan uzatiladigan kanallar soni bilan farqlanadi. SDH transport moduli beshta sathga bo'linadi. Quyidagi jadvalda SDH transport modulini sathlari keltirilgan.

5.1-jadval

SDH transport modulining sathi	Transport moduli	Uzatish tezligi, Mbit/s	Telefon kanallari soni
SDH ning birinchi sathi	STM – 1	155,52	1890
SDH ning ikkinchi sathi	STM – 4	622,08	7560
SDH ning uchinchi sathi	STM – 16	2488,32	30240
SDH ning to'rtinchi sathi	STM – 64	9953,28	120960
SDH ning beshinchi sathi	STM – 256	39813,12	483840

Bizga ma'lumki, telekommunikasiya tarmoqlari global, magistral (milliy), mintaqaviy va mahalliy tarmoqlarga bo'linadi. Quyidagi jadvalda turli xil transport modulining sathlarini turli aloqa tarmoqlarida qo'llanishi ko'rsatilgan.

5.2-jadval

Tarmoqlar	Transport modullari
Global	STM – 256

Milliy	STM - 64, STM – 16
Mintaqaviy	STM - 4, STM – 16
Mahalliy	STM - 1, STM - 4, STM – 16
Lokal	STM - 1, STM – 4

Hisoblab chiqilgan trassa magistralidagi kanallar soni yoki raqamli oqimlar soni asosida loyihalashtirilayotgan aloqa trassa uchun transport modulini tanlaymiz. Agar hisoblab chiqilgan kanallar uchun bir dona transport moduli etmaydigan bo'lsa, u holda shu manzilgohlari uchun aloqani tashkil etish uchun transport modullar soni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

N_{tola} – loyihalashtirilayotgan aloqa trassada qo'llanadigan kabeldagi optik tolalar soni;

n_{um} - loyihalashtirilayotgan trassa uchun hisoblab chiqilgan umumiy kanallar soni;

$n_{\text{tr.mod}}$ - bitta transport moduli hosil qilinadigan kanallar soni;

$n_{\text{um}} = 11068$ telefon kanallari soni;

$n_{\text{tr.mod}} = 30240$ telefon kanallari soni;

$$N_{\text{tr.mod}} = \frac{n_{\text{um}}}{n_{\text{tr.mod}}} = \frac{11068}{30240} = 0.37 = 1 \text{ dona}$$

Transport moduli yordamida ko'p kanalli aloqani tashkil qilish uchun kanallar jamlanib, ma'lumotlarni uzatish va qabul qilish uchun ikkita optik tola zarur bo'ladi (ikkita tolali optik aloqa tashkil etish sistemasi). U holda loyihalashtirilayotgan trassasi uchun optik kabelda bo'ladigan optik tolalar soni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

N_{tola} - loyihalashtirilayotgan aloqa trassada qo'llanadigan kabeldagi optik tolalar soni;

$N_{\text{TR.MOD}}$ - loyihalashtirilayotgan aloqa trassasida qo'llanuvchi transport modullar soni;

2 zahira - ikki dona zahiradagi tola.

$$N_{\text{tola}} = N_{\text{tr.mod}} \times (2 + 2_{\text{zahira}}) = 1 \times (2 + 2) = 4 \text{ tola}$$

Xulosa: Men ko'rib chiqayotgan loyihalashtirish ishlarda umumiy kanallar soni 11068 telefon kanal bo'lganligi uchun SDH ning UCHINCHI satxi, STM -16 transport moduli tanladim. Chunki STM -16 transport modulida 30240 ta telefon kanal bor.

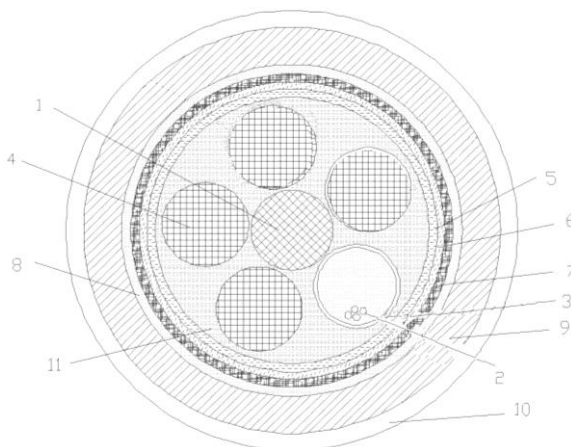
Trassada qo'llanuvchi kabelning rusmini tanlash.

"CORNING CABLE SYSTEMS" (AQSH - Germaniya) firmasi optik kabellarining hisobi.

Optik kabelning konstruktiv tuzilishi bo'yicha o'zagi ikki hil tuzilishga ega - o'zagi profillangan qatlamli va modulli bo'ladi. Tolali optik kabellarda qo'llanuvchi modul plastmassa yoki termoplastik naychadan iborat bo'lib, u tolalarni tashqi mehanik va namgarchilikdan muhofazalaydi. Odatda modullar ichida 1 tadan 12 tagacha tola joylanishi mumkin.

Germaniya kabel ishlab chiqarish sanoatida qo'llanuvchi kabellar rusmlarining standartlari Germaniya Elektrmuhandislar Assosiaciyasi VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker-Association of German Electrical Engineers) tomonidan ishlab chiqarilgan. Shaharlararo optik tolali liniyalarida qo'llanuvchi kabellarni to'g'ridan-to'g'ri erga va telefon kanalizasiyasiga yotqizish mumkin. Bunday kabellar quyidagi belgilanishga ega: A-DF(ZN) 2 Y (SR) 2Y.

Kabelning o'zagida joylashgan 1 qattiqlovchi element stekloplastikdan iborat bo'lib, uning atrofida E 9/125 turidagi 2 bir modali tolalar termochidamli ftoroplastli 3 naychada joylashgan. Bunday optik tolalar joylashgan naycha modul deb ataladi. Markaziy qattiqlovchi element atrofida uchta moduldan tashqari ikkita polietilen to'ldirgichli kordel 4 o'ramlari o'ralgan. Modul va kordel o'ramlari kabelning o'zagini tashkil etadi. Bu o'zak ustiga ikki qavat nam o'tkazmaydigan qattiq qog'oz 5 va uning ustidan shoyi ip to'qimalari 6 o'ralgan. Kabelning ichki qobig'i 7 polietilendan iborat.



6.1-rasm. A-DF(ZN) 2Y (SR) 2Y 1x4 E 9/125 0.36 F 3.5 +0.22 H 18LG rusmdagi optik kabel

Optik kabellarni mehanik ta'sirlardan muhofazalash uchun ichki polietilendan iborat bo'lgan qobiq ustidan yostiq vazifasini bajaruvchi 8 kabel qog'ozi va uning ustidan po'latdan qilingan to'lqinsimon qobiq 9 qoplanadi. Po'lat qobiq polietilenli shlang tashqi qobiq 10 bilan qoplangan. Kabelning o'zagi gidrofob to'ldirgich 11 bilan germetizasiya qilingan.

A-DF(ZN) 2 Y (SR) 2Y 3x6 E 9/125 0.36 F 3.5 +0.22 H 18LG
rusmidagi optik kabel belgilanishidagi harfli va sonli belgilar quydagilarni bildiradi: A - liniya kabeli; D - ko'p tolali modul, to'ldirgichli; F - kabelning o'zagi gidrofob to'ldirgich bilan to'ldirilgan; (ZN) 2 Y - tashqi qobig'i polietilenli; (SR) - to'lqinsimon po'lat qobiq; 2Y - ichki qobig'i polietilenli; 1 - modullar soni; 4 - moduldagi tolalar soni; E - shisha/shishadan iborat bo'lgan bir modali tola; 9 - o'zak diametri, mkm; 125 - tola qobiq diametri, mkm; 0,36 - so'nish koeffisienti, dB/km; F -to'lqin uzunligi, 1.3 mkm; 3,5 - impulsning kengayishi (dispersiya hisobiga), ps/(nm h km); 0,22 - so'nish koeffisienti, dB/km; H -to'lqin uzunligi, 1.55 mkm; 18 – impulsining kengayishi (dispersiya hisobiga ps/nm h km); LG - kabel o'zagi qatlamli o'ramdan iborat.

Mahalliy tarmoqlarda ba'zi bir holarda aloqa kabellari metropoliten kollektorlarida yotqizilishi mumkin. Bunday joylarda yotqizilgan aloqa kabellari odatda polivinilxlorid qobiqda bo'lib, ular yong'inga chidamli bo'lishlari kerak. Bu joylarda yotqiziladigan kabellarning konstruktiv o'zgarishni e'tiborga olingan holda A-DF(ZN) Y (SR) 2Y 1x4 E 9/125 0.36 F 3.5 +0.22 H 18LG rusmdagi optik kabel ishlatiladi.

Stansiya kabellari

Stansiya kabellarini ekspluatasiya sharoitiga qarab quyidagi qator alohida talablar qo'yiladi, ular:

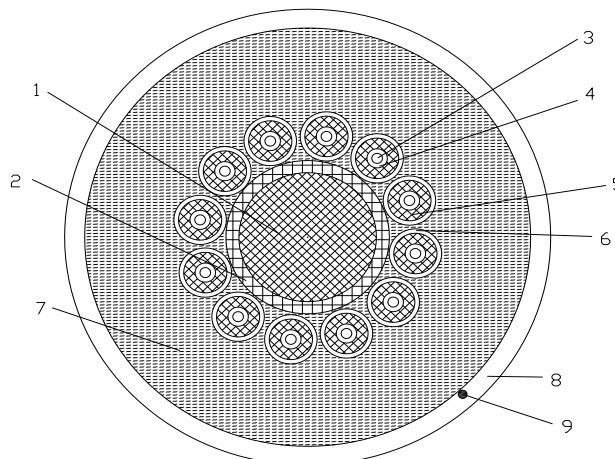
- kabellar yong'inbardosh bo'lib, yonmaydigan bo'lishi kerak;

· yong'in bo'lgan paytda kislotali gazlarni chiqarmasligi ya'ni galogensiz bo'lishi kerak;

· yonqin ta'siri paytida past tutun chiqaruvchi bo'lishi kerak.

ko'p tolali stansiyaviy kabellar sifatida odatda, J-V V... TB 2 FR OR va J-VH ... TB 2 FR OR turli kabellar ishlatiladi.

Bu kabellar polivinilxloridli va galogensiz qobiqidan tashkil topgan. J - VY 12 E 9/125 0.5 F 3.5 + 0,3 H 18 TB 2 FR OR rusmli optik tolali aloqa kabelining ko'ndalang kesim yuzasi keltirilgan.



6.2-rasm. J - VY 12 E 9/125 0.5 F 3.5 + 0,3 H 18 TB 2 FR OR rusmli optik tolali aloqa kabeli

Shishaplastikli markaziy qattiqlovchi element 1 ustiga polivinilxloridli qatlam 2 qoplangan. O'zak 3, qobiq 4, saqllovchi qoplama 5 va modul naychasi 6 dan tashkil topgan 12 ta bir modali zich joylashtirilgan modullar markaziy qattiqlovchi element atrofida buralgan. Modullar bo'yicha tashqi cho'zilish ta'sir kuchlarini bir tekisda taqsimlash uchun oramidli eshilgan iplar 7 qatlami (o'ramasi) mavjud. Kabel polivinilxloridli qobiq 8 va yorish uchun mahsus shnur 9 dan tashkil topgan. J - VY 12 E 9/125 0.5 F 3.5 + 0,3 H 18 TB 2 FR OR rusmidagi stansiya kabelida harflar va sonli belgilanishlar quyidagilarni anglatadi:

J - stansiya kabeli; V - zich o'rnatilgan modul; Y - polivinilxloridli qobiq; 12 - modullardagi tolalar soni; E - bir modali tola; 9 - moda maydonini (o'zak) diametri, mkm; 125 - tola qobiq diametri, mkm; 0,5 - so'nish koeffitsienti, dB/km; F - to'lqin uzunligi 1.3 mkm; 3.5 - impulsning kengayishi (dispersiya hisobiga), ps/(nm h km); 0.22 - so'nish koeffitsienti, dB/km; H - to'lqin uzunligi 1.5 mkm; 18 - impulsining kengayishi (dispersiya hisobiga), ps/(nm h km); TB 2 - zich o'rnatilgan modul (ikkinchi modifikatsiyasi); FR - yong'in tarqatmaydigan qobiq; OR - kabeldagi tolalarni ajratish uchun mahsus shnur bilan jihozlangan qobiq.

Bu rusmdagi stansiya kabelining qurilish uzunligi 2000 m, uning ishlatilish temperaturasi -20°C dan $+60^{\circ}\text{C}$ da.

Xulosa: A-DF(ZN) 2Y (SR) 2Y 1x4 E 9/125 0.36 F 3.5+0.22 H 18LG rusumidagi kabelni tanlashimdan maqsad, bu kabel shaharlararo optik tolali liniyalarida qo'llanuvchi kabellarni to'g'ridan-to'g'ri yerga va telefon kanalizatsiyasiga yotqizish mumkin. Men bu kabelni buyurtma asosida 1 modulda 4 ta optik tola asosida tayyorlatdim. Bu kabel bizning sharoitlarga mos keladi.

5. TRASSADA QO'LLANUVCHI KABELNING KONSTRUKTIV HISOBI

Kabelning o'zak diametri topilishi quyida berilgan.
Liniyaviy kabellar uchun:

$$d_{\text{yзак}} = d_{\text{МКЭ}} + 2 \cdot d_{\text{МОД}} \quad \text{мм}$$

Bu yerda $d_{\text{МКЭ}}$ – markaziy kuchlanganlik elementi, $d_{\text{МКЭ}} = 2 \quad \text{мм}$; $d_{\text{МОД}}$ – kabeldagi moda diametri, $d_{\text{МОД}} = 2 \quad \text{мм}$;

$$d_{\text{yзак}} = d_{\text{МКЭ}} + 2 \cdot d_{\text{МОД}} = 2 + 2 \cdot 2 = 6 \quad \text{мм}$$

Modalar orasidagi boshliqni gidrofob massa bilan to'ldiriladi.

Kabel o'zagi belbog'li izolyasiya bilan tamom bo'ladi. Belbog'li izolyasiya bo'yicha diametr quyidagicha aniqlanadi:

$$d_{\text{бн}} = d_{\text{yзак}} + 2 \cdot t_{\text{бн}} \quad \text{мм}$$

Bu yerda $d_{\text{yзак}}$ – o'zak diametri; $t_{\text{бн}}$ – belbog'li izolyasiya qalinligi, $t_{\text{бн}} = 0.48 \quad \text{мм}$;

$$d_{\text{бн}} = d_{\text{yзак}} + 2 \cdot t_{\text{бн}} = 6 + 2 \cdot 0,48 = 6,96 \quad \text{мм}$$

Belboqli izolyasiya ustidan polietilen ichki qobiq joylashtiriladi. Bu kabel o'zagini namlikdan saqlaydi. Ichki qobiq bo'yicha diametr:

$$d_{\text{иК}} = d_{\text{бн}} + 2 \cdot t_{\text{иК}} \quad \text{мм}$$

bu erda $d_{\text{бн}}$ – belbog'li izolyasiya bo'yicha diametr; $t_{\text{иК}}$ – ichki qobiq qalinligi, $t_{\text{иК}} = 1,4 \quad \text{мм}$;

$$d_{\text{иК}} = d_{\text{бн}} + 2 \cdot t_{\text{иК}} = 6,96 + 2 \cdot 1,4 = 9,76 \quad \text{мм}$$

Ichki qobiq ustiga gofrlangan metal joylashtiriladi. Bu mehanik ta'sirlardan saqlaydigan zirh qoplamga uning tagidan yostiqcha joylashtiriladi. Yostiqcha bo'yicha diametr:

$$d_{\text{ѐс}} = d_{\text{иК}} + 2 \cdot t_{\text{ѐс}} \quad \text{мм}$$

bu erda $d_{\text{иК}}$ - ichki qobiq bo'yicha diametr; $t_{\text{ѐс}}$ – yostiqcha qalinligi, $t_{\text{ѐс}} = 0,5 \quad \text{мм}$;

$$d_{\text{ѐс}} = d_{\text{иК}} + 2 \cdot t_{\text{ѐс}} = 9,76 + 2 \cdot 0,5 = 10,76 \quad \text{мм}$$

Metal qobiq bo'yicha diametr:

$$d_{\text{зирх}} = d_{\text{ѐс}} + 2 \cdot d_{\text{сум}} \quad \text{мм}$$

bu erda $d_{\text{ѐс}}$ - yostiq bo'yicha diametr; $d_{\text{сум}}$ – metal simli zirh diametri, $d_{\text{сум}} = 0,6 \quad \text{мм}$;

$$d_{\text{зирх}} = d_{\text{эс}} + 2 \cdot d_{\text{сум}} = 10,76 + 2 \cdot 0,6 = 11,96 \text{ мм}$$

Metal qobiq ustidan namdan saqllovchi qobiq ham o'raladi. Bu qobiqning diametri quydagicha:

$$d_{\text{н,с,к}} = d_{\text{зирх}} + 2 \cdot t_{\text{н,с,к}} \text{ мм}$$

bu erda $d_{\text{зирх}}$ - zirh bo'yicha diametr; $t_{\text{комп}}$ – kompaun kalinligi, $t_{\text{комп}} = 1,5 \text{ мм}$;

$$d_{\text{комп}} = d_{\text{н,с,к}} + 2 \cdot t_{\text{н,с,к}} = 11,96 + 2 \cdot 1,5 = 14,96 \text{ мм}$$

Kabelning tashqi qobiq diametri:

$$d_{\text{мк}} = d_{\text{комп}} + 2 \cdot t_{\text{мк}} \text{ мм}$$

bu erda $d_{\text{комп}}$ - kompaun bo'yicha diametr; $t_{\text{тк}}$ – tashqi qobiq qalinligi, $t_{\text{мк}} = 1,5 \text{ мм}$;

$$d_{\text{мк}} = d_{\text{комп}} + 2 \cdot t_{\text{мк}} = 14,96 + 2 \cdot 1,5 = 17,96 \text{ мм}$$

7. OPTIK TOLALAR PARAMETRI HISOBI

7.1.Kritik burchak.

Optik tola ichida kirib borayotgan to'liq energiya tolaning o'zak-qobiq bo'linishi chegarasidan ma'lum bir burchakda sinib qaytadi va bu burchak to'liq ichki qaytish burchagi yoki ikki muhit orasidagi kritik (chegaraviy) burchak deb ataladi. Kritik burchagi uchun quyidagi nisbiylik mavjud:

$$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.483}{1.5} = 0.9886$$

Demak kritik burchak optik tolaning o'zak - n_1 va qobiq - n_2 materiallarning sinish ko'rsatgichlariga bog'liq. Mening bu kurs ishimda optik tolaning o'zagining sinish ko'rsatgichi $n_1=1.5$, qobiq materiallarning sinish ko'rsatgichi $n_2=1.483$ ga teng.

7.2.Nur o'tkazgichning apelturasi

To'liq ichki qaytish rejimi optik tolaning kiritiluvchi yuzasiga yorug'lik nurini uzatish shartini ko'rsatib beradi, shuning uchun optik tolaning asosiy tavsilot ko'rsatgichi optik nurlantirgich manbaini nur o'tkazgich tolaning kirish yuzasiga kirish effektivligi bo'lmish sonli apertura bo'lib hisoblanadi va u optik tolaning optik o'qi hamda tolaning kirish yuzasiga tushuvchi yorug'lik konusi orasidagi burchak bo'lib unda to'liq ichki qaytish sharti bajarilgan burchak - apertura burchagi deb ataladi. Nur o'tkazgichning kirish yuzasidagi maksimal hosil qilinadigan nur o'tkazgich tolaning kiritiluvchi burchak aperturasi deb ataladi hamda u tolaning o'zak - n_1 va qobiq - n_2 sinish ko'rsatgichining nisbatiga bog'liq;

$$\sin \theta = \sqrt{n_1 - n_2} = \sqrt{1.5 - 1.483} = 0.13$$

Kiritiluvchi burchak aperturasining sinusi tolaning sonli apertura qiymati $-N_A$ deb ataladi. Pog'onasimon sinish ko'rsatkich profiliga ega bo'lgan optik tolalar uchun

$$NA = \sin \theta_{\max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{1,5^2 - 1,484^2} = 0.219$$

7.3. Sinish ko'rsatkichining nisbiy farqi

Bizga yorug'lik nur teoriyasidan ma'lumki nur o'tkazgichning apertura konusiga tushgan hamma nurlar nur o'tkazgich bo'ylab harakatlanadi. To'lqin teoriyasidan ma'lumki nur o'tkazgich bo'ylab faqatgina diskret burchakga ega bo'lgan ma'lum bir chegaralangan to'lqinlar harakatlanadi. Optik tola bo'ylab ruhsat etiladigan yorug'lik to'lqinlari modalar (shahsiy to'lqinlar) deb ataladi. Odatda modalar sinish ko'rsatkichlariga bog'liq bo'lib, u normallashtirilgan (nisbiy) sinish ko'rsatkichlarini farqi Δ orqali aniqlanadi:

$$\Delta = \frac{NA^2}{2n_1} = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1} = \frac{1,5^2 - 1,484^2}{2 * 1,5} = 0.0159$$

7.4. Normallashtirilgan chastota

Juda ham yuqori chastotalarda ($\omega \rightarrow \infty$), tolaning o'zak diametri to'lqin uzunlikga yaqin bo'lsa ($d > \lambda$) u holda o'zakning materialidagi yassi to'lqin nurlari tola o'zagi bo'ylab harakatlanadi. Past chastotalarda esa ($\omega \rightarrow 0$) tola o'zak diametri to'lqin uzunlikga nisbatan kichik bo'lsa ($d < \lambda$) u holda yo'naltirilmagan ko'plab modalar hosil bo'ladi. Shuning uchun nur o'tkazgichning xususiyatini baholash uchun tuzilma (strukturaviy) parametr yoki normallashtirilgan chastota V e'tiborga olinadi:

$$V = \frac{\omega}{\omega_0}$$

bu erda:

$$\omega_0 = \frac{c}{a \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$$

Odatda normallashtirilgan chastota nur o'tkazgichning o'zak radiusini $-a$, sonli aperturaga $-NA$ va to'lqin uzunlik $-\lambda$ qiymatiga boqliq. Normallashtirilgan chastota o'lchov birligiga ega emas. Pog'onasimon nur o'tkazgich uchun normallashtirilgan chastota quyidagicha aniqlanadi: $a=5 \text{ mkm}$; $\lambda_1=1.3 \text{ mkm}$; $\lambda_2=1.55 \text{ mkm}$;

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{\omega \cdot a}{c} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2\pi ac}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2\pi a}{\lambda} NA = \\ &= \frac{2 * 3,14 * 5 \text{ mkm}}{1.3 \text{ mkm}} * 0.219 = 5.29 \end{aligned}$$

7.5. Optik tolalardagi modalar soni

Pog'onasimon profilni sinish ko'rsatkichga ega bo'lgan nur o'tkazgich tola bo'ylab tarqaluvchi umumiy modalar soni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N_{\text{mod}_1} \cong \frac{V_1^2}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi a}{\lambda_1} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \right)^2 = \frac{5,29^2}{2} = 13,99$$

$$N_{\text{mod}_2} \cong \frac{V_2^2}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi a}{\lambda_2} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \right)^2 = \frac{4,437^2}{2} = 9,84$$

7.6. Moda maydon diametri

Bir modali optik tolalar uchun asosiy parametrlardan biri moda maydon diametri hisoblanadi. Ko'p modali optik tolalarda tolaning o'zak diametri $-2a$ qiymati orqali tavsiyalanadi, bir modali tolalarda esa moda maydon diametri $-2W_0$ orqali tavsiflansa. W_0 - bir modali tolaning radiusi bo'lib, unda maydonning radial amplitudasi nur o'tkazgich tola o'qidagi ($r=0$) maksimal qiymatga nisbatan $1/e$ marta ($\approx 37\%$ chunki $e=2.718$), katta

Moda maydoni to'lqin uzunlikga bog'liq bo'lib maydoni to'lqin uzunlik oshib borgan sari moda maydon diametri ham oshib boradi. Moda maydonning radiusi $-W_0$ tola o'zak radiusiga $-\alpha$ nisbatan normallashtirilgan chastota funktsiyasi orqali aniqlanadi:

$$W_{01} = a \left(0,65 + 1,62 \cdot V_1^{\frac{3}{2}} \right) = 5 \text{ mkm} \left(0,65 + 1,62 \cdot 5,29^{\frac{3}{2}} \right) = 101,8 \text{ mkm} ;$$

$$W_{02} = a \left(0,65 + 1,62 \cdot V_2^{\frac{3}{2}} \right) = 5 \text{ mkm} \left(0,65 + 1,62 \cdot 4,437^{\frac{3}{2}} \right) = 78,95 \text{ mkm}$$

Normallashtirilgan chastota diapazoni $1,6 < V < 2,6$ uchun bu qiymat quyidagicha aniqlanadi. Normalashtirilgan chastota $V_0=2,409$;

$$W_0 \approx \frac{2,6 \lambda}{V_0 \cdot \lambda} \cdot 2a \approx \frac{2,6}{V_0} \cdot a = \frac{2,6}{2,409} \cdot 10 \text{ mkm} = 10,8 \text{ mkm}$$

7.7. Kritik to'lqin uzunlik

Normalashtirilgan chastota $V_0=2,409$ uchun hisoblanadigan to'lqin uzunlik kritik to'lqin uzunlik $-\lambda_0$ deb ataladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_0 = \frac{2\pi a}{V_0} NA = \frac{2\pi a}{V_0} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 5}{2,409} \sqrt{1,5^2 - 1,484^2} = 2,848$$

nm

Nur o'tkazuvchi tolaning o'zak qatlami qanchalik qalin bo'lsa hamda n_1 va n_2 qanchalik bir-biridan farq qilsa, u holda λ_0 - kritik to'lqin uzunlik shunchalik katta bo'ladi.

To'lqin uzunlik $\lambda < \lambda_0$ holat bo'ladigan bo'lsa, u holda optik tola ko'p modali bo'lib hisoblanadi, agar $\lambda > \lambda_0$ holat bo'ladigan bo'lsa u holda nur o'tkazgich tola bo'ylab faqatgina bir dona NE_{11} turidagi moda harakatlanadi.

7.8. Kritik chastota

Nur o'tkazgich tolalar juda ham yuqori chastotalarda butun uzatilayotgan energiya nur o'tkazgich tola o'zagi ichida yiqiladi va harakatlanadi, chastota kamayishi bilan esa butun maydon qaytadan taqsimlanadi va uzatilayotgan butun energiya o'rab turuvchi

muhitga o'tib ketadi. Ma'lumotlar f_0 - kritik chastotada yoki kesuvchi chastotada butun maydon nur o'tkazgich bo'ylab harakatlanmaydi va butun energiya o'rab turuvchi muhitga yoyilib ketadi, u holda nur o'tkazgichning f_0 - kritik chastotasi quyidagicha aniqlanadi:

$$f_0 = \frac{V_0 \cdot c_0}{2 \pi a \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2}} = \frac{2.409 \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 3.14 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{1.5^2 - 1.484^2}} = 1.05 \cdot 10^{14} \text{ Gs}$$

Xulosa qilish mumkinki, nur o'tkazgich tolaning diametri oshib borgan sari f_0 - kritik chastota qiymati shunchalik kamayib boradi.

7.9. Fazalar koeffisienti va to'lqin uzunlik

Real sharoitlarda nur o'tkazgich tolaning to'lqin qarshiligi oraliq qiymatga ega

$$\frac{Z_0}{n_1} < Z < \frac{Z_0}{n_2}$$

Uning sonli qiymati 250 ... 260 Om atrofida bo'ladi. Odatda amaliyot sharoitlarda nur o'tkazgich tolaning o'zak (Z_0/n_1) va qobiq (Z_0/n_2) to'lqin uzunliklarning chegaraviy qiymatlari yassi to'lqin uchun e'tiborga olinadi, bu erda Z_0 - ideal muhitdagi to'lqin uzunlik va u quyidagi qiymatga teng:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon}} = 376.7 \text{ Om}$$

$$\frac{376.7}{1.5} < Z < \frac{376.7}{1.483}; \quad 251.133 < Z < 254.012;$$

Nur o'tkazgich tolaning o'zak va qobig'idagi fazalar tezligi hamda to'lqin tarqalish

tezligi oralig'ida quyidagi nisbatlik mavjud: $\frac{c_0}{n_1} \leq v \leq \frac{c_0}{n_2};$

Bu erda $C_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ km/s}$ - bo'shliqdagi (vakumdagi yorug'lik tezligi)

$$\frac{(3 \cdot 10^8)}{1.5} \leq v \leq \frac{3 \cdot 10^8}{1.483}; \quad 2 \cdot 10^8 \leq v \leq 2.0229 \cdot 10^8$$

8. REGENERASIYA UCHASTKA UZUNLIK HISOBI

Tolali optik aloqa liniyasining asosiy tavsiflari quyidagilar:

- uztiluvchi ma'lumotlarning sifati;
- hatolarning tavsiflovchi ehtimolligi (koeffisienti);
- Regenerasiya uchastka uzunligi;
- Ma'lumotlarni uzatish tezligi.

Bular ichida eng asosiysi optik liniya traktining regenerasiya uchastka uzunligining katta bo'lishligidir.

Tolali optik aloqa liniyasining regenerasiya uchastka uzunligi ko'pgina faktorlarga bog'liq bo'lib, ular ichida eng asosiysi quyidagilar hisoblanadi:

- optik tolaning so'nish koefitsienti;
- tolali optik uzatish tizimining energetik potentsiali;
- optik tolaning dispersiyasi.

Yorug'lik nurining so'nishi so'nish koefitsienti orqali aniqlanadi:

$$\alpha_{ot} = \alpha_{yot} + \alpha_{soch} + \alpha_k, \frac{dB}{km};$$

bu erda: α_{yot} - nur o'tkazuvchi tolada yorug'lik energiyasining yutilishi hisobiga hosil bo'luvchi yo'qotuvchanlik; α_{soch} - nur o'tkazuvchi tolada yorug'lik energiyasining sochilib ketishi hisobiga hosil bo'luvchi yo'qotuvchanlik; α_k - qo'shimcha yoki kabeldagi yo'qotuvchanlik, u asosan kabel tayyorlashda va kabelni yotqizishda hosil bo'ladigan yo'qotuvchanlik.

Nur o'tkazuvchi tolaning yutilish hisobiga hosil bo'luvchi yo'qotuvchanlik dielektrik polyarizasiya hisobiga hosil bo'luvchi yo'qotuvchanlik bo'lib, u optik tolaning material xususiyatiga (n va $tg\delta$) bog'liq bo'lib quyidagicha aniqlanadi:

n_1 - optik tola o'zagining sinish ko'rsatkichi; $tg\delta$ - optik tola o'zak materialidagi dielektrik yo'qotuvchanligining tangens burchagi.

$$\alpha_{\text{bò } 1} = 8.69 \frac{\pi \cdot n_1}{\lambda_1} tg \delta \cdot 10^3 = 8.69 \cdot \frac{3.14 \cdot 1.5 \cdot 1.4 \cdot 10^{-9}}{1.31 \cdot 10^{-6}} = 0.044, \frac{dB}{km};$$

$$\alpha_{\text{bò } 2} = 8.69 \frac{\pi \cdot n_1}{\lambda_2} tg \delta \cdot 10^3 = 8.69 \cdot \frac{3.14 \cdot 1.5 \cdot 1.4 \cdot 10^{-9}}{1.55 \cdot 10^{-6}} = 0.037 \frac{dB}{km}; tg\delta\text{-optik}$$

tola o'zak materialidagi dielektrik yo'qotuvchanligining tangens burchagi. Optik tolaning sochilish hisobiga hosil bo'luvchi relyef yo'qotuvchanligi quyidagicha aniqlanadi: $n_1 = 1.5$ - optik tola o'zak materialning sinish ko'rsatkichi; $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/k - Bolsmon doimiyligi; $T = 1500$ °K - tola tortib olinishidagi shishaning qotish harorati; $\beta = 8.1 \cdot 10^{-11}$ m/N- kavrs uchun siqilish koefitsienti.

$$\alpha_{\text{soch } 1} = 4.34 \frac{8\pi^3(n_1^2 - 1)}{3\lambda_1^4} \cdot k \cdot \beta \cdot T \cdot 10^3 = 4.34 \cdot \frac{8 \cdot 3.14^3(1.5^2 - 1)}{3 \cdot (1.3 \cdot 10^{-6})^4} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 8.1 \cdot 10^{-11} \cdot 1500 \cdot 10^3 = 0.26 \frac{dB}{km};$$

$$\alpha_{\text{soch } 2} = 4.34 \frac{8\pi^3(n_1^2 - 1)}{3\lambda_2^4} \cdot k \cdot \beta \cdot T \cdot 10^3 = 4.34 \cdot \frac{8 \cdot 3.14^3(1.5^2 - 1)}{3 \cdot (1.55 \cdot 10^{-6})^4} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 8.1 \cdot 10^{-11} \cdot 1500 \cdot 10^3 = 0.136 \frac{dB}{km};$$

Optik kabelning so'nish koefitsienti - α_k kabel tayyorlash jarayonida o'ramlar, egilishlar, to'g'ri chiziqli joylanish holatida siljishi va optik tolalar ustiga qobiq hamda muhofazalovchi qoplam va optik kabel o'zagi ustiga va qobig'ini qoplash kabi jarayonlarda, kabellarni bir joydan ikkinchi joyga eltishda (transportirovkada) va optik kabellarni yotqizish jarayonidagi mexanik kuchlanganlik hisobiga hosil bo'ladi. Bunday qo'shimcha yo'qotuvchanlik asosan yorug'lik energiyasini bir jinsli bo'lmagan joylarda

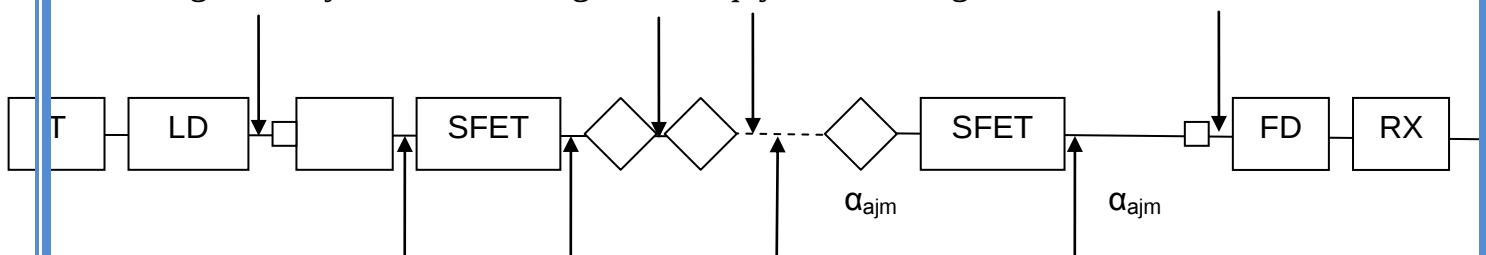
(mikroyorilish, mikro va makro egilish) hamda tolalarni deformasiya bo'lgan sochilish protsessi bilan bog'liqdir. U holda qo'shimcha yo'qotuvchanlik quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\alpha_{k1} \leq 20 \% (\alpha_{yut} + \alpha_{soch}) ,$$

$$\alpha_{k1} \leq 0.2 (0.044 + 0.26) = 0.06 \frac{dB}{km};$$

$$\alpha_{k2} \leq 0.2 (0.037 + 0.136) = 0.0346 \frac{dB}{km}$$

Halqaro Elektr Aloqa Ittifoqining ITU-T G.651 tavsiyasiga asosan yig'ilib, montaj qilingan regenerasiya uchastka uzunligi o'zining tarkibi bo'yicha bir jinsli bo'lmagan bo'lib hisoblanadi, chunki u ko'plab montaj shnurlari va stansiya kabellaridan iborat bo'lib, ular asosan toladan stansiya binosi ichida hamda ko'plab nurilish uzunliklarini bir-biri bilan ulanishlarni o'z tarkibiga olgan liniya kabellaridan iborat. Regenerasiya uchastka parametrlari ma'lum bir olingan qurilish uzunliklar tavsiyalari orqali aniqlanmasdan balki montaj ishlarining sifati (qurilish uzunliklarining bir biri bilan ulangan joylaridagi yo'qotuvchanlik) hamda ajraluvchi ulagichlar hisobiga hosil bo'luvchi yo'qotuvlar orqali aniqlanadi. Tolali optik aloqa liniyasining hisoblanadigan regeneratsiya uchastkasining so'nishi quyida ko'rsatilgan.



Keltirilgan rasmdan shunday Xulosa qilish mumkinki, regenerasiya uzunligining so'nish bo'yicha - α_{ru} qiymati quyidagicha aniqlanadi:

α_{osh} - optik shnurning so'nish koefitsienti, dB/km bo'ladi.

l_{osh} - optik shnur uzunligi, km Odatda optik shnur uzunligi 1, 3 va 5 m yoki buyurtmaci talabi bo'yicha tayyorlangan uzunlikda bo'ladi.

α_{stk} - stansiya kabelining so'nish koefitsienti, dB/km uzunlikda;

l_{stk} - stansiya kabelining uzunligi, km. Stansiya kabelining uzunligi bir necha metrdan bir necha kilometr uzunlikda bo'lishi mumkin. hisoblash uchun $l_{stk} = (30 \dots 100)$ m deb e'tiborga olinadi.

α_{ot} - liniya kabeli uchun qo'llanilgan optik tolaning so'nish koefitsienti, dB/km.

α_{ajr} - bir dona ajraluvchi ulagich tomonidan hosil bo'luvchi yo'qotuvchanlik. Odatda ajraluvchi ulagich tomonidagi yo'qotuvchanlik $\alpha_{ajr} = 0.5$ dB deb olinadi.

α_{ajm} - bir dona ajralmaydigan ulagich tomonidan hosil bo'luvchi yo'qotuvchanlik.

Ajralmaydigan ulagichning yo'qotuvchanligi tolalarni payvandlab ulanish sifatiga bog'liq bo'lib, u $\alpha_{ajm} = 0.1$ dB e'tiborga olinadi;

$\alpha_{ru} = 28$ dB.

$$\alpha_{ru} = \alpha_{osh} l_{osh} + \alpha_{stk} l_{stk} + \alpha_{ot} l_{ru} + 2\alpha_{ajr} + n\alpha_{ajm} + \alpha_t + \alpha_{zax}$$

$$\alpha_{ru} = \alpha_{osh} l_{osh} + \alpha_{stk} l_{stk} + \alpha_{ot} l_{ru} + 2\alpha_{ajr} + n\alpha_{ajm} + \alpha_{ot} + \alpha_{zax} = 0.22 \cdot 0.05 + 0.22 \cdot 0.5 + 0.22 \cdot l_{ru} + 2 \cdot 0.6 + 1 \cdot 0.015 + 1.5 + 6 = 29.7 \text{ dB/km}$$

$\lambda_2 = 1,55 \text{ mkm}$ bo'lganda dB larda

8.1-jadval.

α_{osh}	l_{osh}	α_{stk}	l_{stk}	α_{ot}	l_{ru}	2	α_{ajr}	n	α_{ajm}	α_t	α_{zax}	α_{ru}
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	4	2	0,6	1	0,015	1,5	6	9,716
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	8	2	0,6	3	0,015	1,5	6	10,626
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	12	2	0,6	5	0,015	1,5	6	11,536
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	16	2	0,6	7	0,015	1,5	6	12,446
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	20	2	0,6	9	0,015	1,5	6	13,356
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	24	2	0,6	11	0,015	1,5	6	14,266
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	28	2	0,6	13	0,015	1,5	6	15,176
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	32	2	0,6	15	0,015	1,5	6	16,086
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	36	2	0,6	17	0,015	1,5	6	16,996
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	40	2	0,6	19	0,015	1,5	6	17,906
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	44	2	0,6	21	0,015	1,5	6	18,816
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	48	2	0,6	23	0,015	1,5	6	19,726
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	52	2	0,6	25	0,015	1,5	6	20,636
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	56	2	0,6	27	0,015	1,5	6	21,546
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	60	2	0,6	29	0,015	1,5	6	22,456
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	64	2	0,6	31	0,015	1,5	6	23,366
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	68	2	0,6	33	0,015	1,5	6	24,276
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	72	2	0,6	35	0,015	1,5	6	25,186
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	76	2	0,6	37	0,015	1,5	6	26,096
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	80	2	0,6	39	0,015	1,5	6	27,006
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	84	2	0,6	41	0,015	1,5	6	27,916
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	88	2	0,6	43	0,015	1,5	6	28,826
0,22	0,05	0,22	0,5	0,22	92	2	0,6	45	0,015	1,5	6	29,739

$\alpha_{ru} = 27,961 \approx 28$ dB bo`lgani uchun  $l_{ru2} = 92$  km bo`ladi.

$\lambda_2 = 1,31$ mkm bo`lganda dB larda

8.2-jadval.

α_{osh}	l_{osh}	α_{stk}	l_{stk}	α_{ot}	l_{ru}	2	α_{ajr}	N	α_{ajm}	α_t	α_{zax}	α_{ru}
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	2	2	0,6	0	0,015	1,5	6	9,716
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	6	2	0,6	2	0,015	1,5	6	10,626
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	10	2	0,6	4	0,015	1,5	6	13,223
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	14	2	0,6	6	0,015	1,5	6	14,693
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	18	2	0,6	8	0,015	1,5	6	16,163
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	22	2	0,6	10	0,015	1,5	6	17,633
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	26	2	0,6	12	0,015	1,5	6	19,103
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	30	2	0,6	14	0,015	1,5	6	20,573
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	34	2	0,6	16	0,015	1,5	6	22,043
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	38	2	0,6	18	0,015	1,5	6	23,513
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	42	2	0,6	20	0,015	1,5	6	24,983
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	46	2	0,6	22	0,015	1,5	6	26,453
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	50	2	0,6	24	0,015	1,5	6	27,923
0,36	0,05	0,36	0,5	0,36	54	2	0,6	26	0,015	1,5	6	29,393

0,36 0,05 0,36 0,5 0,36 58 2 0,6 28 0,015 1,5 6 30.863
 0,36 0,05 0,36 0,5 0,36 62 2 0,6 30 0,015 1,5 6 32.333
 $\alpha_{ru} = 29.33 \approx 30$ dB bo'lgani uchun $l_{ru2} = 56$ km bo'ladi.

n - optik tolaning ajralmaytigan ulagichlar soni ya'ni payvandlab ulangan tugunlar soni.
 U quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{L}{l_{qu}} - 1 = \frac{86}{5} - 1 = 16,$$

α_t - tolali optik aloqa liniya traktidagi elementlar parametrlarini haroratni o'zgarishidagi ruhsat etiladigan so'nish qiymati:

$$\alpha_t = (0.5 \dots 1.5) \text{ dB}$$

Regenerasiya uchastka uzunligi tolali optik kabellarning faqatgina parametrlari orqali aniqlanmasdan liniya traktidagi ohirgi apparaturalar parametrlari orqali ham aniqlanadi. Energetik potensial - E , apparaturaning normal holatda ishlab lozim bo'lgan sathlar farqini tavsiyalaydi va optik tolaga kiritilgan optik signalning minimal sathi - uzatgich va qabul qilgichdagi regeneratorda hatolar ko'effisienti ushbu uzatish tizimi uchun o'rnatilgan minimal sezgirlikka ega bo'lgan quvvat sathining - r_{qab} ayrimasi orqali aniqlanadi.

$$E = p_{uzat} - p_{qab} = 34 \text{ dB};$$

Regenerasiya uchastka uzunligi uchun doimo quyidagi shart bajarilishi lozim:

$$E > \alpha_{ru}; \quad 34 \text{ dB} > 28 \text{ dB};$$

Agar so'nish qiymatini liniya traktidagi hamma yo'qotuvchanliklarni e'tiborga olsak, u holda regenerasiya uchastka uzunligi - l_{ru} quyidagi formula yordamida aniqlanadi

$$l_{ru} \leq \frac{\mathfrak{E} - \alpha_{osh} l_{osh} - \alpha_{stk} l_{stk} - 2\alpha_{ajr} - n\alpha_{ajm} - \alpha_t - \alpha_{zax}}{\alpha_{ot}} =$$

$$= \frac{34 - 0.22 \cdot 0.05 - 0.22 \cdot 0.5 - 2 \cdot 0.5 - 35 \cdot 0.1 - 1.5 - 6}{0.22} = \frac{34 - 0.011 - 0.11 - 1 - 3.5 - 1.5 - 6}{0.22} = 99.45 \text{ km};$$

Yuqorida ko'rsatilgan formuladagi hamma qiymatlar aniq, faqatgina n -optik ajralmaydigan ulagichlar sonidan tashqari. Avval maksimal regenerasiya uchastka uzunligining l_{rumaks} maksimal qiymatini aniqlaymiz, buning uchun ajralmaydigan ulagichlar sonini nol deb olamiz, u holda ajralmaydigan ulagichlar tomonidan hosil bo'luvchi yo'qotuvchanlikni e'tiborga olmagan holda regenerasiya uchastka uzunligini quyidagicha aniqlanadi.

$$l_{ru,max} = \frac{\mathfrak{E} - \alpha_{osh} l_{osh} - \alpha_{stk} l_{stk} - 2\alpha_{ajr} - \alpha_t - \alpha_{zax}}{\alpha_{ot}} = \frac{34 - 0.22 \cdot 0.05 - 0.22 \cdot 0.5 - 2 \cdot 0.5 - 1.5 - 6}{0.22} =$$

$$\frac{34 - 0.011 - 0.11 - 1 - 1.5 - 6}{0.22} = 115.53 \text{ km}$$

Maksimal regenerasiya uchastka uzunligini - $l_{ru maks}$ bilgan holda optik kabellarning qurilish uzunliklar sonini - n_{qu} orqali regeneratsiya uchastkasini tashkil etuvchilari quyidagi formula yordamida aniqlanadi. δ - butun son tomoniga yiriklashtirishni ko'rsatuvchi ramziy qiymat;

l_{qu} - bitta qurilish uzunligidagi optik kabel, km

$$n_{ky} = \delta \left[\frac{l_{py,max}}{l_{ky}} \right] - 1 = \frac{115.5}{5} - 1 = 22 \text{ dona}$$

Odatda n -liniya uchastkasidagi kabelning ajralmaydigan ulagichlar soni qurilish uzunliklar sonidan bitta donaga kam bo'ladi.

Bino tashqarisida yotqizilgan liniya optik kabeli bino ichiga kiritilgandan so'ng, to'g'ridan-to'g'ri ravishda qabul qilgich-uzatgich uskunalariga ulanmaydi, chunki liniya kabeli juda ham mustahkam qobiqqa ega bo'lib, egilish radiusi juda ham katta, shuning uchun liniya kabeli bino ichiga kiritilgandan so'ng stansiya kabeli bilan ulanishi shart. Stansiya kabellarini ohirgi uskunalar bilan hamda optik kabellarni kommutasiya qilish uchun optik shnurlar qo'llaniladi. Liniya hamda stansiya kabellarini va optik shnurlardagi optik tolalarni ulash uchun tolalarni payvandlab ulash usuli qo'llaniladi. Bularni e'tiborga olgan holda ajralmaydigan optik ulagichlar soni quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$n_{ajr} = \delta \left[\frac{l_{ru,max}}{l_{qu}} - 1 \right] + 4 = 22 + 4 = 26 \text{ ta}$$

Bunday optik ajraluvchi ulagichlar tomonidan hosil bo'luvchi yo'qotuvchanlik $n\alpha_{ajr}$ qiymatiga teng bo'ladi. U holda regeneratsiya uchastka uzunligining maksimal qiymati - $l_{ru,max}$ quyidagi qiymatga qadar kamaytirish mumkin:

$$\Delta \ell_{ru} = \frac{n \alpha_{ajr}}{\alpha_{ot}} = \frac{26 * 0,1}{0,22} = 11,8 \text{ km}$$

Agar yuqoridagilarni formulalarni e'tiborga olsak, u holda regeneratsiya uchastka uzunligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\ell_{ru} = \ell_{ru,max} - \Delta \ell = 115,53 - 11,8 = 103,6 \text{ km},$$

9. TOLALI OPTIK ALOQA LINIYASINING O'TKAZISH QOBILYATINING HISOBI

Tolali optik aloqa liniyasining regeneratsiya uchastka uzunligi tizimning energetik potentsiali va kabelning uzatish parametri bo'lmish α - so'nish koeffisienti orqali aniqlanadi.

Umumiy holda oladigan bo'lsak regeneratsiya uchastka uzunligini aniqlashda asosiy chegaralovchi faktorlardan so'nish - α va dispersiya- τ hisoblanadi. So'nish o'z navbatida signalning kamayishiga olib keladi va uzatuv masofasini kamaytiradi- l_{ru} , dispersiya esa nur o'tkazuvchi tolani o'tkazish qobiliyatini $-\Delta F$ chegaralaydi, bu bilan esa liniya uzunligi oshib borgan sari bu qiymat ham oshib boradi- $l_{\Delta F}$

Dispersiya - optik impulsning fazodagi spektral yoki moda tashkil etuvchilarini ma'lum bir vaqt mobaynida yoyilib-sochilib ketishi holati bo'lib u o'z navbati optik tola bo'ylab harakatlanib borishida uning davomiyligi oshib boradi.

Pog'onasimon bir modali nur o'tkazgichlarda xromatik (chastotaviy) dispersiya holati ro'y beradi. xromatik dispersiya – τ_{xr} qiymati asosan ikkita tashkil etuvchilardan hosil bo'ladi bular:

to'lqin o'tkazuvchi dispersiya- τ_{to} ;

material dispersiya - τ_{mat} .

$$\tau_{xr} = \sqrt{(\tau_{to} + \tau_{mat})^2}, \text{ ps}$$

To'lqin o'tkazuvchi (moda ichi) dispersiya- τ_{to} moda ichidagi jarayon bilan bog'liq. u asosan optik tolaning o'zagidagi yo'naltiruvchi xususiyatlarni tavsiflaydi: moda guruh tezligini optik nurlantirgichning to'lqin uzunligiga bog'liqligini $\gamma=\varphi(\lambda)$ ko'rsatadi va u nurlantirgich spektrning chastotadan tashkil etuvchilarini turli hil tezliklarda harakatlanishiga olib keladi. Shuning uchun to'lqin o'tkazuvchi dispersiya birinchi navbatda optik tolaning sinish ko'rsatkich profili orqali aniqlanadi va u nurlantirgich manba spektr kengligi qiymatiga $-\Delta\lambda$ proporcional.

$\Delta\lambda$ - nurlantirgich manba spektr kengligi, nm; Lazer diodining nurlanish spektrori 1-2 nm. Bundan $\Delta\lambda=1$ nm.

ℓ - liniya uzunligi, km; $\ell=72$ km

$T(\lambda)$ - solishtirma to'lqin o'tkazgich dispersiyasi, ps/nm·km.

9.1 - jadval

To'lqin uzunligi, λ , nm.	$\lambda_1 = 1.31$	$\lambda_2 = 1.55$
$T(\lambda)$, ps/nm·km.	8	12
$M(\lambda)$, ps/nm·km.	-5	18

$$\tau_{to,1} = \Delta\lambda \cdot \ell \cdot T(\lambda_1) = 1 * 72 * 8 = 576 \text{ ps}$$

$$\tau_{to,2} = \Delta\lambda \cdot \ell \cdot T(\lambda_2) = 1 * 72 * 12 = 864 \text{ ps}$$

Optik tolaning material dispersiyasi sinish ko'rsatkichini to'lqin uzunlikga $n=\varphi_2(\lambda)$ bog'liqligiga asoslangan bo'lib, u xromatik dispersiya (huddi to'lqin o'tkazgich dispersiyasi singari), material dispersiya qiymatining - τ_{mat} uzatiluvchi chastota spektr kengligiga bog'liq.

$\Delta\lambda$ - nurlantirgich manba spektr kengligi, nm; Lazer diodining nurlanish spektrori 1-2 nm. Bundan $\Delta\lambda=1$ nm.

ℓ - liniya uzunligi, km; $\ell=86$ km

$M(\lambda)$ - solishtirma material dispersiya, ps/nm·km.

$$\tau_{mat,1} = \Delta\lambda \cdot \ell \cdot M(\lambda_1) = 1 * 72 * (-5) = -360 \text{ ps};$$

$$\tau_{mat,2} = \Delta\lambda \cdot \ell \cdot M(\lambda_1) = 1 * 72 * 18 = 1296 \text{ ps};$$

Xromatik dispersiya – τ_{xr} qiymati

$$\tau_{xr,1} = \sqrt{(\tau_{to} + \tau_{mat})^2} = \sqrt{(576 + (-360))^2} = 216 \text{ ps};$$

$$\tau_{xr,2} = \sqrt{(\tau_{to} + \tau_{mat})^2} = \sqrt{(864 + 1296)^2} = 2160 \text{ ps};$$

Dispersiyaning hosil bo'lishi o'z navbatida optik tolaning ma'lum bir uzunligi bo'ylab to'g'ri burchakli impulslarni (raqamli signalni) ketma-ket ravishda o'tishida bu impulslar kengayib boradi va natijada ikkita qo'shni impulslarni bir biridan ajratish

imkoniyati bo'lmay qoladi va ohir oqibatda uzatuvlarda xatolar hosil bo'ladi. Shunday qilib dispersiya o'tkazish qobiliyatini bir muncha chegaralaydi yoki optik tolaning o'tkazish polosasini bir muncha chegaralaydi. Optik tolaning o'tkazish polosasi - ΔF impulsning kengayishiga - τ bog'liq bo'lib u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

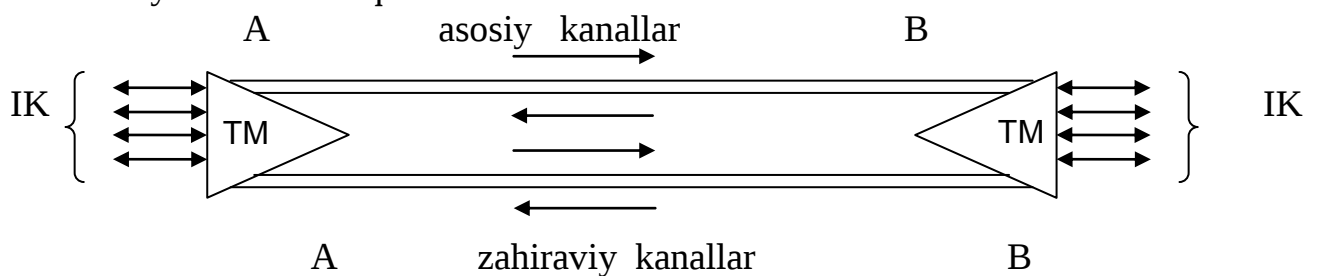
$$\Delta F_1 = \frac{1}{\tau_1} = \frac{1}{216} = 4,629 \text{ MGs};$$

$$\Delta F_2 = \frac{1}{\tau_2} = \frac{1}{2160} = 0,4629 \text{ MGs};$$

10. SDH TARMOQLARINING TOPOLOGIYALARI

“Nuqta - nuqta” topologiyasi.

Tarmoqdagi ikkita A va B tugunlarini bog'lash uchun “nuqta - nuqta” topologiyasi qo'llaniladi va u SDH tarmog'idagi eng sodda va oddiy topologiyalardan hisoblanadi. Uning ishlashi terminal multipleksorlar yordamida olib borilib, unda kanallarni yoki oqimlarni kirish/ chiqish jarayonlari va kanallarning zahiralashtirilishi 100% bo'lib, 1+1 turdagi sxema bo'yicha elektr yoki optik asosiy va zahira muhit kanallari yordamida aloqa tashkil etish mumkin.

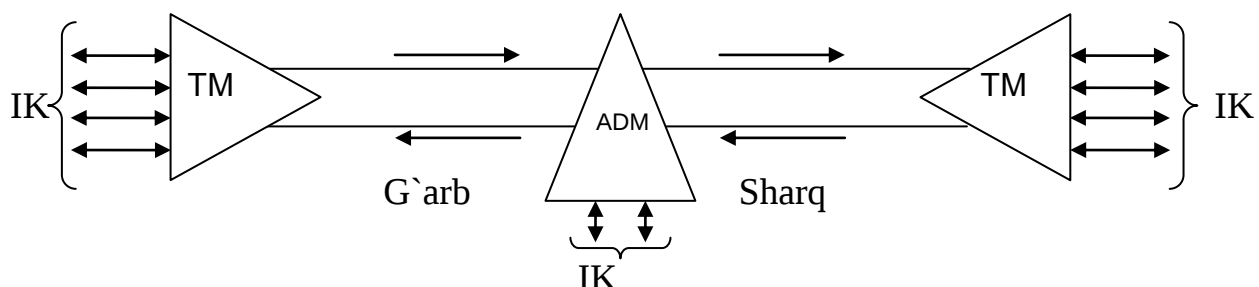


10.1 - rasm. Terminal multipleksorlar qo'llanilgan “nuqta - nuqta” topologiyasi: IK - Imkoniyat Kanallari.

Bunday topologiya juda ham oddiy bo'lishi bilan birga SDH tarmog'ining asosiy topologiyasi bo'lib hisoblanadi va u bo'ylab kattadan - katta oqimlarni katta tezlikdagi magistral kanallarida qo'llash mumkin, misol uchun bunday topologiya okean suv osti kabellari bo'ylab magistral raqamli telefon trafiklarida xizmat ko'rsatmoqda.

“Ketma - ket liniya zanjiri” topologiyasi

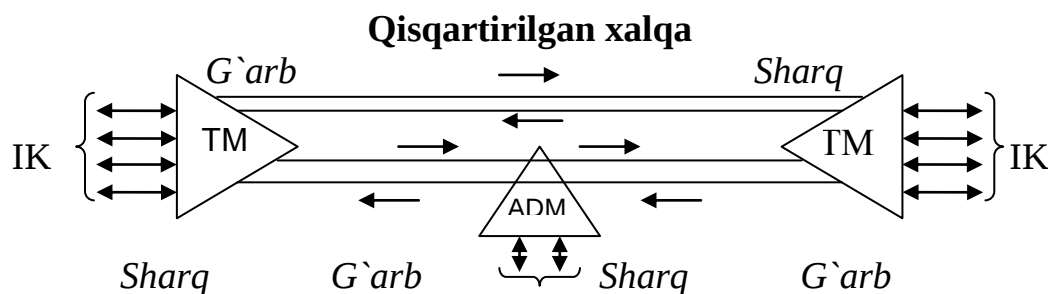
Agar tarmoqdagi trafik intensivligi uncha katta bo'lmay liniyaning ma'lum bir nuqtalarida ajratiladigan oqimlar hosil bo'ladigan bo'lib, hamda imkoniyat tarmoqlarini kiritib va chiqarish kerak bo'ladigan bo'lsa, u holda SDH tarmog'ining asosiy topologiyalaridan biri bo'lmish “ketma - ket liniya zanjiri” topologiyasi qo'llanadi.



10.2 - rasm. TM va ADM turidagi multipleksorlari yordamida hosil qilingan ketma - ket liniya zanjiri topologiyasi: IK - Imkoniyat Kanallari.

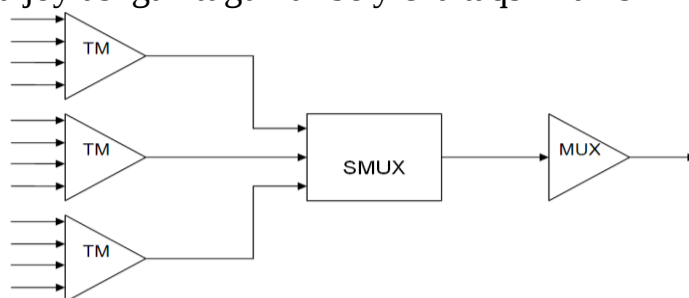
SDH tarmog`ining afzalliklaridan biri unda asosiy kanallar bilan birga zahiralashtirilgan kanallar qo'llanilishi hisoblanadi, shuning uchun u ma'lum bir miqdorda murakkablashtirilgan 1+1 turdagi sxema bo'yicha zahiralashtirilgan “ketma - ket liniya zanjiri” topologiyasi ham qo'llaniladi.

Bunday topologiya varianti qisqartirilgan “halqa” topologiyasi deb ham yuritiladi.



10.3 - rasm. Muhofazalashning 1+1 turidagi ketma - ket liniya zanjiri topologiyasi: IK - Imkoniyat Kanallari.

Ma'lum bir uzoq masofada joylashgan tarmoq tuguni SDH tarmog`ining markaziy halqasidagi tarmoq tuguni yoki kommutasiya markazi (misol uchun raqamli ATS) bilan bog`lashda “yulduz” topologiyasi qo'llaniladi va u konsentrator vazifasini ham bajaradi, ya'ni foydalanuvchilar terminalidan trafikning ma'lum bir qismi chiqarilib, qolgan qismi esa uzoq masofalarda joylashgan tugunlar bo'yicha taqsimlanishi mumkin.

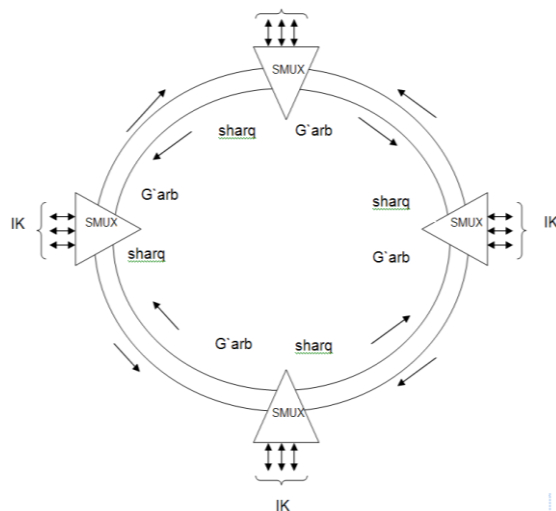


10.4 - rasm. Konsentrator vazifasini bajaruvchi multipleksorli “yulduz” topologiyasi.

Yuqoridagi rasmda keltirilgan konsentrator aktiv va intellektual bo'lib, kirish/chiqish multipleksori kross - kommutas vazifasini ham bajarishi lozim va u sxemada optik konsentrator deb ataladi, chunki uning kirish qismiga STM - N sathidagi to'ldirilgan oqimlar kiritilib, chiqish tomonida esa STM - N sathiga to'g'ri kelishi kerak. Umuman olganda bu topologiya yulduz topologiyasini eslatadi va unda markaziy tugun vazifasini SMUX multipleksori bajaradi.

“Halqa” topologiyasi

SDH tarmoqlaridagi birinchi uchta ierarhiya sathlarini ya'ni, 155, 622 va 2500 Mbit/s uzatish tezliklaridagi tarmoqlarni tuzish keng ravishda “halqa” topologiyasi qo'llaniladi. Bunday topologiya asosiy vazifalaridan biri muhofazalashning 1+1 turidagi sxemasi bo'yicha, ya'ni zahiralashtirishni tashkil etish mumkin, chunki undagi SMUX multipleksoridagi ikki juft asosiy va zahiraviy optik chiqish imkoniyatiga ega ekanligidir. Ular sharq – g`arb tomonga chiquvchi oqimlar bo'lishi hisobiga bir - biriga yo'naltirilgan ikkita halqani hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.



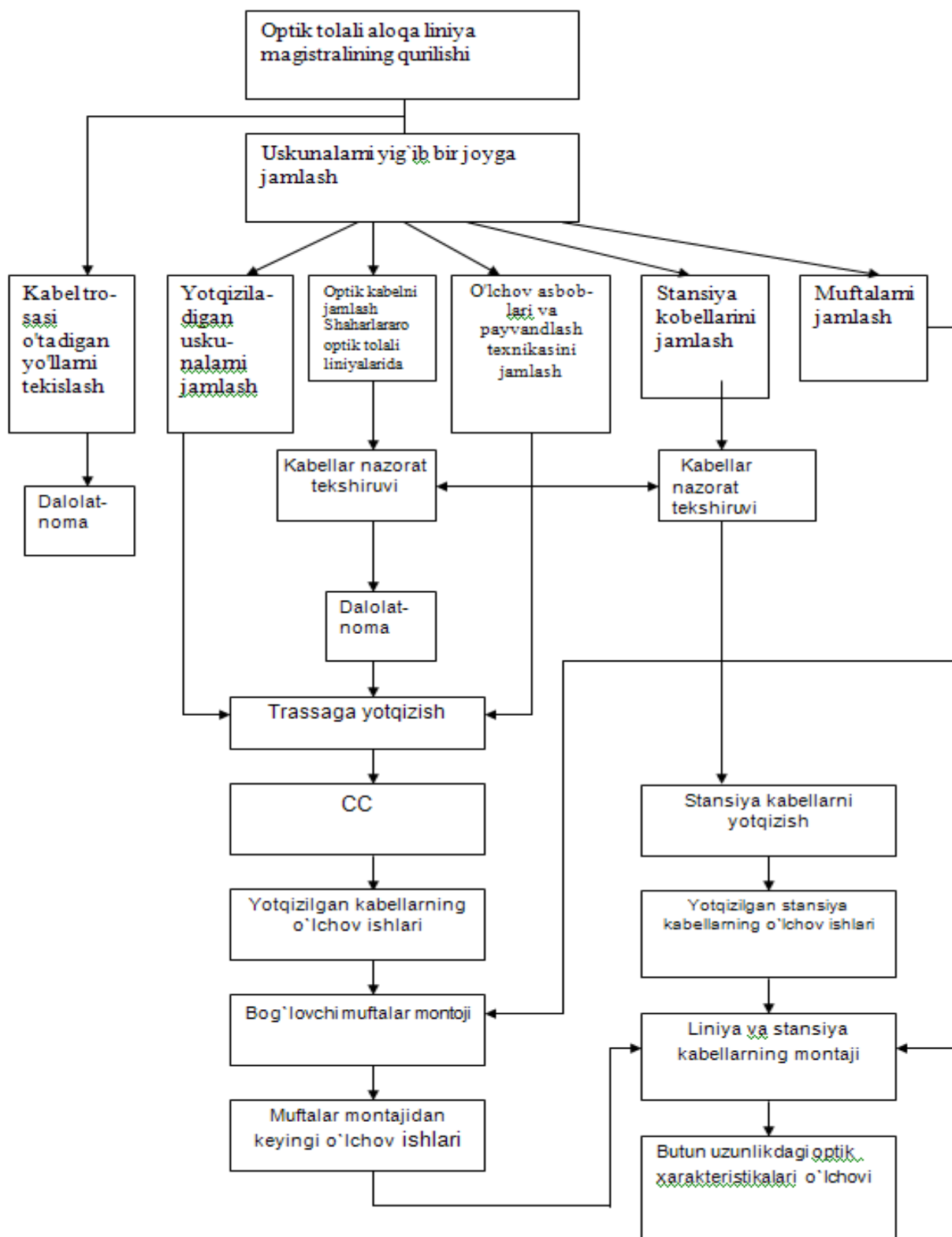
10.5 - rasm. Muhofazalanishning 1+1 turidagi “halqa” topologiyasi:IK - imkoniyat kanalari.

Halqa topologiyasining afzalliklaridan biri shundaki, halqaning turli yuzalaridagi oqimlar bir hil bo'lishi. Halqa bo'ylab oqimlarni tashkil qilish uchun ikkita tola bo'ylab bir tomon bo'ylab yo'nalishda va ikki tomon bo'ylab yo'nalashida 1+1 turidagi muhofazalanish sxemasi bo'yicha yoki 4 ta dona optik tola yordamida tashkil etish mumkin. Halqa topologiyasi o'zi tiklanish hususiyatiga ega bo'lib, u bir nechta buzilishlardan muhofazalangan.

Xulosa. Men ko'rib chiqayotgan loyihalashtirishda regenerasiya uchastkasini ko'llamadim. Men tanlagan trassada ikki shaharlar orasidagi masofa kichkina bo'lganligi uchun regenerasiya uchastkasi qo'llanilmadi, bundan tashqari kiritish/chiqarish multipleksori - ADM texnologisi ishlatiladi.

11. TOLALI OPTIK ALOQA LINIYA QURILISHI.

Qurilish ishlarining asosiy masalaridan biri qurilish va montaj ishlari boshlanmasdan avval asbob va uskunalarni bir joyga yig'ib jamlash lozim. Tolali optik aloqa liniyasi qurilmasining algoritmi quyida ko'rsatilgan:



11.1-rasm. Optik -tolali aloqa liniyasi qurilishining algoritmi.

Bular quyidagilar:

- 1.Kabellarni yotqizish va tortish uchun asbob va uskunalarni yig'ish.
- 2.Liniyada qo'llanuvchi optik kabellarni yig'ish.
- 3.Stansiya qo'llanuvchi optik kabellar, o'lchov asbob uskunalarni va payvandlash texnikasini yig'ish.
- 4.Kabellarni montaji uchun qo'llanuvchi bog'lovchi muftalarni yig'ib bir joyga jamlash.

Uskunalarni bir joyga jamlash jarayonida parallel ravishda aloqa trassasi bo'lib chiqilib, bu ishlar bajarilgandan so'ng dalolatnoma tuziladi. Tolali optik aloqa liniyalarini qurish va montaj qilish qoidalari bo'yicha liniya va stansiya kabellari ichki nazoratdan o'tkazildi, bu ishlar bajarilgandan so'ng ham dalolatnoma tuzilib zavod pasporti bilan solishtirilishi lozim.

11.1.Kabellarning ichki nazorati

Qurilish uzunliklaridagi kabellarning g'altaklari ustidagi qoplami ochilgandan so'ng quyidagilar tekshiriladi:

- 1) Zavod tomondan tayyorlangan pasportini bor yo'qligi;
- 2) G'altakda belgilangan va zavod pasportida belgilangan kabel rusumini to'g'ri kelishligi;
- 3) G'altakdagi kabelning tashqi ko'rishi ko'rib unda ezilishlar va tashqi qobig'i buzilgan joylari yo'qligi ko'zdan kechiriladi;
- 4) Kabel pasportida kabel uzunligi va qaysi kabel ishlab chiqaruvchi firma va tolalarning turli to'lqin uzunliklaridagi so'nish koeffisienti ko'rsatilishi lozim;

11.2.Kabellarni yotqizish

Optik kabellarini yotqizish joyi va yotqizish usulari bo'yicha quyidagi ishlar bajarilishi lozim.

- aloqa trassasi bo'linishi kerak;
- kabellar yotqiziladigan joyga g'altakda o'ralgan kabellarni yotqizish va bo'shagan g'altaklarni trassadan olib chiqib ketish kerak;
- avtomobil yo'llari va temir yo'llar bilan kesishgan yerlarda quvurlar yotqizilishi kerak;
- tayyor transheyaga kabellarni g'altakdan bo'shatib shundan so'ng ularni yotqizish kerak;
- kabelyotqizgich yordamida kabellarni yerga yotqizish kerak;
- temir yo'llar va avtomobil yo'llar bilan kesishgan yerlarda, quvurlarda kabellar yotqizilishi kerak;
- kabellarni telefon kanalizasiyaga yotqizilishi uchun uskunalarni tayyorlab kabellar yotadigan kanallarni tayyorlash kerak;
- kabellarni telefon kanalizasiyaga yotqizish kerak;
- kabellar yotqiziladigan trassani belgilab ishchi chizmalarda o'zgartirish kiritilgan yerlarni belgilash kerak.

11.3.Mufta montaji

Optik - tolali kabellarning mufta montaji o'z ichiga quyidagi texnologik operatsiya jarayonlarini oladi.

1. Payvandlash taqsimlagichini tayyorlash;
2. Kabellarning og'irgi tomonidan uchlarini ajratish;
3. Tolalarni payvandlashga tayyorlash;
4. Kabel uchlarini muftaga mahkamlash;
5. Kassetaga kabel modullarini mahkamlash;
6. Tolalarni payvandlash;
7. Modullarni joylashtirish, kasseta mahkamlanib va payvandlagan blokni yopish;
8. Tayyor muftani yopish.

11.4.Kabellarni binoga kiritish

Odatda shahar telefon tarmoqlarida qo'llanuvchi kabellar ATS binosiga, shaharlararo tarmoqlarda va mintaqaviy tarmoqlarda qo'llanuvchi kabellar shaharlararo telefon stansiyaga, telegraf stansiyasiga, ohirlash manzilgohlarining telefon stansiyalariga, hizmat talab qilinadigan punktlarga kiritiladigan kabellar va boshqa aloqa korhonalaridan keluvchi kabellar hammasi bino ichiga kiritiladi. Aloqa tarmog'i binosi ichiga kiritilgan kabellar mahsus uskunalar joylashgan honaga kiritiladi, bu hona shahta deb ataladi.

Bino ichidagi shahtadan liniya optik kabellari liniya apparat sexiga (LAX) to'g'ri ko'tariladi. LAX xonasidagi kiritiluvchi uskunalariga optik kabellar kabelrost bo'ylab o'tqiziladi.

Stansiya va liniya kabellarini ulanish uskunasi bir qancha kassetalar joylashgan bo'lib, ularga payvandlangan tola tugunlari mahkamlanadi. Eksploatasiya jarayonida oson bo'lish uchun payvandlab ulangan stansiya kabellarining uchi raz'yom (ajratgich) bilan tugallangan.

Kassetalar joylashgan javonda nur o'tkazgich ulagichlar joylashgan. Bu ulagichda bir qancha ajratuvchi muftalar joylashgan bo'lib, unga kiritiladigan tolalar o'zining tartib raqami bilan belgilangan. Bunday uskunaga 60 ta optik tola kiritish mumkin. Muftaning 2-tomonida esa, egiluvchan stansiya kabeli ikkita raz'yom bilan ulangan.

11.5.Tolali-optik aloqa liniyasini ekspluatasiyaga topshiruv jarayonidagi o'lchov ishlari

Katta o'tkazish qobiliyatiga ega bo'lgan Tolali-optik aloqa liniyasida kabeldagi hamma tolalarning so'nish qiymati va dispersiyasi o'lchanadi. O'lchovlar o'lchanuvchi signallarning ishchi to'lqin uzunligida va tarqatuvchi manbaning chastota polosasining kengligi sharoiti uchun hamda optik signallarni kiritish/chiqarish usuli bo'yicha olib boriladi. Optik tolalarning so'nishi va dispersiya o'lchovi ikkala uzatish yo'nalishgi bo'yicha olib boriladi, chunki shu yo'l bilan o'lchanayotgan parametrlarning farqi hisobiga Tolali-optik aloqa liniyasining bir jinsliliigi bo'lishi ko'riladi. Shunday qilib, ekspluatasiyaga topshirilayotgan Tolali-optik aloqa liniyasini o'lchovi uchun to'liq ravishda o'lchov asboblari bo'lishi lozim. Ikki yo'nalishdagi o'lchov natijalari Tolali-optik aloqa liniyasini pasporti uchun qo'llanadigan tegishli jadvallarga to'ldiriladi. Tolali-optik aloqa liniyasini ikkitomonlama o'lchovi optik reflektometrlar yordamida o'lchanadi. Shuningdek, Tolali-optik aloqa liniyasining pasportida har bir muftadagi tolalarni ulanish sxemasi va aloqa trassa magistrali o'tgan liniya haritada to'liq ko'rinishi kerak.

12. TOLALI-OPTIK ALOQA MAGISTRALINI QURISHDAGI ISH HAJMI VA MATERIALI BO'YICHA YIRIKTIRILGAN SMETA.

№ T/r	Materiallar va ish hajmi	O'lchov Birligi	Bahosi, Sh.b	Jami, sh.b
1	2	3	4	5
1	Materiallar	1 km (4 ta optik tola)	4500	405000
	Yotqizish bo'yicha optik kabel turi -yerga yotqizish uchun -kanalizasiyada yotqizish uchun -stansiyada yotqizish uchun			
	Tolali-optik kabel uchun mufta			
	Ish hajmi			
2	Kabellarni transheyasiz yotqizish (kabelyotqizgich yordamida)	25 km	220	5500
	Qo'l bilan transheya kotlovan va chuqurlarni kovlash	100 m ³	1000	100000
	Avtomobil yo'lni yoki temir yo'lni yopiq usulda 10 metrgacha bo'lgan masofani kovlab o'tish	100 m ³	45	4500
	Kabelni telefon kanalizasiyaga yotqizish	20 km	12	240
3	Mufta montaji	16mufta	40	640
4	Kabel maydonchasida optik kabelni so'nishini o'lchash	1 km	20	1720
5	Butun liniya uzunligida optik kabel so'nishini ikki tomonlama o'lchash	1 km	365	31390
6	O'lchov ustunchalarini o'rnatish	1 dona	150	150
7	Umumiy natija			629140

Jadvalda keltirilgan materiallar va ish hajmini inobatga olgan holda Tolali-optik magistralni qurish uchun ketadigan harajatlar bo'yicha yiriktirilgan smeta tuziladi. Umumiy harajatlarni hisobga olish chog'ida rejalash yig'malarini (umumiy hajmi va materiallar narhidan 18% qiymatida olinadi) va turli yig'ma xarajatlar (rejalash yig'malarini hisobga olgan holdagi bahosini 200% qilib olinadi). Yuqorida qayd etib o'tilgan ma'lumotlarni inobatga olgan holda umumiy xarajatlar hisoblanadi. Umumiy harajatlari bilgan holda bir kanall.km qiymatini quyidagi formula bilan aniqlanadi.

Kanall kilometr narhini ikki marta hisoblanadi:

1. Loyihalashtirilayotgan trassadagi kanallar soni uchun;

$$C_{loy} = \frac{K}{N \times L} = \frac{629140}{11068 * 86} = 0,66 \text{ sh.b.}$$

-bu erda: K - Tolali-optik aloqa liniyasining smeta narhi, sh.b; N - kanallar soni, kanall;
L-loyihalashtirilayotgan magistral uzunligi,km.

2. Aloqa uzatish vositasi yordamida hosil qilsa bo'ladigan kanallar soni uchun:

$$C_{loy} = \frac{K}{N \times L} = \frac{629140}{30240 * 86} = 0,24 \text{ sh.b.}$$

Xulosa

Men ushbu kurs ishimda Jizzax – Samarqand shaharlari o'rtasida optik tolali aloqa liyasini qurish jarayonini ko'rib chiqdim. Olingan natija va keltirilgan ko'rsatmalar asosida ikkala aholi yashash manzillari o'rtasida hozirgi va 2040 yilga nisbatan aloqa kanalidan foydalanuvchilar soni hisoblab chiqildi. Bundan maqsad kelgusida kutilayotgan iste'molchilar (telefon kanalidan) sonini topish va uni hayotga tatbiq etishdir va aloqa tarmog'ini hosil qilish jarayoni, ishlari, vositalarini o'rganish ko'zda tutiladi. Magistral yo'li ko'p shaharlarni kesib o'tishi kerakligini inobatga olgan holda men bu kurs loyixa ishimda Katta O'zbekiston trakti avtomobil yo'lini tanladim. Aholi soni ya'ni abonentlar soni kamligi tufayli SDH texnologiyasining STM-16 uzatish tizimi olindi. Loyixalashtirilayotgan shaharlar orasidagi masofa 86 km ni tashkil etdi.

13. Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekistan milliy ensiklopediyasi.2004.Toshkent;
2. <http://uz.wikipedia.org/wiki/Samarqand>;
3. <http://uz.wikipedia.org/wiki/Jizzax>;
4. Qosimov S.S Vasilev V,A. "Optik tolali aloqa liniyalari". 2006. TATU.
5. Атлас автомобильный дорог. 1992. Масква;
6. Aloqa liniyalari fanidan kurs ishini bajarish uchun o'quv qo'llanma;
7. Aloqa liniyalari fanidan maruzalar matni. Komoliddinov R.Z /2008;
8. Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH.–М.:ЭКО–ТРЕНД3,1997;
9. Optik aloqa asoslari fanidan o'quv qo'llanma.Mirazimova G.2008.TATU;
- 10.Optik aloqa asoslari fanidan amaliy mashg'ulot. Mirazimova G.2008.TATU.