

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

“Radiotexnika və telekommunikasiya” kafedrası

Əlyazması hüququnda

Məmmədov Rəhmin Eyvaz oğlu

Fərzalıyeva Aytəkin Şahin qızı

**Azərbaycanda böhran və risk vəziyyətlərində optik rabitədən istifadə
perspektivləri
mövzusunda**

MAGİSTRİK DİSSERTASIYASI

İxtisas: 060627 – Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika mühəndisliyi

İxtisaslaşma: Hərəkət edən obyektə olan rabitə vasitələri

Elmi rəhbər:

t.ü.f.d., dosent Məmmədov İltimas Əhməd oğlu

BAKİ-2023

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.....	3
I FƏSİL. OPTİK RABİTƏ VƏ ONLARIN TƏTBİQ SAHƏLƏRİ.....	6
1.1 Optik rabitələrin növləri və onların xüsusiyyətləri	6
1.2 Optik şəbəkələrin qurulmasında istifadə olunan cihaz və qurğular	7
1.3 Optik şəbəkələrin tətbiq sahələri	29
1.4 Azərbaycanda optik şəbəkələrin mövcud vəziyyəti.....	32
II FƏSİL. BÖHRAN VƏ RİSK ŞƏRAİTİ HAQQINDA.....	35
2.1 Telekommunikasiya üzrə Böhran vəziyyəti və onu yaradan amillər.....	35
2.2 Hərbi vəziyyət və onu yaradan amillər (Telekommunikasiya üzrə).....	37
2.3 Risk anlayışı və risklərə qarşı mübarizə mexanizmləri (Telekommunikasiya üzrə).....	40
III FƏSİL. OPTİK RABİTƏ XƏTT QURĞULARININ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ VƏ TİKİNTİSİ	44
3.1. Kabel-kanalizasiya qurğuları vasitəsilə optik lifli kabellərin çəkilməsi	44
3.2. Su hövzələrində və çay keçidlərində optik lifli kabellərin çəkilməsi	53
IV FƏSİL. OPTİK RABİTƏ AVADANLIQLARINDA İTKİLƏRİN ÖLÇÜLMƏSİ	56
4.1. Optik lifli kabellərin hava mühitində çəkilməsi.....	56
4.2. Optik rabitə xətlərində yaranan sönmələr və onların ölçülməsi	64
NƏTİCƏ	67
İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT	68

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı: Böhran baş verən zaman effektiv və lazımi şəkildə cavab vermək, hətta yaxşı idarə olunan təşkilat daxilində də təbii olaraq gələn bir şey deyil. Bu, məsuliyyətli, etik sənayenin ən yaxşı təcrübələri çərçivəsində qurulmuş diqqətlə düşünülmüş, həyata keçirilməyə hazır plan tələb edir.

Daxili Təhlükəsizlik Departamenti tərəfindən maliyyələşdirilən Mükəmməllik Mərkəzi olan Qida Mühafizəsi və Müdafiəsi üzrə Milli Mərkəz (NCFPD) effektiv risk kommunikasiyası üçün 11 ən yaxşı təcrübələr toplusunu işləyib hazırlayıb. İlk olaraq risk kommunikasiyası ədəbiyyatının hərtərəfli nəzərdən keçirilməsi nəticəsində müəyyən edilən bu 11 ən yaxşı təcrübə təşkilatlara və agentliklərə böhran kommunikasiyası planlarını hazırlamaqda və geri çağırışlara və oxşar böhran vəziyyətlərinə cavab vermək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Son dörd ildə NCFPD daxilində Risk Əlaqəsi Qrupu ən yaxşı təcrübələri aydınlaşdırmaq, təsdiqləmək və təkmilləşdirmək üçün bir sıra nümunə araşdırmaları və mesaj testi sınaqları keçirmişdir. Ən yaxşı təcrübələrdən doqquzu planlaşdırmağa, məsuliyyətlə ünsiyyət qurmağa və zərəri minimuma endirməyə yönəlib.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri: Dissertasiya işinin məqsədi Azərbaycanda böhran və risk vəziyyətlərində optik rabitədən istifadə perspektivlərinə bəhs olunur

Tədqiqatın obyektı: Tranzit rabitə şəbəkəsinin keyfiyyət göstəricilərinin normada saxlanılması, buraxılış qabiliyyətinin artırılması və resurslardan səmərəli istifadə edilməsi üçün istifadə edilə bilər.

Tədqiqatın metodları: Dissertasiya işində qoyulan problemin həlli üçün ehtimal nəzəriyyəsi, rabitə şəbəkəsi nəzəriyyəsi, simulyasiya və proqramlaşdırma metodlarından istifadə edilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi: Optik lifli rabitə xəttlərini möhkəm konstruksiya ilə inşa etmək və gələcəkdə baş verən hadisələrə qarşı tədbir görməkdir.

Nəticələrin praktiki əhəmiyyəti və tətbiq sahələri: Dissertasiya işinin praktiki dəyəri onun üzərində işlənmiş metodun FEHM üzrə proqram gerçəkləşdirilməsinə çatdırılmasından ibarətdir ki, bu da onu mövcud olan buraxılış qabiliyyətinin artırılması məsələsinin həlli üçün istifadə etməyə imkan verir Dissertasiya işində əldə

edilən nəticələr Azərbaycanda böhran və risk vəziyyətlərində optik rabitədən istifadə perspektivləri rabitə şəbəkəsinin keyfiyyət göstəricilərinin normada saxlanması, buraxılış qabiliyyətinin artırılması və resurslardan səmərəli istifadə edilməsi üçün istifadə edilə bilər.

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

“Radiotexnika və telekommunikasiya” kafedrası

Əlyazması hüququnda

Məmmədov Rəhmin Eyvaz oğlu

**Azərbaycanda böhran və risk vəziyyətlərində optik rabitədən istifadə
perspektivləri
mövzusunda**

MAGİSTRİK DİSSERTASIYASI

İxtisas: 060627 – Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika mühəndisliyi

İxtisaslaşma: Hərəkət edən obyektə olan rabitə vasitələri

Elmi rəhbər:

t.ü.f.d., dosent Məmmədov İltimas Əhməd oğlu

BAKİ-2023

I FƏSİL. OPTİK RABİTƏ VƏ ONLARIN TƏTBİQ SAHƏLƏRİ

1.1 Optik rabitələrin növləri və onların xüsusiyyətləri

Rabitə termini məlumatın bir nöqtədən (mənbədən) digər nöqtəyə (təyinat yerinə) ötürülməsi kimi müəyyən edilə bilər. Məlumatın məsafəyə ötürülməsi üçün adətən rabitə sistemi tələb olunur. Rabitə sistemi daxilində məlumatın ötürülməsi informasiya siqnalının daşıyıcısı rolunu oynayan elektromaqnit dalğasına məlumatın modulyasiya edilməsi və ya üst-üstə salınması yolu ilə həyata keçirilir. Bu modulyasiya edilmiş daşıyıcı daha sonra qəbul edildiyi tələb olunan təyinat yerinə ötürülür və demodulyasiya yolu ilə ilkin məlumat siqnalı alınır. Rabitə üçün radiotezliklərdə, eləcə də mikrodalğalı tezliklərdə işləyən elektromaqnit dalğalarından istifadə olunur. Bununla belə, o da aşkar edilmişdir ki, rabitə optik tezlik diapazonundan seçilən elektromaqnit dalğasından istifadə etməklə də mümkün ola bilər. Mənbədən təyinat yerinə istiqamətləndirilən fiber kabel (şüşə və ya plastik) vasitəsilə informasiya daşıyıcısı kimi işıqdan istifadə edən rabitə sistemində fiber optik rabitə sistemi deyilir.

Rabitə sisteminin məlumat ötürmə qabiliyyəti onun ötürmə qabiliyyəti ilə düz mütənasibdir, yəni ötürmə qabiliyyəti nə qədər geniş olarsa, onun məlumat ötürmə qabiliyyəti də bir o qədər çox olar. Fiber optik sistemlərdə istifadə olunan işıq tezlikləri 10^4 və 4×10^{14} Hz (10000 ilə 400,000 GHz) arasındadır və nəticədə onlar daha yüksək məlumat ötürmə qabiliyyətinə malikdirlər. Böyük miqdarda məlumat daşımaq qabiliyyətinə əlavə olaraq, liflər təxminən 0,2dB/km, yəni 1 km məsafədə enerji itkisinin 0,5%-i qədər çox aşağı itkiyə malikdir. Yüksək məlumat ötürmə qabiliyyəti və aşağı zəifləmə səbəbindən, bu gün liflər telekommunikasiya, lokal şəbəkələr, sensorlar, kompüter şəbəkələri və s. geniş tətbiq tapır.[2]

Fiber. Bu gün bir çox müxtəlif kabel dizaynları mövcuddur. Konfiqurasiyadan asılı olaraq, kabel bir nüvə, bir örtük, qoruyucu boru, poliuretan birləşmə və bir və ya bir neçə qoruyucu örtükdən ibarət ola bilər. Fiber kabel mərkəzdə bir nüvədən və nüvədən kənar örtükdən ibarətdir. Nüvə ümumiyyətlə n_1 sınıma indeksinə malik silindrik

dielektrik şüşədir və üzlük ikincinin qabığı və ya örtüyü nüvənin sınıma əmsalı ilə müqayisədə n_2 daha aşağı sınıma indeksinə malik şüşədən hazırlanmış örtükdür. Üzlük öz növbəsində qoruyucu ilə örtülür, Bu qoruyucu üzlük lifin qırılmasına və ya həddindən artıq optik zəifləməyə səbəb ola biləcək xarici mexaniki təsirlərdən qoruyur. Üzlüyün ətrafında kabelin dartılma gücünü artıran Kevlar adlanan möhkəmlik elementləri təbəqəsi var. Işıq lif vasitəsilə yayıldıqda, işıq nüvəyə ötürülür. Üzlük materialının sındırma indeksi nüvədən daha az olduğu üçün örtük işıq dalğalarını nüvədə saxlayır.[1,3]

Fiber Optik lifdə işığın ötürülməsi nüvə və örtük arasındakı interfeysdə ümumi daxili əksətmə hadisələrini əhatə edir. Gəlin bunu ətraflı nəzərdən keçirək. Düzgün şəraitdə işıq şüşə lifin bir ucuna daxil olduqda, işığın çox hissəsi yayılacaq və ya lifin uzunluğu boyunca aşağıya doğru hərəkət edəcək və uzaq ucundan çıxacaq. Işığın kiçik bir hissəsi lifin yan divarlarından qaçacaq, bəziləri də daxili udma səbəbindən itiriləcəkdir. Lakin, işığın bir hissəsi saxlanılacaq və uzaqa yönəldiləcəkdir. Belə lif "ışıq borusu" və ya "ışıq bələdçisi" adlanır. Lif divarında tam daxili əks yalnız iki şərt yerinə yetirildikdə baş verə bilər. Nüvənin sınıma əmsalı n_1 həmişə örtükün n_2 sınıma göstəricisindən böyük olmalıdır.

Fiber optik rabitə əlaqəsi optik siqnalın optik liflər vasitəsilə tələb olunan məsafədə yayılması ilə məlumatın ötürülməsidir. Bu, ötürmə ucundakı elektrik siqnalından optik siqnalın alınmasını və optik siqnalın qəbuledici ucundakı elektrik siqnalına çevrilməsini əhatə edir.

1.2 Optik şəbəkələrin qurulmasında istifadə olunan cihaz və qurğular

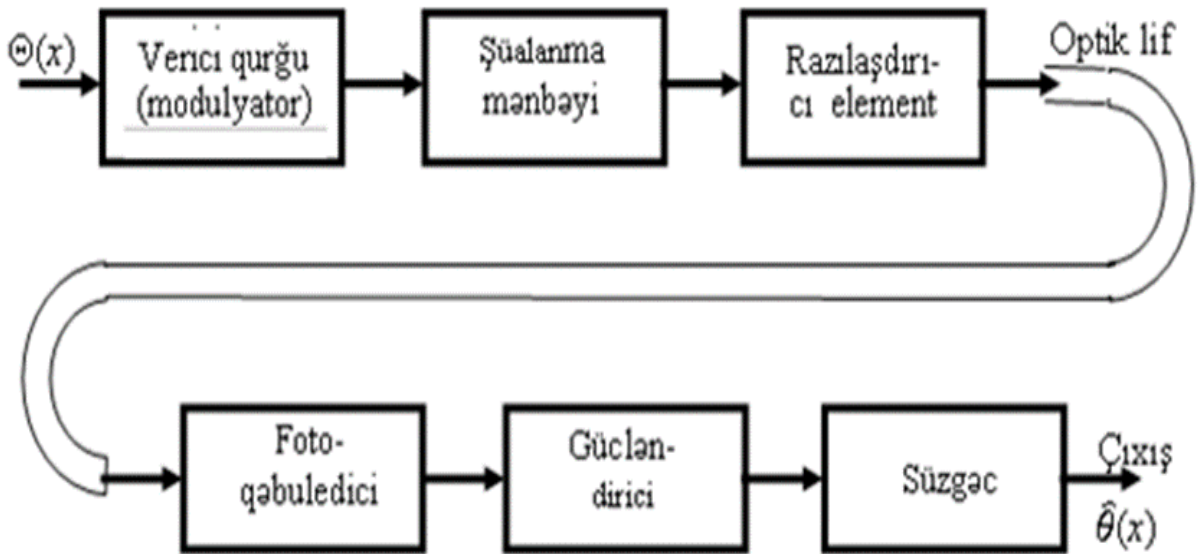
Fiber optik rabitə əlaqələrinin mühüm komponentləri bunlardır:

Transmitter

Lazerlər

Qəbuledici

Fiber optik kabel



Şəkil 1.2.1 Fiber optik kanalla siqnalın ötürülməsi sxemi

Transmitterlə əlaqəli əsas sistem parametrləri onun çıxış gücü, yüksəlmə-düşmə vaxtı, sönmə nisbəti, modulyasiya növü, yan rejimdə yatırılma nisbəti, nisbi intensivlik səs-küyü (RIN) və dalğa uzunluğunun sabitliyi və dəqiqliyidir.[1, 6]

Çıxış gücü ötürücünün növündən asılıdır. DFB lazerləri təxminən 1 mVt (0 dBm) ilə 10 mVt (10 dBm) arasında güc verir. Optik güc gücləndiricisi gücü adətən 50 mVt-a (17 dBm) qədər artırmaq üçün istifadə edilə bilər.

Sönmə nisbəti 1 bit P_1 göndərilərkən ötürülən gücün 0 bit, P_0 göndərildiyi zaman ötürülən gücə nisbəti kimi müəyyən edilir. Orta ötürülən güc P ilə məhdudlaşdığımızı fərz etsək, $P_1 = 2P$ və $P_0 = 0$ olmasını istərdik. Bu, $r = \infty$ sönmə nisbətinə uyğun olardı. Bununla belə, praktiki ötürücülərin sönmə əmsalları 10 ilə 20 arasındadır. Sönmə əmsalı r ilə bizdə

$$P_0 = \frac{2P}{r+1} \quad (1.2.1)$$

və

$$P_1 = \frac{2rP}{r+1} \quad (1.2.3)$$

Söndürmə əmsalının azaldılması qəbuledicidə 1 və 0 səviyyələri arasındakı fərqi azaldır və beləliklə, fərq yaradır. Siqnalın asılı olmayaraq səs-küylə məhdudlaşan sistemlərdə qeyri-ideal sönmə nisbətinə görə güc əldə edilir.

Lazerlər fiziki olaraq pik ötürmə gücü ilə məhdudlaşır. Əksər qeyri-xətti effektlər həmçinin pik ötürmə gücünə məhdudiyət qoyur. Bununla belə, təhlükəsizliyi tənzimləmə hədləri orta güc baxımından ifadə edilir. İstifadə ediləcək düstur, müəyyən bir sistem üçün hansı faktorun gücünü həqiqətən məhdudlaşdırdığından asılıdır. Sistem siqnaldan asılı səs-küylə məhdudlaşdıqda fərq daha yüksək olur, bu, adətən gücləndirilmiş sistemlərdə olur. Bu, 0 səviyyəsində mövcud səs-küyün artması ilə əlaqədardır. Sistemdə siqnaldan asılı səs-küyün digər formaları yarana bilər, məsələn, lazerin nisbi intensivliyi səs-küyü, bu, lif birləşmələrindən və keçiddəki bağlayıcılardan əks olunan lazer çıxışında intensivliyin dəyişməsinə aiddir. Transmitterdəki lazer birbaşa modulyasiya edilə bilər və ya ayrıca xarici modulyatordan istifadə edilə bilər. Birbaşa modulyasiya daha ucuzdur, lakin səs-küy səbəbindən daha geniş spektral genişliyə səbəb olur. Bu, xromatik dispersiyaya görə əlavə güc fərqi ilə nəticələnəcək. Daha geniş spektral eni, siqnal WDM multimeksiya və demultiplesiyalarla optik filtrlərdən keçdikdə böyük fərqlə nəticələnə bilər. Bu sönmə nisbətini azalda bilər ki, bu da öz növbəsində səs küyü və oda spektral genişliyi azaldır.[3,7]

Lazerin müxtəlif növləri var. Lazerlər həm ötürücü kimi, həm də erbium qatqılı və Raman gücləndiricilərini lifi gücləndirmək üçün istifadə olunur. Lazerdən WDM sistemləri üçün işıq mənbəyi kimi istifadə edərkən biz aşağıdakı mühüm xüsusiyyətləri nəzərə almalıyıq: 1. Lazerlər kifayət qədər yüksək çıxış gücü verməlidir. WDM sistemləri üçün tipik lazer çıxış gücləri 0-10 dBm diapazonundadır. Əlaqədar parametrlər eşik cərəyanı və yamacın səmərəliliyidir. Bunların hər ikisi elektrik enerjisinin optik gücə çevrilməsinin səmərəliliyini idarə edir. Eşik cərəyanı lazerin optik güc yaymağa başladığı sürücü cərəyanıdır və yamacın səmərəliliyi çıxış optik gücünün sürücü cərəyanına nisbətidir. 2. Siqnalın ara filtrlərdən keçə bilməsi və çoxlu kanalların bir-birinə yaxın yerləşdirilə bilməsi üçün lazerin müəyyən edilmiş əməliyyat dalğa uzunluğunda dar spektral eni olmalıdır. Yan rejimin yatırılması nisbəti daha sonra müzakirə edəcəyimiz əlaqəli parametrdir. Tənzimlənən bir lazer vəziyyətində, işləyən dalğa uzunluğu dəyişdirilə bilər. 3. Dalğa uzunluğunun sabitliyi mühüm meyardır. Sabit temperaturda saxlandıqda, lazerin ömrü boyu dalğa uzunluğunun

sürüşməsi qonşu kanallar arasındakı dalğa uzunluğu məsafəsinə nisbətən kiçik olmalıdır. 4. Modulyasiya edilən lazerlər üçün xromatik dispersiya keçid uzunluğuna təsir edən mühüm məhdudlaşdırıcı amil ola bilər. Biz 5-ci fəsildə görəcəyik ki, dispersiya həddini keçid boyunca ümumi yığılmış dispersiyanın funksiyası kimi baxımından ifadə etmək olar. Nasos lazerləri WDM mənbələri kimi istifadə olunan lazerlərdən daha yüksək güc səviyyələri istehsal etmək üçün tələb olunur. Erbium qatqılı lif gücləndiricilərində istifadə olunan nasos lazerləri 100-200 mVt güc verir və Raman gücləndiriciləri üçün nasos lazerləri bir neçə vata qədər çıxıa bilər.[9, 10]

Optik qəbuledici, optik rabitə sisteminin ən çox istifadə olunan elementidir, çünki o, tez-tez sistemin ümumi performansını müəyyən edir. Optik qəbuledicinin funksiyası daxil olan optik gücü aşkar etmək və ondan ötürülən siqnalı (analoq və ya rəqəmsal) göndərməkdir. İstənilən siqnal-küy nisbəti və bit xətası dərəcəsi kimi müəyyən sistem tələblərini təmin edərkən bu funksiyaya nail olmalıdır.

Aşkar edilmiş siqnal daha sonra gücləndirici zənciri ilə gücləndirilir, aşağı səs-küylü ön gücləndirici və post gücləndirici daxildir (adətən avtomatik nəzarətə və ya məhdudlaşdırıcı fəaliyyətə bölünür). Analox sistemlər üçün siqnal daha sonra ötürülən məlumatı bərpa etmək üçün demodulyatordan keçir. Rəqəmsal sistemlər üçün səs-küyü və müdaxiləni minimuma endirmək üçün siqnal formalaşdırma filtrindən keçir (analoq qutudakı filtr demodulyatora daxildir). Daha sonra, nümunə götürən və eşik detektorunu strobe etmək üçün istifadə edilən zamanlama saatını bərpa etmək üçün istifadə olunur. Beləliklə, ötürülən məlumatlar bərpa olunur. Optik qəbuledicini digər ötürmə vasitələri üçün qəbuledicilərdən (məsələn, koaksial kabel və ya mikrodalğalı soba) fərqləndirən iki element fotodetektor və aşağı səs-küylü ön gücləndiricidir. Birlikdə onlar qəbuledicinin performansının çoxunu müəyyən edirlər. Optik qəbuledicilərin dizaynının nəzəriyyəsi və praktikasını yaxşı işlənilmiş və hazırlanmış və ədəbiyyatda yaxşı sənədləşdirilmişdir [1-15]. Bu fəsildə biz fotodiodun və ön gücləndiricinin (bundan sonra sadəlik üçün gücləndirici adlandırılacaq) işinə diqqət yetirməklə qəbuledicinin dizaynının əsaslarını müzakirə edirik. Fərqli qəbuledici dizayn tələbləri arasında təsirlər və mübadilələr də vurğulanacaq.

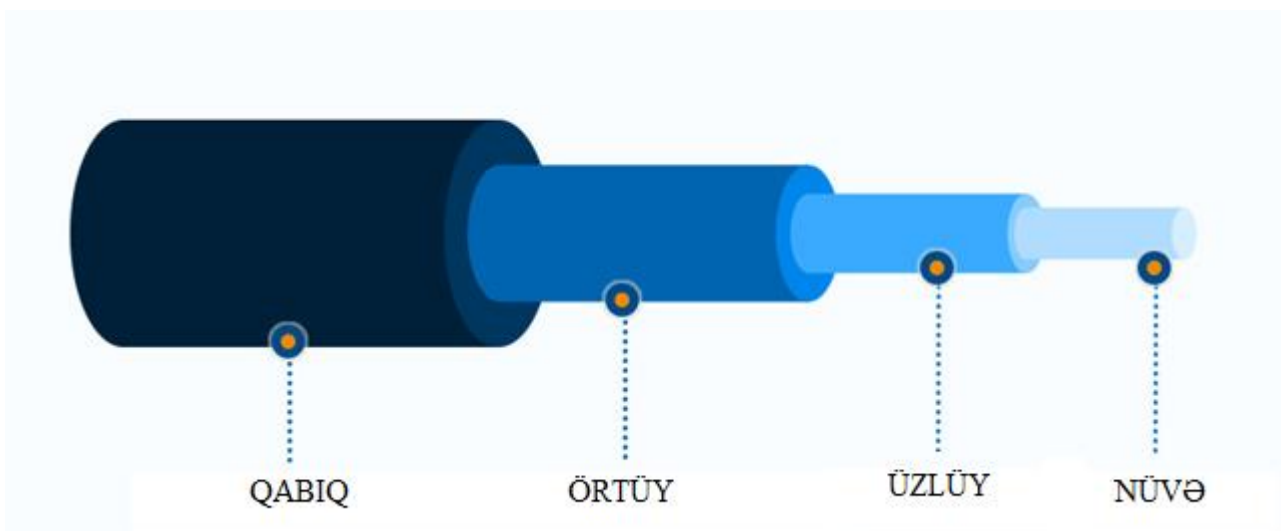
Fiber Optik Kabel

Fiber optik kabellər çox vaxt şəbəkə kabelləri kimi qəbul edilir. Tipik mis kabell ilə müqayisədə misilsiz performans təklif edirlər və buna görə də siqnalın deqradasiyasına qarşı çıxmada daha böyük məsafələri qət edə bilirlər. Fiber optik kabellərin daha yaxşı olması tək-cə belə deyil. Geniş çeşidli fiber optik kabel növləri, üslubları və hər bir ucunda müxtəlif bağlayıcılar var.

Fiber optik kabellər, adından da göründüyü kimi, məlumat ötürmək üçün elektrikdən deyil, işıqdan istifadə edən kabeldir. Onlar insan saçı ilə eyni genişlikdə olan silisium şüşə liflərindən hazırlanmışdır ki, bu da işığın kabelin uzunluğu boyunca irəli-geri ötürülməsinə imkan verir. İşığın dispersiyasının qarşısını almaq və kabelin uzunluğu boyunca əks olunmasını təmin etmək üçün fiber optik kabelin şüşə nüvəsi nazik şüşə örtüklə əhatə olunmuşdur. Bu, kabelin daxili şüşə strukturu üçün fiziki qoruma təmin edən və həddindən artıq əyilmənin qarşısını alan ilkin plastik örtüklə daha da izolyasiya edilir.

Əksər yüksək keyfiyyətli fiber optik kabellər daha sonra istehsalçıdan asılı olaraq müxtəlif materiallardan hazırlanmış əlavə gücləndirici liflər təbəqəsi ilə naqillərin nüvəsini daha da qoruyur. Bəziləri kevlar, digərləri gel ilə doldurulmuş qolları istifadə edir, lakin əksəriyyəti eyni məqsədə xidmət edir və kabelin qorunmasını və sərtliyini gücləndirməklə eyni nəticəyə malik olur.

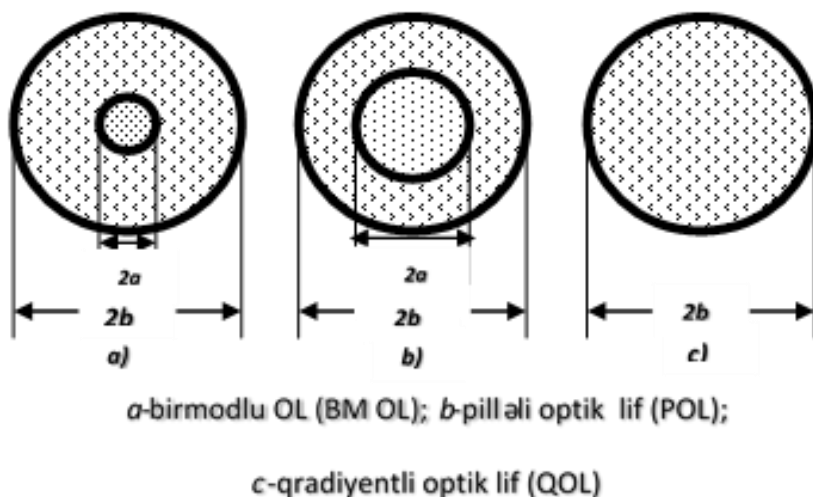
Şək 1.2.2 Optik kabelin quruluşu



Son xarici təbəqə fiber-optik kabel növünü müəyyən etməyə kömək edən və interyeri daha da yaxşı qoruyan rəngli plastıkdən hazırlanmış üzlükdür. Əksər xarici təbəqələr həmçinin naqillər üçün yanğına davamlılıq qatını təmin edir.

Fiber optik kabellər, ən azı, kənardan baxanda, bir çox digər kabel növlərindən kəskin şəkildə fərqlənir, çünki onların ən xarici təbəqəsi rəngli plastik və ya silikon borular olur. Onların ağ, boz və ya qara rəngli olması adi haldır, lakin faydalı olarsa, daha rəngli seçimlər mövcuddur. Bəzən müəyyən bir xüsusiyyəti də ifadə edə bilər. Məsələn, fiber optik patch kabelləri onun çox rejimli fiber optik kabel olduğunu bildirmək üçün narıncı rəngə və ya tək rejimli fiber optik kabel olduğunu aydınlaşdırmaq üçün sarı üzlüyə malik ola bilər.[12,15]

Kabelin ucu fiber optik kabelin istifadə olunduğu tapşırıq növündən asılı olaraq fərqli



Şək 1.2.3 Fiber optik kabelin en kəsiyi

görünəcək. Səs ötürülməsi üçün istifadə edilən TOSLINK optik lif kabelinin bir ucuna qoşulduqda görünən işığın kabel tərəfindən ötürülməsini göstərən kiçik plastik ucu var, fiber optik patch kabel isə hər birində LC konnektoru adlanan birləşdirici təchiz olunur. Bəzi hallarda konnektorda işıq görünə bilər, lakin lazerlə ötürülən işığa birbaşa baxılmamalıdır, çünki bu, ciddi göz zədələnməsinə səbəb olur və bu kabellər informasiyanın növlərinə görə aşağıdakı növləri var.

1) Tək modlu optik kabellər (Single Mode)

2) Çoxmodlu optik kabellər (Multimod)

1) **Tək modlu** fiber optik kabellər məlumat ötürmək üçün işıqdan istifadə edir, buna görə də informasiya işıq sürətində hərəkət edir. Bununla belə, kabellərin qurulma üsulu bant genişliyinə və ötürmə məsafəsinə dramatik təsir göstərə bilər. Bu, mis kabelləri və ya HDMI kabelləri kimi bəzi digər kabellərin tikintisində istifadə olunan materiallara və ya aktiv və ya passiv kabellər olmasına görə fərqli maksimum uzunluqlara malik ola bilməsindən tamamilə fərqli deyil, lakin fiber optik kabellər fərqli faktora görə dəyişir.[1]

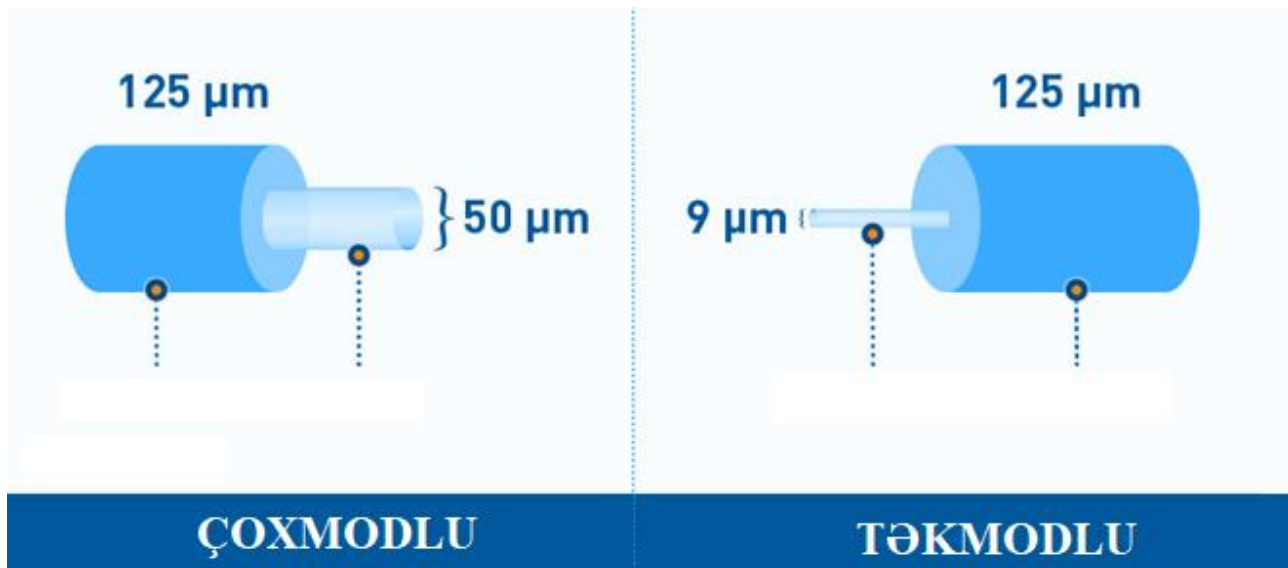
Tək rejimli və çoxmodlu fiber optik kabellər nüvənin müxtəlif diametrləri ilə məlumatı kabelin uzunluğu boyunca ötürən şüşə lifləri ilə düzəldilir. Tək rejimli fiber kabellər çox dar bir nüvəyə malikdir, bu da işığın yolunu öz növbəsində dar saxlayır və işıq signalını sönmədən və təkrarlanmadan və ya gücləndirmədən əvvəl daha böyük məsafələrə daşıya bilər.

Tipik olaraq, tək rejimli fiber optik kabellər bir şüşə lifdən hazırlanır, nəticədə çox dar nüvə diametri təxminən 9 µm olur. Bu, çox rejimli fiber optik kabel tipindən təxminən altı-yeddi dəfə balacadır. Tək rejimli fiber optik kabellər gücləndirməsi tələb olunmazdan əvvəl bir çox mil məsafəyə signal daşıya bilər. Bu, onları daha qısa məsafələrə məlumat ötürmək üçün nəzərdə tutulmuş çox rejimli fiber-optik kabellərdən daha uzun məsafəli məlumatların daşınması üçün daha əhəmiyyətli edir. Tək rejimli fiber optik kabelin faktiki maksimum məsafəsi onun ötürülmə sürətindən və kabel növündən asılıdır. Tək rejimli fiber optik kabelin iki növü var: OS1 və OS2. Birincisi, əsasən məsafələrin daha qısa olduğu və elektrik müdaxiləsinin daha çox ola

biləcəyi qapalı yerlərdə istifadə üçün nəzərdə tutulmuş kabeldir. Onlar adətən 10 km çox olmayan məsafələrdə istifadə olunur və saniyədə 10 Gigabit maksimum ötürmə qabiliyyətini dəstəkləyir.

Digər tərəfdən, OS2 kabelləri daha çox açıq havada və daha çox məsafədə istifadə üçün nəzərdə tutulub, maksimum diapazon 201 km-dir. Onlar həmçinin saniyədə 100 Gigabit-ə qədər daha böyük ötürmə qabiliyyətini dəstəkləyir və OS1 fiber optik kabel digər növlərindən daha bahalıdır. Performans potensialından başqa, OS2 kabelləri də fərqli şəkildə qurulur. Onlar boş boru konstruksiyasından istifadə edirlər, əsl fiber optik nüvəsi şüşə liflərin özlərinə heç bir gərginlik qoymadan kabelin uzanmasına və əyilməsinə imkan verən yarı sərt borular içərisində spiral formada düzəldilmişdir. OS2 daha böyük məsafələrdə ən yaxşı performansını təmin edən fiber optik kabellərə və onlar çoxlu informasiya ötürülməsinə daha davamlıdır. Bu kabellər bahalı olsa da, daha böyük şəbəkələr üçün ən yaxşı əlaqəni təmin edir və təkmilləşdirilmiş davamlılığı və ümumi ötürmə qabiliyyəti sayəsində şəbəkələrdə istifadə olunur. O, adətən universitet şəhərciyinin məlumat şəbəkələrində, kabel televiziya ötürmə sistemlərində və əsas telekommunikasiya şəbəkələrində istifadəni olunur.

2) **Çoxmodlu** fiber optik kabellər daha geniş daxili nüvə ilə xarakterizə olunur, $50\mu\text{m}$ və ya $62.5\mu\text{m}$ ölçülür ki, bu da kabeldən müxtəlif məlumatların göndərilməsinə imkan verir. Bu, öz dizaynında daha sərfəli qiymətə malik LED-lərdən və şaquli boşluqlu səthi emissiya edən lazerlərdən (VCSEL) istifadə etməyə imkan verir ki, bu da adətən çoxmodlu fiber optik kabelləri tək rejimli analoqlarından xeyli ucuzdur.



Şək 1.2.4 Tək modlu və çoxmodlu optik kabellərinin fərqi

Bu daha böyük nüvə işığın nüvənin daxili hissəsindən daha çox əks olunması deməkdir ki, bu da birdən çox işıq şüasının eyni vaxtda ötürülməsi üçün çoxlu yollar açır. Bununla belə, bunun öz məhdudiyyətləri var, yəni daha çox siqnal zəifləməsi, bu o deməkdir ki, çox rejimli fiber optik kabellər sadəcə olaraq tək rejimli kabellərlə eyni məsafələri dəstəkləyə bilməz və daha böyük məsafələr tələb olunduqda daha müntəzəm təkmilləşdirmə tələb olunur. Çox rejimli kabellər geniş spesifikasiyalar və imkanlarla beş fərqli növə bölünür. OM1, təxminən 100 fut məsafədə saniyədə 10 Gigabit maksimum ötürmə qabiliyyəti ilə fiber optik kabel növləri arasında ən zəif, lakin ən əlverişlidir. OM2 daha keyfiyyətli əlaqə təmin edir və eyni performansını 260 fut məsafədə saxlaya bilər, OM3 isə onu eyni ötürmə qabiliyyəti ilə 1000 fut-a qədər artırır. OM4 daha təsir edici, hərəkətsizdir və saniyədə 10 Gigabit sürətlə 1300 fut-a çata bilər. Bu, OM5 üçün eynidir və həm OM4, həm də OM5 daha tələbkar saniyədə 40 Gigabit və 500 fut-a qədər saniyədə 100 Gigabit ötürməyə qadirdir. Bununla belə, OM5 daha yeni standartdır və saniyədə 200 Gigabit və hətta 400 Gigabit-ə qədər daha böyük bant genişliyi üçün dəstəyini artırmaq üçün lazer işığının müxtəlif rənglərindən istifadə edən qısa dalğa uzunluğuna bölünən multipleksdən istifadə edir. Bu müxtəlif kabel növləri arasında fərq qoymağa kömək etmək üçün onların hər birinin xarici gödəkçəsi üçün fərqli rəng kodlaması var. OM1 multimod kabellərində adətən narıncı və ya boz xarici gödəkçələr olur, OM2 isə yalnız narıncıdır. OM3 multimod kabelləri tez-tez aqua adlanan mavi mavi rəngdən istifadə edir, OM4 kabelləri isə bənövşəyi və

ya aqua rəngdən istifadə edə bilər. Ən yeni, OM5 kabel növü, fərqli dizayn profilini vurğulamaq üçün əhəng yaşıl örtükdən istifadə olunur. OM2, OM3, OM4 və OM5 kabellərini qarışdırmaq və uyğunlaşdırmaq mümkün olsa da, fərqli performans imkanlarına görə bu, məsləhət görülmür. OM1-i digər fiber optik kabel növləri ilə qarışdırmaq və uyğunlaşdırmaq fiziki olaraq qeyri-mümkündür, lakin onların müxtəlif ölçülü nüvəsinə görə, tək rejimli və çox rejimli fiber optik kabel növləri də nüvənin diametrindəki fərq və müxtəlif işıq dalğa uzunluqları səbəbindən bir-birini əvəz edə bilməz.

Optik liflərin növləri

Optik lifləri aşağıdakılara görə müxtəlif növlərə bölmək olar:

Liflərin hazırlandığı materiallar

Yayıma üsulu və

Kırılma indeksi (İndeks profili)

Materiala əsasən optik liflərin növləri

İstehsal materialının növünə görə optik liflərin üç əsas növü vardır. Hər üç növdə nüvə, eləcə də üzlük həm şüşədən, həm də plastikdən hazırlana bilər. Üç növ bunlardır:

Plastik üzlüklü plastik nüvə.

Plastik üzlüklü şüşə nüvəsi (Həmçinin PCS lifi, plastik örtüklü silisium adlanır).

Şüşə üzlüklü şüşə nüvəsi (Həmçinin SCS lifi, silisium-elad-silis adlanır)

1. Plastik üzlüklü plastik nüvə

Bu tip lif çox vaxt istifadə olunur, çünki burada həm nüvənin, həm də üzlüyün eyni materialdan olması istehsal prosesini asanlaşdırır. Bu liflərin üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar daha çevikdirlər, quraşdırmaq asandır, daha dözümlüdürlər, ucuzdurlar və şüşə liflərdən təxminən 60% az çəkili olurlar. Əsas çatışmazlıq, bu plastik liflərin zəifləmə xarakteristikasının yüksək olmasıdır. Bununla belə, onlar tez-tez 50-200 metr məsafədə təxminən 6 Mbit / s məlumat imkanları olan qısa məsafəli kompüter proqramları üçün istifadə olunur.

2. Plastik üzlüklü şüşə nüvəsi (PCS)

Şüşə nüvəli liflər aşağı zəifləmə xüsusiyyətləri nümayiş etdirir. PCS lifləri radiasiyadan daha az təsirlənir və buna görə də hərbi tətbiqlər üçün daha uyğundur.

3. Şüşə üzlüklü şüşə nüvə (SCS)

Bu SCS lifinin zəifləmə xüsusiyyətləri PCS liflərindən bir qədər yaxşıdır. Sonra liflər ən yaxşı yayılma xüsusiyyətlərinə malikdir və asanlıqla dayandırıla bilər. SCS lifləri ən az möhkəmdir və radiasiya sahəsində zəifləmənin artmasına daha çox həssasdırlar.

Misal:

SiO₂, əsas, PO-SiO₂, üzlük.

P₂O₅-SiO₂, əsas, Si O₂, üzlük.

Kırılma indeksinə əsaslanan optik liflərin növləri (indeks profili)

Hər hansı bir optik lifdə, üzlüyün bütün materialı vahid bir sındırma əmsalı dəyərinə malikdir, lakin əsas materialın sınma indeksi ya sabit qala bilər, ya da müəyyən bir şəkildə dəyişə bilər.

Lifin oxundan radial məsafəyə (üfüqi ox boyunca) görə sınma indeksinin (şaquli ox boyunca) dəyişməsinə əks etdirən əyriyə sınma indeksi profili deyilir. İndeks profillərinin iki əsas növü var:

Addım indeksli lif

Qiymətləndirilmiş indeksli lif.

1. Addım İndeksli Fiber

Bir pilləli indeksli lif vahid sındırma indeksi olan mərkəzi nüvəyə malikdir. Nüvə mərkəzi nüvədən daha az vahid sındırma indeksi olan xarici örtüklə əhatə olunmuşdur.

2. Qiymətləndirilmiş İndeksli Lif (GRIN Fiber)

Dərəcəli indeksli lifdə nüvənin sınma indeksi qeyri-bərabərdir, mərkəzdə ən yüksək (maksimum) olur və xarici kənara doğru məsafə ilə tədricən azalır.

Fiber optik rabitənin üstünlükləri

Fiber optik rabitənin metal kabel (elektrik) rabitəsi ilə müqayisədə əsas üstünlükləri aşağıdakılardır:

1. Son dərəcə geniş bant genişliyi

Tək şüşə lif ilə mövcud bant genişliyi 100 GHz-dən çoxdur. Belə böyük bant genişliyi ilə eyni lif üzərindən minlərlə səsli söhbət və ya onlarla video siqnalı eyni vaxtda ötürmək mümkündür. Halbuki, metal kabellər vasitəsilə yalnız çox az sayda (40-50) müstəqil siqnal göndərilə bilər.

2. Elektrostatik müdaxiləyə qarşı immunitet

Optik liflər ya şüşədən, ya da plastıkdən (keçirici olmayan və ya elektrik cərəyanı) hazırlanmışından, xarici elektrik səs-küyü və ildırım lifli kabeldəki enerjıyə təsir etmir. Nəticə səssiz ötürmədir. lakin bu, metaldan hazırlanmış metal kabellər üçün doğru deyil, çünki onlar yaxşı elektrik keçiriciləridir.

3. Çarpaz söhbətin aradan qaldırılması

Fiber sistemlər maqnit induksiyası nəticəsində yaranan kabellər arasında çarpaz danışıqlara qarşı immunitetlidir. Halbuki, metal kabellərdə çarpaz söhbət iki bitişik naqıl arasındakı elektromaqnit birləşməsindən yaranır.

4. Daha Yüngül Çəki və Kiçik Ölçü

Liflər çox kiçik ölçülüdür. Bu ölçüdə azalma lifləri gəmilər, təyyarələr və həcmli mis kabellərin çox yer tutduğı hündürmərtəbəli binalar üçün ideal ötürmə mühitinə çevirir. Ölçülərin azalması çəkinin də azalmasına səbəb olur.

5. Aşağı Xərc

Liflərdə istifadə olunan material silisium şüşəsi və ya yer üzündə ən bol materiallardan biri olan silikon dioksiddir, nəticədə daha aşağı qiymətə malikdir. Optik lif xərcləri azalmaqda davam edir. Fiber istifadəsi ilə bir çox sistemin xərcləri azalır və bu tendensiya sürətlənir.

6. Təhlükəsizlik

Fiber kabellər metal kabellərdən daha etibarlıdır. Elektromaqnit birləşmə və radiasiyaya qarşı toxunulmazlığına görə optik lif ən təhlükəsiz mühitlərdə istifadə edilə bilər. Baxmayaraq ki, ələ keçirilə və ya toxuna bilsə də, bunu etmək çox çətinidir, çünki qəbul edən istifadəçinin sonunda həyəcan siqnalı çalınacaq.

7. Daha böyük təhlükəsizlik

Bir çox simli sistemlərdə (metal kabellər) qısa qapanmanın potensial təhlükəsi ehtiyatlı dizayn tələb edir. Halbuki, optik liflərin dielektrik təbiəti qığılcım təhlükəsini aradan qaldırır.

8. Korroziya

Fiber kabellər ətraf mühitin həddindən artıq təsirlərinə daha davamlıdır. Onlar metal analoqlarına nisbətən böyük temperatur dəyişikliklərində işləyirlər və korroziyalı maye və qazlardan daha az təsirlənirlər.

9. Daha Uzun Ömür və Baxım Asanlığı

Fiber optik kabellər üçün 20 ildən 30 ilə qədər daha uzun xidmət müddəti adi kabellərlə müqayisədə 12 ilə 15 il arasında proqnozlaşdırılır.

Fiber optik rabitənin tətbiqi

Optik liflərin müxtəlif sahələrdə tətbiqi aşağıda verilmişdir:

1. Optik Liflər Tibb sənayesində istifadə olunur

Həddindən artıq nazik və çevik təbiətinə görə, müxtəlif alətlərdə bədənin daxili hissələrini bədəndəki boşluqlara daxil edərək görmək üçün istifadə olunur. Əməliyyatlar, endoskopiya, mikroskopiya və biotibbi tədqiqatlar zamanı lazer kimi istifadə olunur.

2. Ünsiyyətdə istifadə olunan optik liflər

Rabitə sistemində telekommunikasiyada ötürmə və qəbul məqsədləri üçün fiber optik kabellərdən əsas istifadə olunur. O, müxtəlif şəbəkə sahələrində istifadə olunur və hətta ötürülən məlumatların sürətini və dəqiqliyini artırır. Mis naqillərlə müqayisədə fiber optik kabellər daha yüngül, daha çevikdir və daha çox məlumat daşıyır.

3. Müdafiə məqsədləri üçün istifadə olunan optik liflər

Fiber optiklər hərbi və aerokosmik tətbiqlərin yüksək səviyyəli məlumat təhlükəsizliyi sahələrində məlumat ötürülməsi üçün istifadə olunur. Bunlar təyyarələrdə naqillərdə, SONARlar üçün hidrofondlarda və seysmik tətbiqlərdə istifadə olunur.

4. Optik liflər sənayedə istifadə olunur

Bu liflər həm daxili, həm də çöldə avtomobillərdə təhlükəsizlik tədbirləri və işıqlandırma məqsədləri üçün istifadə edildiyi üçün əlçatmaz yerlərdə təsvirlər üçün istifadə olunur. Onlar məlumatı ildırım sürəti ilə ötürür və təhlükəsizlik yastıqları və dartma nəzarətində istifadə olunur. Onlar həmçinin sənayelərdə tədqiqat və sınaq məqsədləri üçün istifadə olunur.

5. Yayım üçün istifadə olunan optik liflər

Bu kabellər daha çox bant genişliyi və sürəti olan yüksək dəqiqlikli televiziya siqnallarını ötürmək üçün istifadə olunur. Optik lif eyni miqdarda mis naqillərlə müqayisədə daha ucuzdur. Yayım şirkətləri HDTV, CATV, video-on-demand və bir çox proqramların çəkilişi üçün optik liflərdən istifadə edirlər.

6. İşıqlandırma və Dekorasiya üçün Optik Fiberin İstifadəsi

İndi biz optik lifin nə olduğu barədə ədalətli təsəvvür əldə etdik və o, həm də ərazini işıqlandırmaq üçün cəlbedici, qənaətcil və asan bir yol verir və buna görə də bəzəklərdə və Milad ağaclarında geniş istifadə olunur.

7. Mexaniki Təftişlərdə istifadə olunan optik liflər

Yerində yoxlama mühəndisləri çatmaq çətin olan yerlərdə zədələri və nasazlıqları aşkar etmək üçün optik liflərdən istifadə edirlər. Hətta santexnika boruların yoxlanılması üçün optik liflərdən istifadə edirlər.

1.2 Optik şəbəkələrin qurulması prinsipləri

İnternet trafikinin sürətləməsinə uyğun olaraq, İnternet infrastrukturunun əsasını təşkil edən optik nəqliyyat şəbəkələri texnologiya və arxitektura cəhətdən inkişaf etmişdir. Texnologiyaya əsaslanan irəliləyişlər sistemin tutumunu genişləndirməyi hədəfləsə də, arxitektura cəhətdən həlləri effektiv trafik yükünü azaltmağın innovativ yolları ilə mövcud tutumdan optimal istifadəyə diqqət yetirir və buna görə də daha çox trafik sorgusuna xidmət etmək üçün yol açır. Nəticədə, optik şəbəkə arxitekturasının təkamülü hər ötürülən bit üçün əməliyyat xərclərini azaltmaqı hədəfləyir. Müxtəlif aspektlər arasında, ara qovşaqlarda tranzit trafikinin idarə edilməsi optik şəbəkə arxitekturalarının təsnifatında xarakterik xüsusiyyəti ifadə edir. Bu kontekstdə birinci nəsil optik-elektrik-optik (O-E-O) rejimindən ikinci nəsil optik bypass (yan keçmək) rejiminə keçid optik nəqliyyat şəbəkələrinin daha böyük şəbəkə səmərəliliyinə doğru yenidən dizayn edilməsində dəyişikliyi qeyd edir.

Daha sonra optik yan keçid əməliyyatı son iki onillikdə həm metro, həm də magistral şəbəkələrdə istifadəçilərin əksəriyyəti tərəfindən qəbul edilmiş faktiki yanaşmaya çevrildi və əsasən dəyişməz qaldı. Bununla belə, optik-bypass şəbəkəsində, ümumi aralıq qovşağı keçən qeyri-transit işıq yollarının müxtəlif rəqib müdaxilənin qarşısını almaq üçün zaman, tezlik və ya məkan ayrılması faktı kritik çatışmazlıq kimi

görünür, çünki belə işıq yollarının optik sahədə qarşılıqlı təsiri nəticələnmə bilər. Spektral resurslara qənaət etmək üçün səmərəli hesablama və yaxud signal emal əməliyyatlarında istifadə olunur. Optik siqnalların emalı texnologiyaları və hesablama və kommunikasiyaların inteqrasiyasında sürətlənmiş tərəqqidən ilhamlanaraq, biz bu dissertasiyada gələcək optik şəbəkələr üçün yeni arxitektura təqdim edirik və bu yeni arxitekturanın necə pozmaq potensialına malik olduğunu vurğulayırıq. Həqiqətən də, bizim təklifimiz daha çox spektral səmərəli işıq yolları yaratmaq üçün aralıq qovşaqlarda tranzit işıq yollarının superpozisiyasından istifadə etmək və şəbəkə dizaynı baxımından bu fürsətdən necə istifadə etmək üzərində qurulub. Optik emalı ilə aktiv əməliyyatın həmkarı olan optik bypass ilə müqayisədə üstünlüyünü nümayiş etdirmək üçün optik birləşmə və optik XOR kodlamasını əks etdirən iki nümunə tədqiqatını təqdim edirik. Real şəbəkə topologiyaları üzrə ədədi nəticələr verilmişdir ki, bu da optik emal şəbəkəsinin mənimsənilməsi sayəsində 30%-ə qədər spektral qənaətə nail oluna biləcəyini göstərir.[15,20,25]

Fiberin ev (FTTH) şəbəkələri üçün dizayn prosesini və ya bu mövzuda hər hansı bir fiber optik şəbəkəni - ümumiləşdirməyin həqiqətən heç bir yolu yoxdur, çünki hər sistem unikaldir. Əgər FOA(Fiber Optik Assosiasiyası) -nın digər dizayn materialları ilə tanışsınızsa, bilirsiniz ki, FTTH şəbəkəsinin necə dizayn ediləcəyini söyləmək əvəzinə, biz müxtəlif şəbəkə arxitekturalarını, tikinti üsullarını və s. mümkün olan bəzilərini təsvir edəcəyik, sonra şəbəkəniz üçün işləyə biləcək və dizayn proseslərinizi stimullaşdırma biləcək variantları təklif edəcəyik.

FTTH şəbəkə dizaynında aşağıdakıları başa düşməyin ən yaxşı yolu, qəbul edilməli olan dizayn qərarlarına təsir edən abunəçi sıxlığı, coğrafi və texniki məsələlərə görə fərqlənən bir neçə çox müxtəlif şəbəkə növlərini nəzərdən keçirməkdir.

- Şəhər
- Şəhəratrafi
- Çox yaşayışlı bölmələr
- Kənd

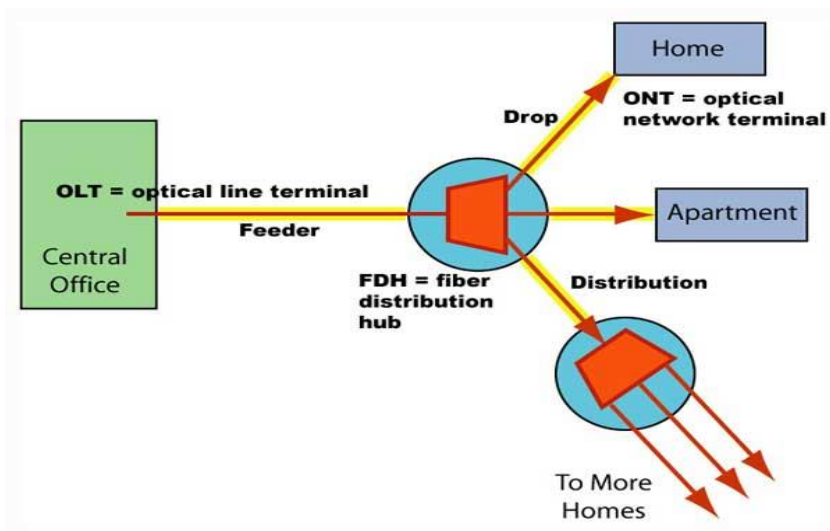
Bunların hər birində real dünyada müvəffəqiyyəti sübut edilmiş arxitektura variantlarını müzakirə edəcəyik. Sistemin arxitekturasını, eləcə də kabel qurğusunun

özünün dizaynını müxtəlif komponent səviyyəsinə qədər necə tərtib edəcəyimizi nəzərdən keçirəcəyik. Biz həmçinin xərclərə və gələcək təkmilləşdirmələrə baxacağıq. Onları başa düşməyinizə kömək etmək üçün müxtəlif variantları təsvir etməyə çalışacağıq.

PON (Passiv Optik Şəbəkə)

Əksər FTTH şəbəkələri passiv optik şəbəkə arxitekturasına əsaslanır, çünki bu, adətən FTTH şəbəkəsini dizayn etmək üçün ən aşağı xərc üsuludur. Bəzi hallarda üstünlük verilə bilən başqa arxitekturalar var və biz onları da müzakirə edəcəyik. Bu rəsm tipik PON şəbəkəsinin yaradılmasında istifadə olunan aparatın yerini göstərir. Bu rəsm

həmçinin kabellər üçün şəbəkə jarqonunu müəyyənləşdirir: "qidalandırıcı" kabel CO-dakı (mərkəzi ofis) OLT (optik xətt terminalı) ilə PON (passiv optik şəbəkə) ayırıcısının yerləşdiyi FDH-yə (lif paylama mərkəzi) qədər uzanır. .

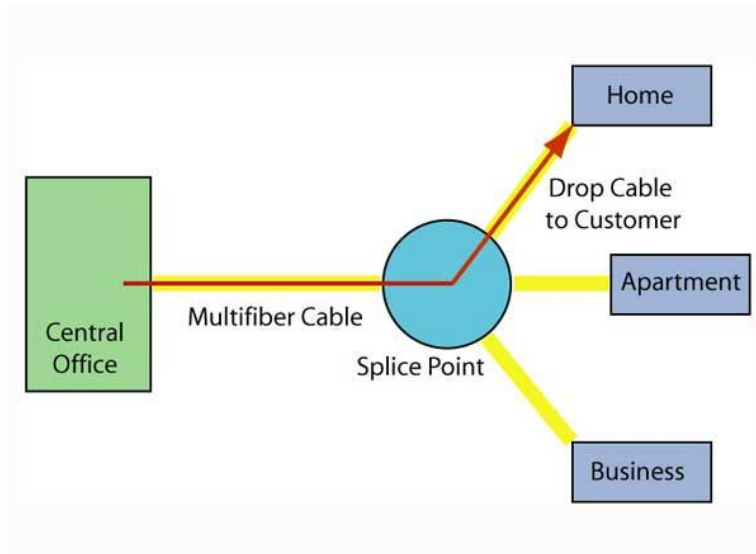


Şək 1.2.1 OLT

Aktiv Ulduz

PON-un alternativini aktiv ulduz şəbəkəsidir və hər bir abunəçinin baş hissəyə və ya mərkəzi ofisə xüsusi lif və Ethernet keçidinə malik olduğu nöqtədən-nöqtəyə (P2P) və ya "home run" sistemi də deyilir. PON ilə əsas fərq şəbəkə üçün tələb olunan lif miqdarıdır, xüsusən də xidmət təminatçısının açarları baş ucunda yerləşirsə. Kommutatorlar abunəçilərə daha yaxın ola bilər, lakin keçid üçün enerji, UPS tələb olunur bu da bu seçimi daha mürəkkəb edir.

PON-lar üçün standartlar sizə 10 Gbit/s və ya 100 Gbit/s şəbəkə seçimi verir. Texniki



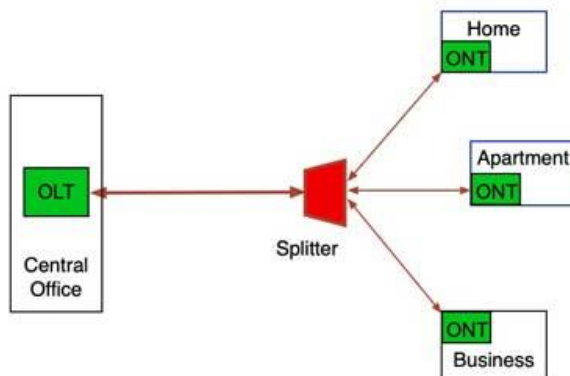
Şək 1.2.2 Çox lifli kabledən istifadə üsulları

olaraq 10 Gbit/s (qısaca G) adlanan 32 (normal) və ya 64 (nadir) istifadəçi arasında paylaşılan 2.5G-dən aşağı və 1.25G-dən yuxarıda OLT portları təklif edən adi GPON-dur. Ümumiyyətlə, hər bir OLT portunda 1 G bir qədər aşağı dəyər üçündür. Şəbəkələrin vahidlərini başa düşürsünüzsə, 1Gb/s bant genişliyinə malik 32 istifadəçinin cəmi 30Mb/s sürətə malik olduğunu güman edə bilərsiniz (1Gb/s = 1000Mb/s, 32 = 31,25Mb/s-ə bölün). Amma bu real deyil. Tam 1G bant genişliyi ondan çox vaxt istifadə edən bütün istifadəçilər üçün əlçatandır, buna görə də onların məlumatları 1G sürətində ötürülür. Əksər FTTH şəbəkələri üçün orta istifadə cəmi bir neçə Mb/s təşkil edir, ona görə də 1G PON-lar çox effektivdir.

Lakin 10G PON-lar mövcuddur və bütün elektronika kimi, buna görə də bir çox şəbəkələr üçün onlar nəzərdən keçirilir. Hər hansı bir FTTH şəbəkəsinin olması şübhəlidir istehlakçı abunəçiləri üçün 10G lazımdır, lakin bəzi biznes müştəriləri ola bilər, lakin 10G-ni 1G-dən fərqli dalğa uzunluqlarından istifadə etdilər, buna görə də 1G GPON şəbəkəsi qursanız, istənilən vaxt təkmilləşdirə bilərsiniz deyək ki, biznesə yönəlmiş şəbəkə genişləndirilməsini təmin etmək üçün və hər iki şəbəkəni eyni vaxtda eyni şəbəkə üzərində işlədə bilərsiniz. Ümumiyyətlə, biz daha ucuz cihazlardan faydalanmaq üçün 1G-də şəbəkələr qurmağı tövsiyə edirik, lakin təkmilləşdirmələrin sadəcə olaraq edilə biləcəyini və eyni kabel qurğusundan istifadə edə biləcəyini bilirik.

Şəbəkə Arxitekturaları

PON-ların arxitekturaya dair seçimləri var ki, bu da qiymətə təsir edə və quraşdırma asanlığına səbəb ola bilər. Dizaynerin verməli olduğu ilk qərarlardan biri, ayırıcıları harada yerləşdirməkdir, çünki bu, kabellərin neçə lifə malik olması və hansı avadanlıq

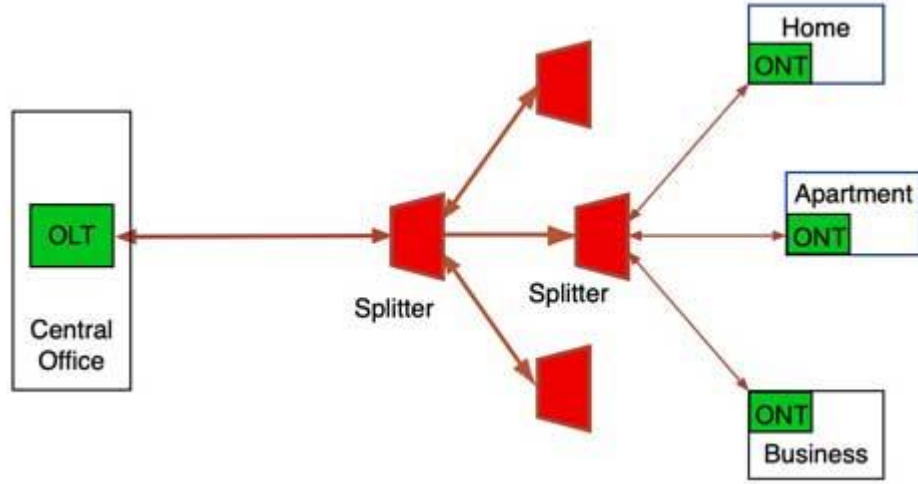


Şək 1.2.3 OLT-ONT

növlərinin istifadə edilməsi kimi digər aparat qərarlarına təsir edib etməyəcəyi nəzərə alınmalıdır. Bu qərarı qəbul etmək üçün ilk növbədə abunəçilər arasında şəbəkənin necə paylanmasını başa düşmək lazımdır, çünki səmərəli sistemin dizaynı üçün yer və sıxlıq vacibdir. Dizaynla bağlı bəzi seçimlər: PON-lar splitterlərin bir mərkəzi portun 32 və ya 64 istifadəçi ilə bir lif üzərindən splitterə, sonra isə hər bir istifadəçi ilə bir liflə abunəçiyə şəbəkənin verilməsinə imkan verməsi prinsipi üzərində işləyir. Tipik PON arxitekturaları belə göstərilir:

Bu seçim daha çox lif tələb etsə də, böyük lifli kabellər asanlıqla mövcuddur və lif dəyəri aşağıdır, buna görə də kabledə daha çox lif istifadə etmək üçün əlavə xərclər yaranır. Splitter CO-də olarsa, OLT-dən daha səmərəli istifadə oluna bilər, çünki hər bir port xidmət zonasının istənilən yerindən 32 və ya 64 istifadəçini dəstəkləyə bilər. Əgər splitterlər istifadəçilərə yaxınlaşdırılırsa, gələcək genişlənmə üçün bəzi portlar açıq qalmalıdır, yəni OLT portu maksimum istifadəçi sayından daha azını dəstəkləyəcək - təxminən 24 portdan istifadə orta hesabla görünür, 8 port isə gələcək abunəçilər üçün açıqdır. [15,16,18]

Abunəçi sıxlığının aşağı olduğu yerlərdə, daha az bölücü olan splitterlərin bu kimi seriyalı digər splitterlərə qoşulduğu kaskad splitterlər adi haldır: Kaskad splitterlər abunəçilərin yayıldığı, lakin çox vaxt klasterlərdə olduğu şəhər ətrafı ərazilər və ya kənd yerləri kimi ərazilər üçün faydalıdır. Buna misal olaraq, şəhərətrafi ərazilərdəki

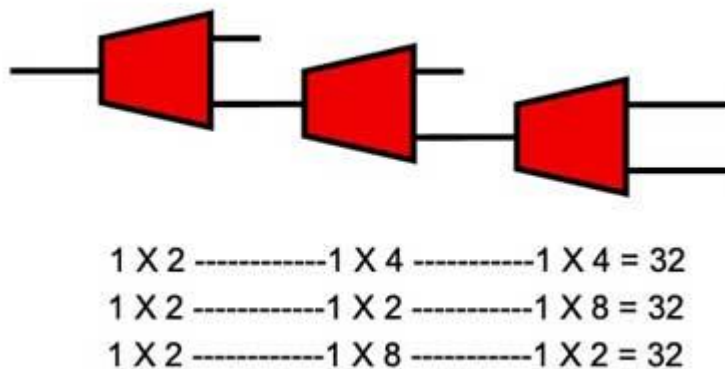


Şək 1.2.4 OLT-ONT istifadə olunan spliterlər

küçəyə və ya kənd ərazisindəki kiçik evlər toplusuna xidmət göstərmək və ya çoxmərtəbəli yaşayış binasında birdən çox istifadəçini birləşdirmək üçün 4 və ya 8 portlu splitterdən istifadə etmək olar.

PON-lar hər OLT portu üçün 32 və ya 64-ə bölünməklə standartlaşdırılıb. Lakin abunəçilərin qəbul tarifləri 100% deyil, buna görə də gələcək abunəçilərə şəbəkəyə qoşmaq üçün ehtiyat portlar yaratmaq lazımdır. Bəzi sistemlər yeni abunəçilərə şəbəkə vermək üçün hər abunəçiyə port başına 20-24 ilə məhdudlaşdırır. Digərləri baş ucundan hər bir potensial istifadəçiyə qədər lif ətrafında şəbəkələr qurulur. Mərkəzi ofisdə elektron portları optimallaşdıraraq tam doldurula bilən bütün splitterlər var. Yeni abunəçilər artıq əlavə lifə sahibdirlər və sadəcə baş ucunda splitterə qoşulmalıdırlar. Abunəçilər artıq istifadə edilən portları doldurduqca yeni OLT portları əlavə edilir.

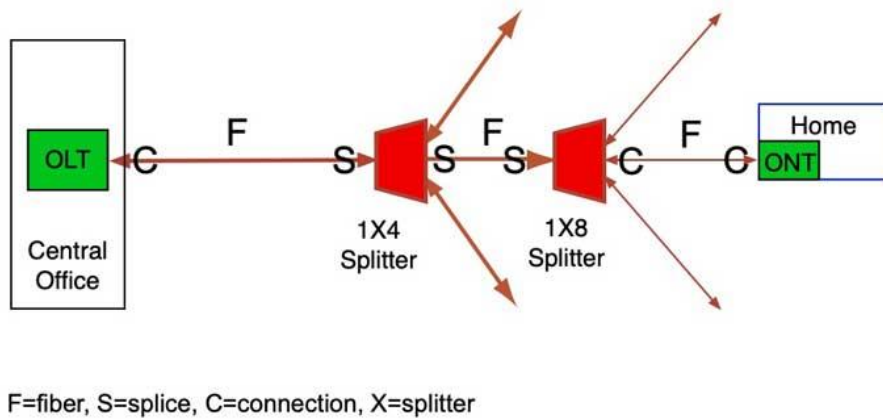
Mühəndis vaxtının çox hissəsi kabel qurğusunu optimallaşdırmaq üçün ayırıcıların harada yerləşdiriləcəyinə qərar vermək üçün sərf edir. Sıx şəhər ərazilərində abunəçi sıxlığının tək 32 portlu splitterdən istifadə etməyə haqq qazandırmaq üçün kifayət qədər yüksək olduğu yerlər ola bilər. Daha az sıx ərazilərdə, 32 parçaya bərabər olmaq üçün splitterləri kaskad etmək yəqin ki, daha səmərəli olacaq. Ayırıcılar ikili əmsallarda (2, 4, 8, 16, 32) vurulmuş bölünmə əmsalları 32-dən çox olmadığı üçün log kimi istənilən ardıcılıqla sıralana bilər, məsələn, 2+16, 4+8, 2+4+4 və s.



Şək 1.2.5 Spliter çıxışları

Splitter yerlərinin seçilməsi çətin ola bilər, lakin ümumiyyətlə bu, abunəçi qruplarının tapıldığı yerdə edilir, beləliklə, ənənə kabellərinin uzunluğu ən qısaadır. Şəhər və ya şəhəratrafi ərazilərdə bir binadakı sakinlərin sayına və ya küçədəki evlərin sayına baxmaq olar. Sıx əhali ərazilərində, bir məhəllədə bölücüləri olan postament və ya yeraltı lif paylama mərkəzi (FDH- fiber distribution hub) yerləşdirilə bilər və FDH-dan oradan binalara çəkilir. Əgər binanın çoxlu sakini varsa, Hər bir abunəçiyə ayrı-ayrı liflər ötürülməklə binanın içərisinə splitterləri olan daha kiçik FDU- Fiber Distribution Unit yerləşdirilə bilər. Splitterlər üçün böyük bir FDH tələb olunmur.

PON-lar OLT-lər üçün müəyyən bölünmə nisbəti ətrafında işlənilib hazırlanmışdır və qəbuledicidə şəbəkənin işləməsi üçün qarşılmalı olan bir sıra gücə malikdir. Məsələn, GPON-un 13dB (dəq) ilə 28dB (maksimum) arasında Güc Büdcəsi diapazonu 32-yə bölünmüşdür. Zərər büdcəsini hesablayarkən, itkinin ən azı 13 dB, lakin 28 dB-dən az olmasını təmin etmək lazımdır, adətən keçid üçün məqbul zərərdən azdır. Minimum 13 dB adətən problem yaratmır, çünki splitterlər böyük miqdarda itki verir.

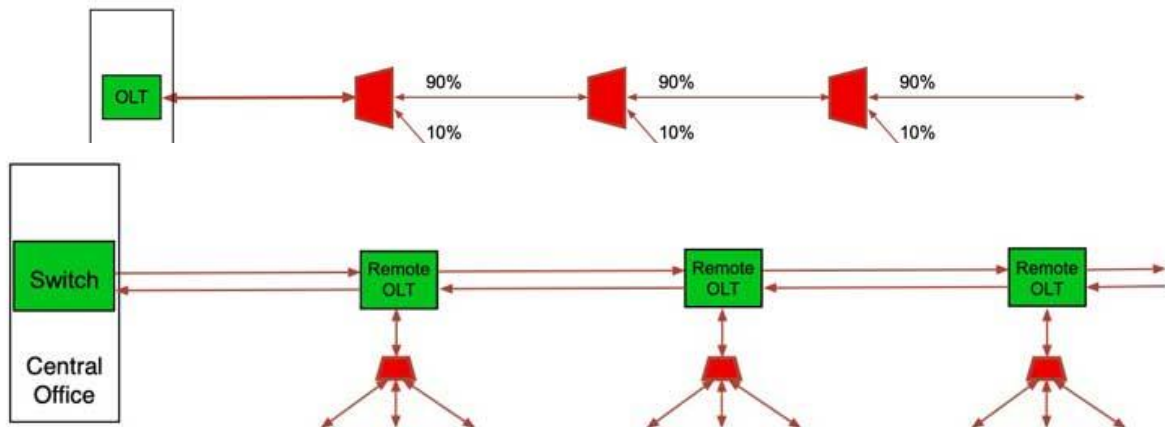


Şək 1.2.5 Spliterlə bölünmə

Kənd Memarlığı Seçimləri

Kənd yerləri aşağı abunəçi sıxlığı və uzun məsafələr ilə xarakterizə olunur, PON-ların nəzərdə tutulduğu şərtlər deyil. Bəzi proqramlarda işləyə bilən 64 tutumlu istifadəçi və 60 km qədər şəbəkə qurulan "uzunmüddətli" GPON versiyası mövcuddur. Bəzən nəzərdən keçirilən başqa bir seçim ayırıcılardan deyil, açarlardan, simmetrik olmayan

Şək 1.2.6 Optik liflərdə ayırıcılardan istifadə etməklə ötürmə



xüsusi ayırıcılardan istifadə etməkdir - çoxlu bərabər çıxışlar - lakin lifdəki siqnalın kiçik bir hissəsini, məsələn, 10% -ni ayırır və 90% -ni növbəti mərhələyə keçir.

Şək 1.2.7 Tap arxitekturası

Tap arxitekturası ilə bağlı problem tap ayırıcıların səmərəsizliyidir. Bu halda itki sürətlə artır və şəbəkənin çata biləcəyi uzunluğu sürətlə azalır (1dB = ~2.5km lif). FOA hər hansı FTTH şəbəkəsində tapların istifadəsini təhlil etmək üçün model kimi istifadə edilə bilən kənd FTTH-də tapların istifadəsinin təhlilini aparmışdır. Kənd yerləri kimi aşağı abunəçi sıxlığı üçün hazırlanmış başqa bir seçim yalnız bir neçə portu olan uzaq OLT-dir. CO istifadəsi üçün nəzərdə tutulmuş OLT-lər ümumiyyətlə bir çox OLT portları üçün seçimlərə malikdir, çünki onlar çox sayda istifadəçinin - sıx şəhərdə yüz minlərlə istifadəçinin olduğu yerlər üçün nəzərdə tutulub. Ancaq kənd yerlərində yalnız kiçik bir şəhər və ya kənd yerlərində bir neçə abunəçi ola bilər. Çoxlu sayda porta ehtiyac yoxdur. Əsas bizə lazım olan, xidmət təminatçısına geniş ərazilərə yayılmış istifadəçiləri birləşdirməyə imkan verən bir arxitekturaadır.

GPON-un uzunmüddətli versiyası kənd yerləri üçün başqa bir seçimlərdən biridir. Hər sonlama qutusunda 64 istifadəçi ilə 60 km-ə çata bilər ki, bizim ölkədə kənd yerlərindəki məsafələrlə 60 km olar, buda OLT arxitekturasından daha çox lif istifadə edəcək.

1.3 Optik şəbəkələrin tətbiq sahələri

Əsas əməliyyatları üçün optik liflərə əsaslanan müxtəlif gündəlik həyat tətbiqləri var. Bu cür tətbiqlərin bəzi nümunələri aşağıda verilmişdir:

1. Rabitə Sistemləri

Fiber optik rabitə sistemi çoxlu sayda informasiyanın mənbədən təyinat məntəqəsinə infraqırmızı işıq siqnal impulsları şəklində ötürülməsini nəzərdə tutan rabitə üsuludur. Bu rabitə növü həm uzun, həm də qısa məsafəli rabitə üçün uyğundur və istifadəçiyə səs, video, məlumat və o cümlədən telemetriya siqnalları daxil olmaqla bütün növ siqnalları mübadilə etməyə imkan verir. Fiber optik rabitə sisteminin elementlərinə ötürücü dövrə, işıq mənbəyi, fotodetektor və qəbuledici dövrə daxildir. Optik lif rabitəsində siqnalların ötürülməsi üçün işıq yayan diodlar və ya LAZER işığı üstünlük verilən işıq mənbələri, PN qovşağı diodları və uçqun formalı diodları isə qəbul və aşkarlama məqsədləri üçün üstünlük verilən fotodetektorlardır. Fiber optik rabitə sisteminə ümumiyyətlə digər rabitə vasitələrindən daha çox üstünlük verilir, çünki o, etibarlı rabitə vastəsi olduğunu sübut edir və siqnalara heç bir elektromaqnit müdaxiləsindən təsirlənməsinin minimum imkanını təklif edir. Həmçinin, optik lif əsaslı rabitə sistemi əhəmiyyətli dərəcədə böyük bant genişliyinə, siqnalın deqradasiyasının daha az şansına malikdir, yüksək məlumat təhlükəsizliyini təmin edir, nisbətən qənaətcildir və daha az enerji sərf olunur.

2. Tibbi Avadanlıq

Optik liflər müxtəlif tibbi avadanlıqlarda və bir çox tədqiqat laboratoriya maşınlarında geniş istifadə olunur. Məsələn, endoskop, otoskop, oftalmoskop və s. ümumi əməliyyatları üçün optik liflərə əsaslanan diaqnostik tibbi cihazlardan bəziləridir. Optik liflər adətən tibbi diaqnostika və müalicə tətbiqləri üçün üstünlük verilir, çünki onlar heç bir və ya minimum yan təsirləri və zərərli nəticələri təklif etmirlər, təbiətə elastikdirlər, əhəmiyyətli dərəcədə daha az səth sahəsinə malikdirlər və hər hansı bir zərərli şüa yaymırlar. Diaqnostika və müalicə tətbiqlərindən başqa, optik liflər mikrobiologiya və biotibbi sektorda tədqiqat tətbiqləri üçün də istifadə edilə bilər.

3. Fairy Lights

Pəri işıqları və digər bəzək əşyaları da optik liflərdən istifadə edir. Işıqlandırma və bəzək məqsədləri üçün optik liflərdən istifadənin üstünlükləri arasında minimum signal sızması və elektrik şoku, yüngüllük, elastiklik, sərfəli qiymət, uzun ömür müddəti və s. daxildir. Həmçinin, optik lif əsaslı işıqlandırma və bəzək əşyaları nisbətən təhlükəsiz və qənaətcildir.

4. İnternet

İnternet, optik liflərdən istifadə edən real həyat tətbiqlərinin görkəmli nümunələrindən biridir. Optik liflər nisbətən az vaxt ərzində böyük miqdarda məlumatı bir yerdən digər yerə ötürməyə qadirdir. Yüksək məlumat ötürmə sürəti, çeviklik, yüngül çəki və toplu məlumatları asanlıqla daşımaq qabiliyyəti optik lifləri ənənəvi mis naqillər əvəzinə internet kabellərində istifadə etməyə uyğun edir.

5. Cərrahiyyə və Stomatologiya

Qeyri-intruziv cərrahiyyə prosedurları real həyatda optik liflərin başqa bir tətbiqidir. Cərrahi tətbiqlərdə, optik liflər hədəf cərrahiyyə sahəsini işıqlandırmaya kömək edən və həkimlər və tibb işçiləri üçün görmə qabiliyyətini yaxşılaşdıran parlaq bir işıq yaymağa meyllidir, bununla da kəsiklərin sayını və dərinliyini azaldır.

6. Kompüter şəbəkəsi

Kompüter şəbəkəsi bir bina daxilində və ya müxtəlif binalar arasında yerləşən iki və ya daha çox kompüter sisteminin bir-biri ilə əlaqəsi kimi müəyyən edilə bilər. Cihazların bu qarşılıqlı əlaqəsi istifadəçiyə məlumat mübadiləsinə, ümumi proqramlara daxil olmağa və resursları daha sürətli sürətlə böyük dəqiqlik və təhlükəsizliklə paylaşmağa kömək edir. Ənənəvi birləşdirici kabelləri fiber optik kabellərlə əvəz etməklə verilənlərin ötürülmə sürəti və sistemin sənədlərə daxil olmasının həqiqiliyi asanlıqla artırıla bilər. Həmçinin, optik liflər toplu məlumatların və məlumatların şəbəkənin bir ucundan digər ucuna eyni vaxtda ötürülməsinə imkan verir.

7. Avtomobil sənayesi

Avtomobil sənayesi əsasən avtomobillərin interyerini işıqlandırmaq üçün optik liflərdən istifadə edir. Çünki optik liflər çox yer tutmur, parlaq işıq saçır, avtomobilin mexaniki strukturunda çevik şəkildə yerləşdirilə bilər, qənaətcildir, çox enerji sərf etmir, signalın pisləşməsi və sızması üçün minimum şansa malikdir, əhəmiyyətli

dərəcədə uzun ömürlüdür. span və tez-tez baxım tələb etmir. Daxili işıqlandırma tətbiqləri ilə yanaşı, avtomobil sənayesi də avtomobilin xarici lampalarında optik liflərdən istifadə edə bilər. Həmçinin, optik liflər rabitə məqsədləri üçün bir sistemdə istifadə edilə bilər. Məsələn, qəza zamanı optik liflər şəbəkəsi toqquşma detektoru və ya sensoru tərəfindən yaradılan siqnalı avtomobilin daxili dövrəsinə ötürmək üçün istifadə edilə bilər və dartma nəzarəti və hava yastığı sistemini tez aktivləşdirməyə kömək edir. Avtomobilin müxtəlif hissələri arasında rabitə üçün optik liflərdən istifadə üstünlük təşkil edir, çünki optik siqnal işıq sürəti ilə hərəkət edir və bununla da idarəetmə sistemlərinin cavab müddətini yaxşılaşdırır.

8. Telefon

Bina, şəhər və ya ölkə daxilində yerli telefon əlaqəsi və müxtəlif ölkələrdə yaşayan istifadəçilər arasında qlobal telefon əlaqəsi adətən optik liflərin əsas iş prinsipinə əsaslanır. Mobil rabitə məqsədi ilə fiber optik kabellər bir yerə yığılır və yeraltı və ya dəniz səthinin altına çəkilir. Bu, siqnalın təhlükəsizliyini və təhlükəsizliyini yaxşılaşdırır, çünki axan məlumatlar ətraf mühitdə hərəkət edən digər elektromaqnit dalğalarının yaratdığı elektromaqnit müdaxiləsindən asanlıqla təsirlənmir. Optik lif əsaslı telefon əlaqəsi istifadəçilərə optik siqnal işıq sürəti ilə axdığı üçün saniyələr ərzində bir-biri ilə əlaqə saxlamağa imkan verir. Həmçinin, bu cür rabitə sistemləri aparıcı və gecikmə problemlərini aradan qaldırmağa meyllidir, bununla da iki tərəfə az və ya heç bir təhrif olmadan aydın söhbət etməyə imkan verir. Telefon rabitəsi üçün optik liflərdən istifadənin dezavantajı odur ki, kabellər yerin altında mövcud olan deformasiyalar səbəbindən mikro əyilmələrə məruz qalır və siqnalın keyfiyyətinə və ya məzmununa mane ola bilər.

9. Təftiş Cihazları

Optik liflər yoxlama və texniki xidmət mühəndisləri üçün çox faydalıdır. Bunun səbəbi fiber optik kabellərin çevik olması və çətin əldə edilən yerləri yoxlamaq üçün istifadə oluna bilməsidir. Təftiş cihazlarının dizaynı icra sahəsinin növünə görə dəyişir. Məsələn, ən populyar optik lif əsaslı yoxlama cihazlarından biri silisium, plastik və ya şüşədən ibarət uzun elastik optik lif boruya quraşdırılmış mikro kameradan istifadə edir. Yoxlama prosesinə başlamaq üçün kamera və borunun

düzülüşü yoxlanılacaq əraziyə yerləşdirilir. Kamera vizual məlumatları tutmağa və onu fiber optik kabelə ötürməyə çalışır. Texnik və ya mühəndis daha sonra məlumatı display cihazında əldə edir. Yoxlama məqsədləri üçün optik lifdən istifadənin üstünlüyü daha çox çeviklik,

10. Hərbi Tətbiqlər

Optik lifin köməyi ilə ötürülən məlumatlar yüksək təhlükəsizliyə malikdir və yalnız autentifikasiya edilmiş istifadəçi tərəfindən əldə edilə bilər. Optik liflərin bu xüsusi xüsusiyyəti çoxsaylı hərbi tətbiqlərdə istifadə oluna bilər, çünki hərbi tətbiqlərin əsas diqqəti məlumat təhlükəsizliyi və məxfilikdir. Hər üç hərbi proqram, yəni ordu, donanma və aerokosmik informasiya mübadiləsi və məlumatların təhlili üçün müxtəlif stansiyalar arasında ümumi kanal yaratmaq üçün optik liflərdən istifadə edir. Orduda optik lifin görkəmli tətbiqlərindən bəziləri avionika və missiyaya nəzarət sistemləri, yüksək sürətli missiya məlumat mübadiləsi, uçuş planlaması, sensor məlumatlarının birləşdirilməsi, silah sistemlərinin işinə nəzarət və s.

11. Kosmik Tətbiqlər

Peyk rabitəsi, məsafədən zondlama, yüksək güclü lazer sistemləri, multispektral və hiperspektral təsvirlər, optik məlumatların rabitəsi, lidar, atmosferin monitorinqi və təhlili və s. kimi bir sıra kosmik proqramlar öz işləmələri üçün optik liflərə əsaslanır. Çünki optik lifdən istifadə müdaxilə riskini minimuma endirir, maksimum bant genişliyindən istifadə etməyə imkan verir və sistemi qənaətcil, çevik, sadə və yüngül edir.

12. Kabel televiziyası

Kabel televiziya kəmərləri kabel siqnallarını mənbədən bir çox istiqamətə ötürmək üçün fiber optik kabellər şəbəkəsindən istifadə edir. Fiber optik kabellərin yüksək bant genişliyi və ötürmə sürəti ümumiyyətlə kabel televiziya tətbiqində istifadə olunur. Həmçinin, ənənəvi mis naqillər əvəzinə optik liflərdən istifadə üstünlük təşkil edir, çünki onların istehsalı, yerləşdirilməsi və saxlanması nisbətən ucuzdur.

1.4 Azərbaycanda optik şəbəkələrin mövcud vəziyyəti

Son 10 ildə Azərbaycan dünya ölkələrinin nümunə ola biləcək milli iqtisadi inkişaf modeli ilə tanınır. Bu inkişaf modeli İKT-ni iqtisadiyyatın aparıcı sahələrindən

birinə çevirir. Ölkədə genişzolaqlı sürətli internet, müasir telekommunikasiya bir çox xidmətlərdə istifadəni genişləndirir, ən yeni mobil texnologiyalar təqdim olunur. Sahə üzrə müxtəlif ölkələrdə yaranan qlobal trendlər, liberal iqtisadi islahatlar sektorun fəaliyyətini genişləndirməyi labüd edir. Beləliklə, sahə üzrə tənzimləyici orqan kimi, 2014-cü ildə fəaliyyəti və səahiyyətləri genişləndirilərək Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi yaradılır. “Milli Nüvə Tədqiqatları Mərkəzi” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin yaradılması ilə isə nazirliyin fəaliyyəti istiqamətinə daha bir sahə əlavə edilir.[6,8]

Ölkə rabitəsinin lokomotivi olan “Aztelekom MMC”nin şəbəkəsində aparılan yenidənqurma işləri nəticələnən GPON (Qiqabit tutumlu optik şəbəkə) texnologiyasının quraşdırılması prosesi davam edir. İlk olaraq bu layihənin həyata keçirilməsinə dörd regionda – Abşeron, Sumqayıt, Masallı, Xəzər və Gəncə ərazilərindən start verilib. GPON texnologiyasının montaj- yenidən quraşdırılma işləri aparılır, mis kabellər optik xətlərlə əvəz edilir. Quraşdırılan şəbəkə üzərindən müştərilərə internet, telefon və TV xidmətlərinin təqdim edilməsi mümkündür. Digər texnologiyalara nisbətən GPON texnologiyası vasitəsilə müştərilərə yüksəksürətli və keyfiyyətli xidmətlərin təqdim edilməsi ilə yanaşı, xidmətlərin çeşidlərinin də artırılması imkanlarının olması bu texnologiyanın üstünlüyünü təsdiqləyir. Yeni layihələrdə digər regionlarda da GPON şəbəkəsinin tikintisi nəzərdə tutulur.[1,5]

Regionlarda telekommunikasiya infrastrukturunun müasirləşdirilməsi məqsədilə pilot layihə kimi Xaçmaz rayonunda uğurla reallaşdırılan LTE texnologiyası üzərindən göstərilən genişzolaqlı xidmətlər artıq Abşeron və Sumqayıtda əhaliyə təqdim edilir. Bu texnologiya məlumatların yüksək sürətlə ötürülməsi və məhdud infrastrukturlu ərazilərin çevik şəkildə telekommunikasiya xidmətləri ilə təmin edilməsi kimi üstünlüklərə malikdir. LTE texnologiyası üzərindən internet, telefon və İPTV xidməti birlikdə fiziki və hüquqi şəxslərə təklif olunur.

Son zamanlar telekommunikasiya xidmətlərinə olan tələbatın təmin edilməsi, eyni zamanda keyfiyyətli, dayanıqlı və çoxçeşidli rabitə xidmətlərinin təşkili məqsədilə “Aztelekom” MMC tərəfindən DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) və MPLS (Multiprotocol Label Switching) texnologiyaları əsasında

şəbəkənin yenidən qurulması üzrə işlər aparılır. Layihənin əsas məqsədlərinə biri magistral şəbəkənin ötürücülük qabiliyyətinin dahada yüksəldilməsidir.

Rəqəmsal İnkişaf və Nəqliyyat Nazirliyi “Bakı Telefon Rabitəsi” MMC (Baktelecom) Bakı şəhəri və ətraf ərazilərin telefon, genişzolaqlı internet və başqa multimedia xidmətlərinin beynəlxalq standartlarla təşkili olunması istiqamətində irimiqyaslı infrastruktur üzrə layihələrini davam etdirir.[13, 16]

“Baktelecom” “Strateji Yol Xəritəsi”nə əsaslanaraq yüksəksürətli, genişzolaqlı telekommunikasiya infrastrukturunun inkişaf etdirilməsi və tətbiqi istiqamətində “Evədək optika” layihəsinin əhatə dairəsini mərhələli şəkildə genişləndirir. Artıq Biləcəri qəsəbəsində də yenidənqurma işlərinin icrasına başlanılıb. Qəsəbədəki köhnə və yeni tikililərdə olan mənzillərdə telekommunikasiya xətlərinin yenilənməsinə və müasir standartlara cavab verən fiber-optik kabellərlə əvəzlənməsinə start verilib.

Bakı şəhəri üzrə 60 mindən çox mənzildə genişzolaqlı optik şəbəkə aktiv edilib, sakinlər bir optik lif üzərindən telefon, internet və IPTV xidmətləri ilə təmin olunublar. Hazırda paytaxtın mərkəzi küçələrində yerləşən yaşayış binaları ilə yanaşı, əhəlinin sıx məskunlaşdığı Yasamal, Xətai və Nizami rayonlarında, eləcə də Qaradağ və Suraxanı rayonlarında da mənzillərin optik şəbəkəyə keçirilməsi prosesi aparılır. Layihə fiber-optik xətlər üzərindən 100 Mbit/s-ə qədər qoşulma sürəti, kəsintisiz internet, telefon xətlərindən asılılığın olmaması kimi üstünlüklərə malik GPON (Gigabit Passive Optical Network – Gigabit tutumlu Passiv Optik Şəbəkə) texnologiyası əsasında tətbiq edilir.[17,18]

İkinci Dağlıq Qarabağ müharibəsində qələbədən sonra işğaldan azad edilmiş ərazilərdə tikinti işləri, rabitə və telekommunikasiya xətlərinin çəkilməsi uğurla davam etdirilir. “Aztelekom” MMC Azərbaycanın mədəniyyət paytaxtı Şuşada mövcud müəssisə və yaşayış binalarına optik telekommunikasiya xidmətləri göstərilib. Bundan əlavə, Bakı və Şuşa şəhərləri arasında stasionar telefon xətlərinin ilk sınaq çağırışı uğurla başa çatıb. Hazırda şuşalılar və şəhərin qonaqları minimum 30 Mbit/s sürətlə yüksəksürətli internet xidmətindən yararlanırlar. Şəhərdə müasir telekommunikasiya infrastrukturunu yüksək sürətli məlumat ötürülməsini və etibarlı interneti təmin etmək üçün Aztelekom tərəfindən ən son standartlara uyğun qurulmuş

GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network) texnologiyası əsasında 1000 xətt tutumuna malikdir.

Bundan əlavə, işğaldan azad edilmiş digər rayon, şəhər və kəndlərdə öz evlərinə qayıdan vətəndaşların yüksək keyfiyyətli telekommunikasiya xidmətləri ilə təmin olunması istiqamətində işlər davam etdirilir.

II FƏSİL. BÖHRAN VƏ RİSK ŞƏRAİTİ HAQQINDA

2.1 Telekommunikasiya üzrə Böhran vəziyyəti və onu yaradan amillər

Sağlam və düşünülmüş risk kommunikasiyası qeyri-adi xəstəliklər, epidemiyaları və bioterrorizm kimi ciddi böhranlara səmərəsiz, qorxuya əsaslanan və potensial ziyan vuran ictimai reaksiyaların qarşısını almaqda dövlət məmurlarına kömək edə bilər. Bundan əlavə, müvafiq risk kommunikasiya prosedurları böhran vəziyyətində həyati əhəmiyyət kəsb edən inam və inamı gücləndirir (Wachinger, Renn, Begg, & Kuhlicke, 2013). Dövlət məmurları icmaları, risk menecerlərini, hökumət sözcülərini, ictimai səhiyyə rəsmilərini, xəbər mediasını, həkimləri və xəstəxana işçilərini bu cür böhranların idarə edilməsi ilə bağlı çətinliklərə cavab verməyə daha yaxşı hazırlamaq üçün hər hansı hadisədən əvvəl addımlar ata bilər. Bundan əlavə, 24 saatlıq kabel xəbər kanalları və qeyri-ənənəvi media (məsələn, bloqlar və sosial media) 24 saat və ya daha az xəbər dövrünə təkan verib ki, bu da təşkilatların risk kommunikasiyalarına hazırlaşmasını vacib edir.

2023-cü ilə qədər bütün dünya üzrə telekommunikasiya operatorları son geosiyasi və iqtisadi təlatümlər fonunda nümayiş etdirdikləri kollektiv dözümlülüklə ruhlandırıla bilər. Son iki ildə qiymət artımları, M&A sövdələşmələri və hökumət müdaxiləsi qlobal telekommunikasiya sektorunda səhm qiymətlərinin pandemiya zamanı aşağı həddən geniş şəkildə bərpaasına kömək etdi – baxmayaraq ki, qiymət artımı tədricən və qeyri-bərabər olaraq qalır.

İndiki zamanda sürətlə irəliləyin və telekommunikasiya şirkətləri dəyişkən əməliyyat mühitində hərəkət etmək üçün strategiyalarını təzələyirlər. Onlar rəqəmsal transformasiya təşəbbüslərinin əhatə dairəsini və ambisiyalarını genişləndirirlər. Onlar işçi qüvvəsinin müxtəlifliyini və inklüzivliyini (D&I) yaxşılaşdırmaq və yeni istedadları cəlb etmək də daxil olmaqla, davamlılığa diqqət yetirirlər. Bəs telekommunikasiya şirkətləri bu məqsədlərə çatmaq üçün onların üzləşdiyi mövcud və yaranan risklərə kifayət qədər uyğundurmu? Yüksək inflyasiya mühitində əməliyyat xərclərini artıraraq telekommunikasiya şirkətləri həmçinin müştərilərin yaşayış xərclərinə müxtəlif cür xərclərdən tutmuş təhlükəsizliklə bağlı gözləntilərin dəyişməsinə, işçi qüvvəsi mədəniyyəti haqqında təsəvvürlərin dəyişməsinə qədər bir sıra problemləri həll etməlidirlər. Üzləşdiyimiz təhlükələr həm də aktualdır və müxtəlifdir. Yaşayış dəyəri böhranı ev təsərrüfatlarının telekommunikasiya

provayderlərindən dəyər alıb-almadıqlarını yenidən nəzərdən keçirməsinə səbəb olur. EY Qlobal Deşifrə Rəqəmsal Ev Araşdırması göstərir ki, ev təsərrüfatlarının 45%-i telefon xidmətləri üçün artıq ödəniş etdiklərinə inanır, 44%-i isə genişzolaqlı provayderlərinin onları ən yaxşı sövdələşməyə yönəltmək üçün kifayət qədər iş görmədiyini düşünür. Bəzi tənzimləyicilər telekommunikasiya şirkətlərindən əlçatanlığı yaxşılaşdırmaq üçün “sosial tariflər” təklif etmək üçün daha çox iş görmələrini tələb edirlər. [23,24,25]

Telekommunikasiya sənayesinin risk kainatı sürətlə dəyişən dünyada təkamül etməyə davam etdikcə, operatorlar yaranan təhdidlər üçün üfəqdə skan etməyə davam etməli və onları aradan qaldırmaq üçün yeni təsir azaltma strategiyaları hazırlamalıdırlar. Bunu uğurla yerinə yetirməyin əsas hissəsi əvvəlcə tamamilə ayrı görünən risklər arasındakı qarşılıqlı əlaqəni başa düşməkdir.

Müştərilərin həyat xərcləri ilə bağlı təzyiqlərinə cavab vermək və onların artan təhlükəsizlik gözləntilərinə cavab vermək ehtiyacını nəzərə alın, eyni zamanda rəqəmsallaşdırma vasitəsilə səmərəliliyi sürətləndirin: Müştərilər üçün aydın, sadə, lakin təhlükəsiz rəqəmsal özünəxidmət təcrübələrinin yaradılması hər üç vacibliyə nail olmağa kömək edə bilər. Eyni şəkildə, ESG-nin bütün aspektləri üzrə davamlılıq gündəliyinin daha yaxşı idarə edilməsi – enerji istifadəsi və karbon emissiyalarından tutmuş iş yerində D&I-ə qədər – səmərəliliyi artırır, eyni zamanda müştərilər, işçilər və ekosistem tərəfdaşları arasında daha yüksək inam və əlaqəni gücləndirə bilər.

Risklərin qarşılıqlı əlaqəsi ilə yanaşı, operatorların müəyyən etdiyimiz risklərin çoxunun təşkilatlarının müxtəlif hissələrində fərqli təsirlər və təsirlər gətirdiyini dərk etmələri də vacibdir. Məsələn, yeni biznes modellərinin potensialından istifadə etmək söylərinə sərfəli müştəri təkliflərinə ehtiyac və ekosistem tərəfdaşlığına, davamlılığa və təhlükəsizliyə daha çox diqqət yetirilməsini əhatə edən strateji kontekstdə yanaşmaq lazımdır. Bütün bu ölçüləri bir anda həll etmək, biznes üzrə müxtəlif bacarıq dəstlərindən istifadə edən çoxqatlı perspektiv tələb edəcək.[17,19,22]

2.2 Hərbi vəziyyət və onu yaradan amillər (Telekommunikasiya üzrə)

Hərbi çevriliş baş verərkən zabitlər hökumətlərin nəzarətində olan media orqanlarını ələ keçirilər, buna misal olaraq 1990-cı ildə yanvar ayının 19-da saat

19:26-da Azərbaycan televiziyasının enerji bloku partladıldı və bununlada xalq xəbərlərdən məhrum qaldı. Azərbaycan televiziyasının yayımını yanvarın 28-də bərpa olundu və 138 dinc sakinin qətlə yetirilməsi xəbəri verildi. Lakin televiziya hərbcilər nəzarət etdiyinə görə efirə yalnız hərbi sensorun "qayçı"ladığı bir çox məlumatlar, veriliş və proqramlar gedirdi. Bu cür vəziyyət 1991-ci ilin sentyabrına qədər davam etdi. Əvvəlcə 1987-ci ildə Monrealda Kanada Rabitə Assosiasiyasının iclaslarında təqdim edilmiş və müzakirə edilmiş bu sənədlər dörd ölkədə: Polşa, Hindistan, Çili və Banqladeşdə rabitə və hərbi vəziyyət arasında qeyri-sabit münasibətlərin dinamikasını təqdim edir. Biz həmçinin Cənubi Afrika, İsrail, Koreya və Şri-Lankanın təcrübəsini təsvir edir.

Müasir müharibələr düşmənçilik miqyasını rəqəmsal məkana qədər genişləndirdi, bu, şüur və qavrayış uğrunda döyüşdə mühüm qarşıdurma sahəsinə çevrilir. Bu baxımdan etibarlı və aktual məlumatların təmin edilməsi üçün müntəzəm ünsiyyətin davam etdirilməsi və ictimaiyyətin dezinformasiyadan qorunması böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Müharibə şəraitində praktikada naqilli rabitədən daha çox istifadə edildiyini göstərir. "Ona görə ki, naqilli rabitə etibarlıdır və dayanıqlılığı qoruyur. Ümumiyyətlə, həm naqilli, həm də radio rabitə vasitələrinin işinin saz və dayanıqlı saxlanması əsas götürülür. Davamlı rabitə döyüş hazırlığında vacib şərtidir. Peşəkar rabitəçi ərazinin relyefini hərtərəfli öyrənməlidir. Dağlıq, təpəlik, sıldırım qayalıqlarda rabitə sisteminin uyğun qaydalar üzrə yerləşdirilməsi onun etibarlılığını daha da gücləndirir.

Hərbi telekommunikasiya infrastrukturunu, hərbi əməliyyatlarda əlaqə və əlaqəli məlumatların gətirilməsi və yığılması üçün əsas olan telekommunikasiya infrastrukturudur. Bu infrastruktur, hərbi məqsədlər üçün istifadə edilən texnologiyaların, tətbiqatların və komponentlərin bütün kompleksini əhatə edir.

Hərbi telekommunikasiya infrastrukturunu, müxtəlif ərazilərdə və müxtəlif şərtlərdə işləyə biləcək şəkildə qurulmalıdır. Bu infrastruktur, sənaye standartlarına uyğun şəkildə hazırlanmalıdır və mümkün olan ən yüksək keyfiyyət və təhlükəsizlik səviyyəsində olmalıdır.

Hərbi telekommunikasiya infrastrukturunu, ən yüksək keyfiyyətli kommunikasiya vasitələrini, ən son texnologiyaları və ən son təhlükəsizlik məsələlərini əhatə edir. Bu infrastruktur, ən yüksək sürət və əlaqə sabilliyi ilə fəaliyyət göstərməlidir.

Hərbi telekommunikasiya infrastrukturunu, hərbi əməliyyatlar zamanı əlaqə və məlumatların əhatəli, təhlükəsiz və sürətli bir şəkildə gətirilməsinə imkan verir. Bu infrastruktur, hərbi əməliyyatlarda əlaqəli olan bütün birliklərin bir-biri ilə əlaqələri və koordinasiyası üçün əsas rol oynayır. Hərbi təlimlər, müharibələr, humanitar əməliyyatlar, təbii afətlər və s. kimi hərbi əməliyyatlarda istifadə edilir. Bu infrastruktur, hərbi təhlükəsizlik və müdafiə sahəsindəki məqsədlərə çatmaq üçün ən vacib vasitələrdən biridir.

Hərbi telekommunikasiya infrastrukturunu, hərbi əməliyyatların səmərəli aparılması və komandalar arasında əlaqəni saxlamaq üçün əhəmiyyətli bir rola malikdir. Bu infrastrukturun hazırlanması və yenilənməsi üçün, bir neçə texnologiyadan istifadə edilir.

1. Mobil əlaqələr: Mobil əlaqələr, əsasən, əlçatmaz cihazlar (smartfonlar və planşetlər) üzərindən işləyir və hərbi əməliyyatlarda əlaqəni saxlamaq üçün ən sadə və sürətli yoldur. Mobil əlaqələr, ən müasir texnologiyalardan biridir və hərbi əməliyyatların səmərəli aparılması üçün bir çox əhəmiyyətli xüsusiyyətlərə malikdir.
2. Peyk əlaqələri: Peyk əlaqələri, yerdən məsafəli yerlərdən, hətta dünya orbitindən belə, əlaqə qurmaq üçün istifadə edilən bir texnologiyadır. Hərbi əməliyyatlarda, xüsusilə çətin coğrafi şərtlər altında, peyk əlaqələri, hərbi qruplar arasında məlumatların ötürülməsində vacib bir rol oynayır.
3. Kabellər və optik fiber: Hərbi əməliyyatlarda istifadə edilən telekommunikasiya infrastrukturunu, kabel və optik fiberlər vasitəsi ilə də özəl bir şəkildə hazırlanır. Bu texnologiyalar, qablaşdırma maddələri ilə qorunur və hərbi əməliyyatların təhlükəsizliyini təmin etmək üçün əlverişlidir.

4. Radio sistemləri: Hərbi əməliyyatlarda, radio əlaqələri və sistemləri də hərbi telekommunikasiya infrastrukturunu üçün əhəmiyyətli bir yer tutur. Bu sistemlər, hərbi təyinatlı və özəl şəbəkələr vasitəsilə əlaqəni saxlamaq üçün istifadə edilir.

2.3 Risk anlayışı və risklərə qarşı mübarizə mexanizmləri (Telekommunikasiya üzrə)

Beynəlxalq konsaltinq və audit şirkəti EY (Ernst & Young) qlobal miqyasda telekommunikasiya şirkətlərinin üzləşdiyi əsas 10 riski açıqlayıb. Telekommunikasiya şirkətlərinin yüksək dəyişkən biznes mühitində strategiyalarını yenilədiyini qeyd edən EY hesabatında telekommunikasiya operatorlarının son iki ildə rəqəmsal transformasiya təşəbbüslərinin əhatə dairəsini və məqsədlərini genişləndirdikləri göstərilir. Hesabat həmçinin göstərir ki, telekommunikasiya operatorları öz işçi qüvvələrində müxtəliflik və inklüzivliyin (D&I) yaxşılaşdırılması və yeni istedadların cəlb edilməsi də daxil olmaqla, davamlılığa diqqət yetirirlər.

“Dünyada olduğu kimi, vətənimizdə də telekommunikasiya şirkətləri yaranan təhlükələrə qarşı diqqətli olmalı və onlarla mübarizə aparmaq üçün yeni və düzgün strategiyalar hazırlamalıdırlar. EY hesabatı göstərir ki, telekommunikasiya operatorları bu dövrdə təhlükəsizlik və etibara diqqət yetirməlidirlər. İşçi qüvvəsi mədəniyyətinin inkişaf etdirilməsi və davamlılığın daha yaxşı idarə edilməsi də ən vacib imperativlərdir. Xüsusilə, müştərilərə daha aydın, daha sadə və təhlükəsiz rəqəmsal “öz-özünə xidmət” təcrübələrini təqdim etməyin əhəmiyyəti artır. Bu, müştərilər, işçilər və ekosistemin maraqlı tərəfləri arasında daha yüksək inam və öhdəliklərə səbəb ola bilər”.

EY 2023-cü ildə telekommunikasiya sənayesinə təsir edən ilk 10 riski və şirkətlər üçün tövsiyələrini aşağıdakı kimi sadalayır:

Risk 1. Yaşayış böhranının dəyəri: Yaşayış böhranı ev təsərrüfatlarının telekommunikasiya provayderlərindən dəyər alıb-almadıqlarına yenidən baxmağa vadar edir. EY araşdırmasına görə, ev təsərrüfatlarının 45%-i məzmun xidmətləri üçün artıq pul ödədiklərini düşünür. 44% düşünür ki, genişzolaqlı xidmət təminatçıları onlara ən yaxşı təklifləri təklif etmək üçün kifayət qədər iş görmürlər.

Risk 2. Təhlükəsizlik və güvən: Tədqiqatlar göstərir ki, istehlakçıların 46%-i internetdən istifadə edərkən şəxsi məlumatlarını təhlükəsiz saxlamağın demək olar ki, qeyri-mümkün olduğuna inanır. Telekommunikasiya şirkətlərinin informasiya təhlükəsizliyi üzrə yüksək səviyyəli rəhbərlərinin sözüünə görə (CISO) 39%-i təhlükəsizlik məsələlərinin strateji investisiyalara kifayət qədər daxil edilmədiyini düşünür.

Risk 3. İş üslubunda təkmilləşmə: İşəgötürənlər və işçilər işçi qüvvəsi mədəniyyəti ilə bağlı fikirlərində fərqlənirlər. Dəyərli istedadları itirmək riskinə qarşı, telekommunikasiya şirkətləri üçün işçilərini dinləmək və onların gözləntilərinə cavab vermək daha da vacib olur.

Risk 4. Davamlılıq: Bərpa olunan enerji istehlakı və e-tullantıların idarə olunması kimi ekoloji, sosial və idarəetmə (ESG) tədbirləri çox vaxt çatışmayan olur. Həmçinin, telekommunikasiya şirkətlərinin 39%-i xüsusi “xalis sıfır” strategiyası, keçid planı və ya karbonsizləşdirmə strategiyasını paylaşmayıb. Müştəri ehtiyaclarının sürətlə inkişaf etdiyi bir mühitdə operatorlar dəyişən maraqlı tərəflərin gözləntilərinə uyğunlaşmaq üçün bu məsələyə daha çox diqqət yetirməlidirlər.

Risk 5. Rəqəmləşdirmə və səmərəlilik: EY hesabatında müxtəlif mürəkkəbliyin onların gələcək nəsillə texnologiyaları vasitəsilə transformasiya imkanlarını məhdudlaşdırdığı aşkar edilsə də, bu sahədə irəliləyişi məhdudlaşdıran amillər arasında müxtəlif insan amilləri də qeyd olunur. Operatorlar uzaqdan işləmənin əməkdaşlığa mənfi təsirini transformasiya gündəmlərinin qarşısında duran ən böyük mədəni problem kimi qeyd edirlər.

Risk 6. İnfrastruktur: Şəbəkə etibarlılığı müştərilər üçün narahatlıq doğurur. Daim artan məlumat istehlakı telekommunikasiya operatorları üçün problemi daha da çətinləşdirir. Pandemiya dövründə dərinləşən rəqəmsal uçurum fonunda infrastruktura təzyiq də artır.

Risk 7. İnnovativ biznes modelləri: Əşyaların İnterneti və bulud hesablamaları kimi sürətlə inkişaf edən sahələrdə gəlirlər kiçik olaraq qaldığından, səmərəliliyin əhəmiyyətli dərəcədə artması hələ əldə edilməyib. Telekommunikasiya şirkətlərinin

təklifləri ilə korporativ müştərilərin tələbləri arasında, xüsusən də yeni xidmət sahələrində uyğunlaşma yoxdur.

Risk 8. İnfrastruktur aktivləri: Son zamanlar telekommunikasiya şirkətlərinin öz infrastrukturalarının dəyərini aşkara çıxarmaq səyləri sürətlənmişdir. Bir çox telekom CEO-ları əsas və qeyri-əsas infrastruktur arasında daha aydın fərqi onların investisiya planlarına kömək edə biləcəyinə inansalar da, bir çoxları əsas bizneslərini yenidən dizayn etmək imkanlarını əldən verdiklərinə inanırlar.

Risk 9. Xarici ekosistemlərlə qeyri-kafi əməkdaşlıq: 5G şəbəkələrinə tələbat artdıqca, şirkətlər müvafiq ekosistemlə güclü əlaqələri olan təchizatçılar axtarırlar. Bütün bunlar telekommunikasiya şirkətlərindən xarici ekosistemlərlə əməkdaşlığı gücləndirməyi tələb edir. Bununla belə, telekommunikasiya şirkətlərinin yalnız 11%-i çoxsaylı tərəfdaşlıqları yeni biznes modellərinin əsası kimi görür və ekosistem iştirakını strategiyalarının mərkəzinə qoymur.

Risk 10. Dəyişən tənzimləmə mühiti: Ölkələr məlumatların qorunması və məxfilik qaydalarını qəbul etdikcə və ya dəyişdirdikcə çox hissəli tənzimləmə yanaşmaları müxtəlif problemlər yaradır. Süni intellektə artan tənzimləyici diqqət riskləri artırabilən amildir. İnfrastrukturun gücləndirilməsinə dövlət dəstəyi kimi siyasətlər də imkanlar yarada bilər.

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

“Radiotexnika və telekommunikasiya” kafedrası

Əlyazması hüququnda

Fərzalıyeva Aytəkin Şahin qızı

**Azərbaycanda böhran və risk vəziyyətlərində optik rabitədən istifadə
perspektivləri
mövzusunda**

MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI

İxtisas: 060627 – Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika mühəndisliyi

İxtisaslaşma: Hərəkət edən obyektə olan rabitə vasitələri

Elmi rəhbər:

t.ü.f.d., dosent Məmmədov İltimas Əhməd oğlu

BAKİ-2023

III FƏSİL. OPTİK RABİTƏ XƏTT QURĞULARININ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ VƏ TİKİNTİSİ

3.1. Kabel-kanalizasiya qurğuları vasitəsilə optik lifli kabellərin çəkilməsi

Azərbaycan Respublikasında yeni optik rabitə xətt qurğularının layihələndirilməsi və tikintisi “Azərbaycan Respublikası Rəqəmsal İnkişaf və Nəqliyyat Nazirliyi” tərəfindən hazırlanmış təlimat əsasında həyata keçirilir. Tikintiyə dair bütün görülməli işlər layihə-smeta sənədlərinə görə aparılır. Layihə “Azərbaycan Respublikasının Şəhərsalma və Tikinti Məcəlləsi”ndə qeyd edilmiş tələbləri nəzərdə tutmaqla hazırlanır və bu zaman rabitə qurğularının layihələndirilməsində istifadə olunan normalara və tələblərə riayət olunur.

Eskiz sənədlərinin tərkibi aşağıdakılardan ibarətdir:

- İstifadə ediləcək qurğuların növü, həcmi, qurğuların istifadə edilmə yerləri və s.;
- Optik kabellərin növü, tutumu, işlədiləcək ehtiyat optik kabelin uzunluğu və s.;
- Müxtəlif təşkilatlarla və qurumlarla razılaşma sənədləri;
- Optik rabitə avadanlıqlarının montajı və optik liflərin qoşulması üçün struktur sxemlər;
- Optik rabitəyə qoşulmuş mövcud və ya qoşulacaq potensial abunəçilərin sayı;
- Optik rabitənin qurulmasında işlədilən qurğuların mövcud texniki vəziyyəti haqqında sənəd;
- Əgər istifadə olunan qurğuların təmirə ehtiyacı yaranarsa, bu məsələ ilə bağlı görülməli olan tədbirlərin siyahısı;
- Layihənin tam icrası üçün lazımi materialların siyahısı və s.

Optik rabitə cihazları və qurğuları layihələndirilən zaman tikinti və istismar xərclərinə qənaət edilməlidir. Bunun üçün isə optik lifli rabitə xətləri üçün ən optimal marşrut seçilir. Optik rabitənin çəkildiyi ərazidə gələcəkdə əhali sıxlığının artacağı halları baş verə bilər və bu zaman qabaqlayıcı tədbirlər reallaşdırılmalıdır. Hava optik rabitə xətləri layihələndirilərkən isə optik lifli kabelin yüksək gərginliyə malik elektrik rabitə xətləri ilə kəsişməməsi, elektrik dirəkləri və xətlərindən uzaq məsafədə

yerləşməsi, tikili və digər qurğulara toxunmaması, həyətəni sahələrin üzərindən keçməməsi və digər riskli vəziyyətlər nəzərə alınmalıdır.

Yuxarıda da qeyd olunduğu kimi, eskiz sənədləri təsdiq edilməli və müxtəlif qurumlarla razılaşdırılmalıdır. Yalnız bundan sonra layihəni sifariş edən tərəf yerinə yetiriləcək işlərin icrasına icazə verilə bilər. Əgər eskiz sənədlərindən kənarçıxma halları olarsa, mütləq layihəni sifariş verən və icra edən tərəflər yenidən bu barədə razılığa gəlməlidirlər. Kənarçıxma halları yalnız işin keyfiyyətinə təsir olmadığı zaman baş verə bilər.

Qazma işləri aparılmazdan əvvəl işi icra edən qurum tərəfindən yerinə yetiriləcək işin icra vaxtı və yeri barəsində iş sahəsində yeraltı qurğulara (qaz, su, neft, istilik və kanalizasiya boruları, elektrik xətləri və başqaları) malik bütün qurumlara rəsmi xəbərdarlıq edilir. Aparılan qazma işləri mütləq şəkildə yeraltı qurğuları istismar edən qurumun nümayəndələrinin iştirakı ilə yerinə yetirilir. Bu zaman işə texniki nəzarəti işi sifariş edən həyata keçirir.

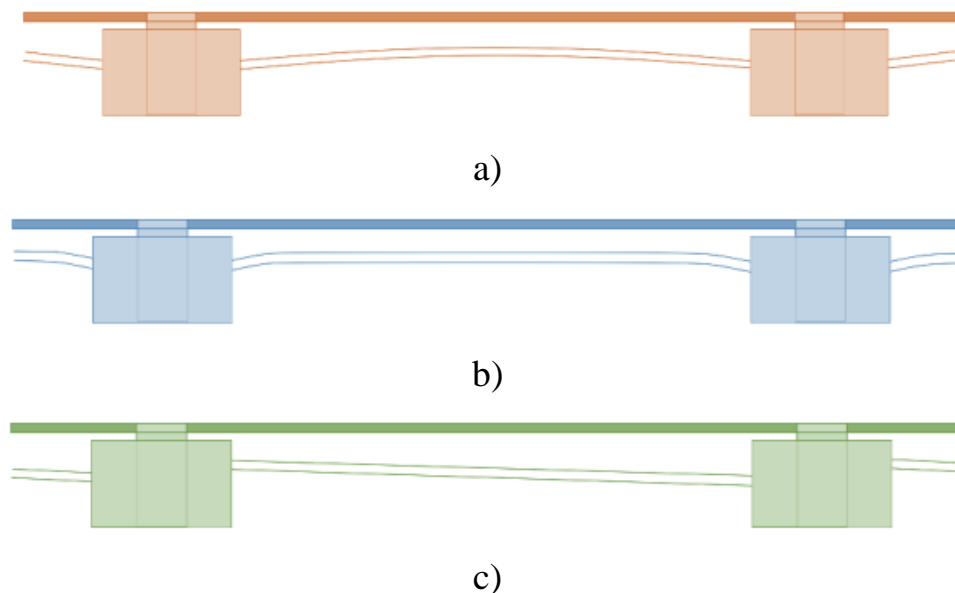
İş zamanı yarana biləcək təhlükələr və onların qiymətləndirilməsi mühüm məsələlərdən biri hesab olunur. Təhlükələrin qiymətləndirilməsi işi icra edən qurumun məsul mütəxəssisi tərəfindən aparılır. Bundan başqa, iş zamanı fəvqəladə hallar zamanı məlumatların verilməsi və fəvqəladə hal baş vermiş sahədən işçilərin təxliyyəsi mövcud plan əsasında yerinə yetirilir. Həmçinin, layihənin həyata keçirildiyi əraziyə kənar şəxslərin daxil olmaması və beləliklə, onların təhlükəyə məruz qalmamaları məqsədlə həmin ərazi xəbərdarlıq nişanları və təhlükəsizlik lentləri ilə əhatə olunur. İşə başlamazdan əvvəl, layihənin icra olunduğu ərazi cərəyan yoxlayan xüsusi aparat vasitəsilə yoxlanılır və ərazidə olan bütün tullantılar ərazidən kənarlaşdırılır.

Layihəyə başlayarkən ilk öncə ərazidə xəndəklər qazılır və həmin xəndəklərə borular basdırılır. Xəndəklər 2 üsulla: əl və mexanizmlərlə qazılır və bu xəndəklərin eni basdırılacaq boruların sayına görə müəyyənləşdirilir. Boruların rabitə quyularına giriş hissələrindəki dərinliyi avtomobil yollarında 0,80 metrədən, səkilərdə 0,70 metrədən aşağı, sərt qayalı, yəni qayanın üzə görünüyü sahələrdə isə 0,40 metr olur (Cədvəl 3.1.1).

Cədvəl 3.1.1. Boruların və xəndəklərin ölçüləri

Boruların ölçüsü	Borular basdırılan ərazi	1 kanal	2 kanal	3 kanal	4 kanal
		Xəndəyin dərinliyi (m)			
100 mm-lik boru (polietilen, polivinilxlorid, metal)	səki	0,52	0,52	0,66	0,66
	avtomobil yolu	0,72	0,72	0,86	0,86
	dəmir yolu	1,22	1,22	1,50	1,50
40-50 mm-lik boru (polietilen, polivinilxlorid, metal)	səki	0,40	0,40	-	-
	avtomobil yolu	0,50	0,50	-	-

Kanalların tikintisi zamanı aşırımın mərkəzindən quyular istiqamətində maillilik tətbiq edilir (Şəkil 3.1.1a), belə ki, kifayət qədər təbii yamaca malik sahələrdə boru bütün uzunluğu boyunca eyni səviyyədə basdırıla bilər və yalnız quyuların giriş hissələrində maillilik tətbiq oluna bilər (Şəkil 3.1.1b), əks halda (yamac olmayan sahələrdə) isə borunun bir tərəfi yüksək, digər tərəfi isə aşağı qoyularaq basdırılır (Şəkil 3.1.1c).

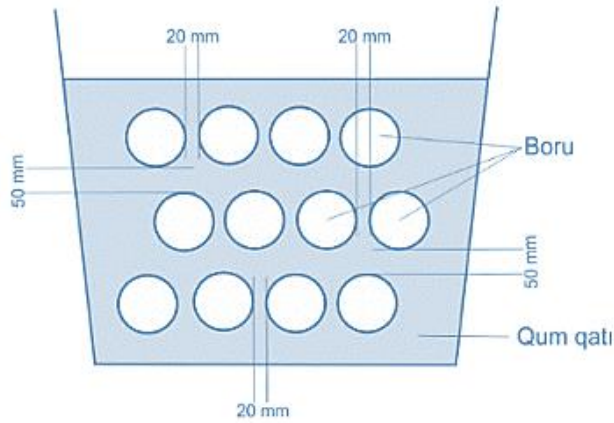


Şək 3.1.1. Kanalların tikintisində mailliliyin tətbiqi

Kanal tikintisi işləri quyulararası aşırımlırdə yekunlaşdıqdan sonra bütün boruların uc hissələri örtülməlidir. Həmçinin, icrası davam edən işlərdə xəndəyə döşənmiş

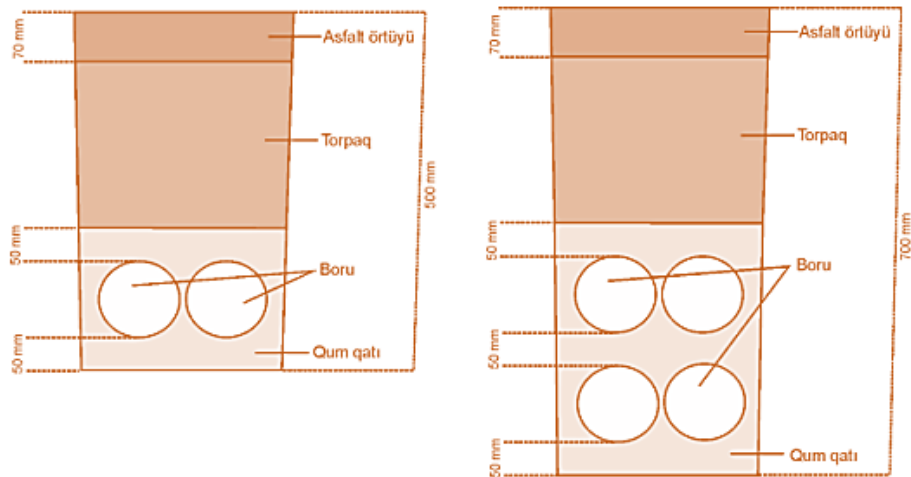
boruların ucları müvəqqəti olaraq qapadıla bilər.

Çoxsıralı boruların kanallara döşənməsi prosesində əvvəlki və sonrakı sıraların arasına 50 mm qalınlığında qum və ya ələnmiş torpaq səpilir. Burada polietilen materiallı boruların mərkəzi oxları digər sıraya alternativ formada borularası məsafənin $\frac{1}{2}$ hissəsi qədər sağda və solda yerləşdirilir.



Şəkil 3.1.2. Çoxsıralı boruların kanallara döşənməsi

Xəndəyə döşənmiş boruların alt və üst hissələrinə 50 mm hündürlüyündə qum qatından yastıq səpilməlidir. Xəndəkdən çıxarılmış torpağın tərkibində 20 mm-dən böyük ölçülü daşlar olmazsa, borunun üzəri xəndəkdən çıxarılan torpaqla örtülərək sıxlaşdırıla bilər.



Şəkil 3.1.3. Xəndəyə döşənmiş boruların tərkib hissələri

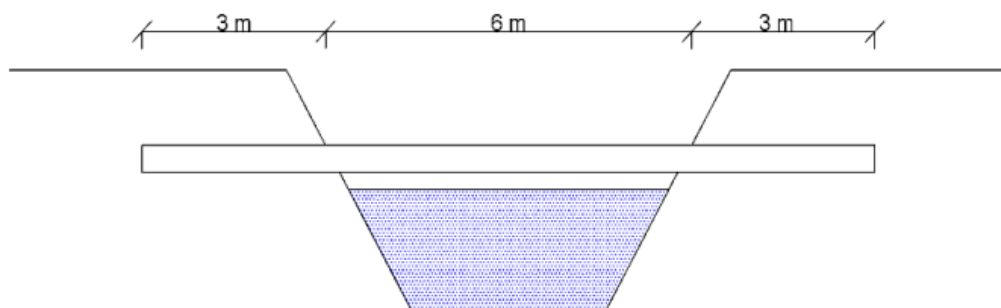
Xəndəyə döşənmiş boruların üzərinin örtülməsi mərhələsindən əvvəl, borular sifarişçi tərəfin və texniki nəzarəti həyata keçirən əməkdaşın iştirakı ilə yoxlanılır, həmin boruların texniki şərtlərə uyğun olub-olmadığı müəyyənləşdirilir və akt tərtib edilir.

Yeni kanalların tikintisi üçün lazımi mərhələlərdən biri də boruların kipləşdirilməsidir. Basdırılan boruların kipləşdirilməsi ayaqla və çəkisi 15 kq-dan artıq olan əl aləti ilə həyata keçirilir. Kipləşdirmə prosesi torpaq qatının hündürlüyü 0,3 metrdən artıq olduqda yerinə yetirilir.

Optik rabitə xətlərinin çəkilişi zamanı polietilen materiallı borulardan istifadə olunur. Bu boruların qatlanmasına və calaq edilməsinə icazə verilmir. Çəkiliş vaxtı quyudan divara, dirəkdən dirəyə, quyudan dirəyə, dirəkdən divara hallarında kabel sayını nəzərə almaq lazımdır. Maksimal olaraq üç kabelə icazə verilir və 40-50 mm-lik polietilen boruların keçidlərdə tikintisi aparılır.

Bəzi səbəblərdən yol keçidlərindəki kanalların dərinliyi kifayət etmir. Belə olan halda nəqliyyat vasitələrində yaranan yükü bərabər yaymaq məqsədilə kanalın üzərinə qum tökülür və qazılan xəndək enində (180 mm qalınlığa malik) beton təbəqə yaradılır.

Bataqlıq şəraitində və səviyyəsi yüksək olan qrunt sularının mövcudluğu hallarında borular beton novlar və qum kisələri vasitəsilə basdırılır. Eni 6 metrdən aşağı olan su kanalları üzərindən keçmək üçün 100 mm-lik metal borulardan istifadə edilir. Bu zaman su kanalının uzunluğu hər iki istiqamətdə 3 metr olmalıdır (Şəkil 3.1.4). Metal borular öz növbəsində antipas adlı maddə ilə boyanır.



Şək 3.1.4. Kanalın uzunluğu və su kanalının eni arasındakı əlaqə

Layihə icra olunarkən işçilərin fərdi mühafizə vasitələrindən istifadə etmələrinə

ciddi fikir verilməlidir. Onlar bu vasitələrlə təmin edilməlidirlər. Yarana biləcək bütün risklər nəzərə alındıqdan sonra işə başlamaq lazımdır. Qazma işləri aparılan ərazi təhlükəsizlik lentləri və xəbərdarlıq nişanları ilə əhatələnməlidir. Yol kənarında iş aparən işçilər isə xüsusi reflektora malik geyim ilə təchiz olunmalıdırlar.

Xəndəklərin ölçüsünü təyin edərkən quyuların ölçülərini nəzərə almaq lazım gəlir. Qazma işlərinin aparılması ən azı dörd nəfərdən ibarət briqada və ekskavatorla həyata keçirilir. Quyuların quraşdırılması prosesindən əvvəl çalaların hamarlığı yoxlanılır, quyuların xarici hissələri hidroizolyasiyaya məruz qalır. Quyulara qoyulacaq boruların giriş hissələrinin kənarlarında sement-qum məhlulu ilə qapadılma əməliyyatı aparılır. Yük qaldırıcı kranlarla dəmir-beton quyuların boşaldılması və çalalara quraşdırılması yerinə yetirilir. Boşaldılmış quyuların yan hissələri quyudan çıxarılmış torpaqla örtülür və 20 sm-lik təbəqə yaradılır.

Avtomobillərin hərəkəti üçün nəzərdə tutulmuş yollarda quraşdırılmış quyular ağır növ, səkilərdə quraşdırılmış quyular isə yüngül növ quyular qapaqları ilə təmin edilir. Cədvəl 3.1.2 və Cədvəl 3.1.3-də quyulara aid texniki göstəricilər verilmişdir.

Cədvəl 3.1.2. Quyuların texniki göstəriciləri

Quyunun tipi	Minimum yük götürmə qabiliyyəti (ton)		Uzunluğu (mm)	Eni (mm)	Hündürlüyü (mm)
	səki	avtomagistral			
KKQ-1	10	80	760	760	800
KKQ-2	10	80	1360	1060	1570
KKQ-3	10	80	1950	1160	1770
KKQ-4	-	80	2380	1320	2000
KKQ-5	-	80	3000	1650	2040

Cədvəl 3.1.3. Kanal sayı əsasında quyuların bölünməsinin aparılması

Quyunun tipi	Daxil olan kanal sayı
KKQ-1 və daha kiçik qurğular	1 kanal
KKQ-2	2 kanal

KKQ-3	3-6 kanal
KKQ-4	7-12 kanal
KKQ-5	13-24 kanal
KKQX-1 (xüsusi)	25-36 kanal
KKQX-2 (xüsusi)	37-48 kanal

Cədvəl 3.1.3-də verildiyi kimi xüsusi tip quyularda kanal sayı 48-ə qədərdir. Əgər kanalların sayı təyin olunmuş həddi keçərsə, onda qeyri-tipik quyulardan istifadə edilir, bu quyular isə fərdi dizayna malik olurlar. Quyular nəzərdə tutulduğu kimi bir-birindən 60-120 metr məsafədə və düz xətt boyunca quraşdırılır. Lakin xüsusi hallarda məsafə 150 metrə qədər artırılır. Qayalı ərazilərdə KKQ quyularının dəst formada yox, yalnız üst hissələrinin quraşdırılmasına icazə verilir. KKQ-1 tipli quyuların daxili və xarici hissələrini suvamaq məsləhət görülür. Bu cür quyuların xarici hissələri hidroizolyasiya edilir. KKQ-1 tipli quyuların üzərinə magistral yollarda 180-200 mm-lik, səkilərdə isə 150 mm-lik dəmir-beton örtüklər qoyulur.

Qazma işləri zamanı nəzərə almaq lazımdır ki, torpaq sürüşməsi baş verməsin. Əgər baş verərsə, dərhal tədbirlər görülməlidir. Qüsurların yarandığı hallar aradan qaldırıldıqdan sonra layihənin icrasına imkan verilir. Bütün mübahisəli vəziyyətlər layihənin sifarişçisi ilə həll edilməlidir və aradan qaldırılmalıdır.

Çəkiləcək optik rabitə xəttinin barabanı iş yerinə gətirildikdə şaquli vəziyyətdə saxlanılır. Diqqət etmək lazımdır ki, barabanın yuvarlanması yalnız və yalnız baraban üzərində göstərilən ox istiqamətində olsun. Şəkil 3.1.5-də təsvir olunduğu kimi kabelin və barabanların nəqliyyat vasitələrinə yüklənməsi və ondan boşaldılması qaldırıcı və yükləyici mexanizmlərlə aparılır. Barabanların nəqliyyat vasitələrindən yerə atılmasına icazə verilmir.



Şək 3.1.5. Barabanların nəqliyyat vasitəsinə yüklənməsi və ondan boşaldılması

Optik lifli kabellər barabandan açılmadan öncə reflektometr adlı cihazla yoxlanmalıdır. Reflektometr kabelin bütünlüyünü və zədəsiz olmasını ölçür. Daha sonra kabel bir istiqamətdə uzaq məsafəyə çəkilir, arabadan açılır və dairəvi şəkildə quyunun yanına sərilir. Fikir verilməlidir ki, optik kabel sərt formada qatlanmasın. Optik kabellər barabandan müxtəlif avadanlıqlarla (qoşqu, araba və s.) açılır. Mexanizm vasitəsilə dartılan optik kabelin orta sürəti dəqiqədə 5-7 metr təşkil edir. Əgər kabelin dartılması əl ilə edilərsə, təkansız icra olunduğuna diqqət yetirilməlidir. Optik rabitə xəttinin öz oxu ətrafında burulması 360^0 -dən çox olmamaqla və 4 metr uzunluğunda olmalıdır.

Optik lifli kabellərin çəkilməsi zamanı onların sürtünmələrdən, zədələrdən və digər mənfi təsirlərdən qorunması üçün xüsusi alət və avadanlıqların (kabel qıfı və dirsəyi, kabel diyircəyi və s.) (Şəkil 3.1.6) işlədilməsi məqsədəuyğun hesab olunur.



Şək 3.1.6. Optik kabellərin mühafizəsi üçün avadanlıqlar

Məlumdur ki, eyni kanalda həm elektrik, həm də optik lifli kabellərin çəkilməsi qadağandır. Əgər kollektorda elektrik kabelləri varsa, onda optik kabellər polietilen boru vasitəsilə mühafizə olunaraq çəkilir.

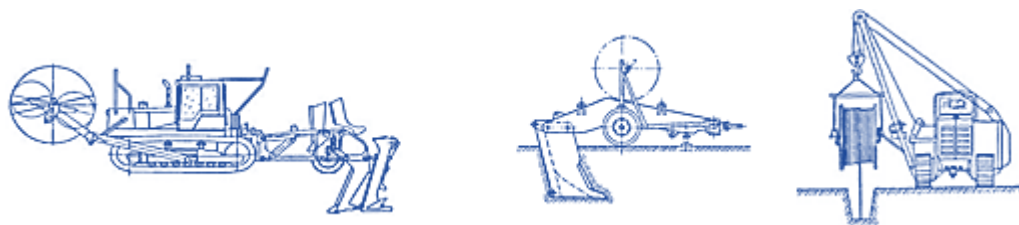
Rabitə quyularında qolçaq, OPŞ (optik paylayıcı şkaf) və digər paylayıcı cihazlar

üçün saxlanılan kabelin ehtiyatı 12 metr olmalıdır. Optik kabellərin ehtiyatı birləşmə prosesindən sonra 600 mm diametrli dairə formasında yığılır və bərkidilir.

Optik rabitə xətlərinin çəkilməsi zamanı havanın temperaturu – 10 dərəcədən az olmamalıdır. Əgər belə hal yaşansa, onda kabellərin çəkilişi müvəqqəti olaraq təxirə salınır. İnsanların çox olduğu və sıx yaşadığı ərazilərdə, avtomobil yollarında kabellərin yerə sərilməsi zamanı onların zədələnməsi, fiziki olaraq korlanmasının qarşısını almaq üçün əlavə tədbirlər görülməlidir. Kabel-kanalizasiya qurğularının köməyi ilə çəkilən optik rabitə xəttinə nömrə (sifarişçi tərəfindən təyin edilən) bərkidilir. Hər hansı bir zədələnmə və qəza vəziyyətində quyuların ağzı müəyyən vasitələrin köməyi ilə açılmalıdır. Burada çəkilən, bel və digər qığılcımyaradan alətlərdən istifadəyə icazə verilmir.

Optik rabitə xətlərinin torpağa döşənməsi 2 üsulla həyata keçirilir:

- əl ilə;
- kabeldöşəyən mexanizmlə (Şəkil 3.1.7).



Şək 3.1.7. Kabeldöşəyən qurğular

Quyularla bağlı vacib əməliyyatlardan biri də işçilərin quyuya daxil olmasından əvvəl quyuların havalandırılması prosesidir. Quyunun içərisində qazın olub-olmadığını bilmək üçün qaz analizatoru ilə quyular yoxlanılır. Quyunun daxili tamamilə qazdan təmizlənməyə qədər heç bir iş görmək olmaz. Qazın aşkar edilməsi halında dərhal aidiyyəti üzrə işçilərə məlumat verilməlidir. Müvəqqəti olaraq bir kanal açıldıqdan sonra 10-15 dəqiqə ərzində zərərli qazların quyuda mövcudluğu bir daha yoxlanılmalıdır.

Yerin səthi bütün maneələrdən təmizlənilib hamarlanır, çökəklik hissələr doldurulur, daha sonra isə optik lifli kabel torpağın altında eyni səviyyədə basdırılır. Bu prosesin icrasından sonra isə kabeldöşəyən mexanizmlə 1-1,2 metr dərinliyində

optik rabitə xətti torpağın altına qoyulur.

Kabeldöşəyən mexanizmin üzərində qoyulan barabanın eyni sürətlə fırlanması avtomatik təyin edilir və optik kabelin dartılmasına və gərilməsinə icazə verilmir. Qoşqu formalı kabeldöşəyən qurğuların dartılması prosesi traktorla yerinə yetirilir. İstifadə edilən traktor sayı kabelin basdırıldığı dərinlikdən, torpağın tipindən, mexanizmin növündən asılıdır.

Optik lifli rabitə xətti torpağa basdırılan zaman xəttin üzərindən 400 mm məsafədə yerləşən sarı rəngli lent qoyulur. Lentin üzərində “Diqqət! optik kabel”, “Qazma”, “Qazmaq qadağandır!” və s. kimi xəbərdarlıq sözləri yazılır.

3.2. Su hövzələrində və çay keçidlərində optik lifli kabellərin çəkilməsi

Optik lifli magistral kabellərin su hövzələrindən, gəmi və digər dəniz nəqliyyatı vasitələrinin hərəkət etdiyi su yollarından, taxta və şalbanların axıdılması üçün nəzərdə tutulan çaylardan və kanallardan çəkilməsi üçün iki keçidə ehtiyac vardır. Bu keçidlər arasındakı məsafə 300 metrədən az olmamalıdır.

Optik kabelin çəkildiyi marşrut istiqamətindən körpü olarsa, o zaman körpü üzərindən ehtiyat keçidin keçməsinə icazə verilir. Qeyd etmək lazımdır ki, ehtiyat keçid layihə ilə şərtlər və optik kabel hər iki keçiddən keçirildikdə hər kabelə 50% rabitə qoşulur.

İstifadə edilən bütün çay keçidləri bir sıra təşkilat və idarələrlə: suyun təmizlənməsi və mühafizəsi üzrə ərazi hövzə idarəsilə, sualtı qurğulardan və keçidin ətrafında olan torpaqdan istifadə edən təşkilatla, su yollarının hövzə idarəsilə, su yollarını istismar edən təşkilatla, balıq ehtiyatlarının istehsalı və mühafizəsi təşkilatı ilə, əgər kabel körpüdən keçərsə, körpünü istismar edən təşkilatla, əgər kabel şəhər və ya qəsəbədən keçərsə, yerli idarənin arxitektura şöbəsilə və digər müxtəlif təşkilatla razılaşdırılır.

Su hövzələrində kabellərin qoyulması bir neçə faktordan asılıdır. Həmin faktorlar aşağıdakılardan ibarətdir:

- sahilin profilindən;

- optik lifli kabelin basdırılma dərinliyindən;
- tikintinin geoloji şəraitindən;
- su maneəsinin hidroloji xüsusiyyətlərindən;
- tikintini həyata keçirən təşkilatın texniki imkanlarından.

Optik lifli kabelləri dərinliyi üç metrədən aşağı olan su yollarında, suvarma kanalları və axarlarda 1 metrədən az olmayaraq çayın dibinə basdırmaq lazımdır. Mailliliyi 30⁰-dən çox olan və yuyulmaya məruz qalan sahillərin enişlərində və yoxuşlarında kabellər əl ilə, 5 metr addımlarla və ziqzaq formasında qoyulur, hansı ki, burada enişlərdə kabellərin bərkidilməsi layihə təlimatına əsasən aparılır.

Optik lifli rabitə kabeli xəndəyə qoyulduqdan sonra aşağıda verilmiş proseslər yerinə yetirilir:

- xəndəyin torpaqla doldurulması prosesi;
- optik kabelə dalğıc baxışı.

Məlumdur ki, çay keçidlərində qorunma zonaları vardır. Bu zonalar keçiddən axına nəzərən 100 metr aşağı və ya yuxarı qəbul edilir. Çay keçidlərində xəbərdarlıq üçün siqnal nişanları quraşdırılır. Üzərində siqnal nişanları yerləşdirilmiş dirəklər elə yerlərdə qoyulur ki, su nəqliyyat vasitələri həmin nişanları görə bilsinlər.

Su hövzələrində və çaylarda optik rabitə xətlərinin çəkilməsi zamanı əgər lil qatı və ya dərinliyi iki metrədən az olan bataqlıq olarsa, onda xəndəyin qazılmasına ehtiyac görülmür. Bu halda isə kabeldöşəyən mexanizmlərin istifadəsinə icazə verilmir. Digər hallarda kabeldöşəyən mexanizmlərdən istifadə etməklə optik rabitə xətləri çəkilir. Mexanizm traktorla dartılır. Əgər çayın dərinliyi çox olarsa, xəndək ekskavatorla qazılır.

Çay keçidinin tikintisi tikinti avadanlıqlarından 30 metr kənarında aparılır. Optik lifli kabelin keçid üzrə qoyulmasına imkan verən yeganə sənəd sualtı xəndəyin qəbul aktıdır və sualtı keçidin quraşdırılması aşağıda verilmiş addımlarla icra olunur:

- kabel keçidinin nişanlanması;
 - dərinliyin ölçülməsi;
 - sualtı xəndəyin qazılması;
 - xəndəyin dibinin təmizlənməsi;

- xəndəyin dibinin düzəldilməsi;
- ehtiyac yaranarsa, kabel barabanlarının suda üzən qurğuya yüklənməsi;
- kabelin xəndəyə qoyulması və xəndəyin torpaqla doldurulması.

IV FƏSİL. OPTİK RABİTƏ AVADANLIQLARINDA İTKİLƏRİN ÖLÇÜLMƏSİ

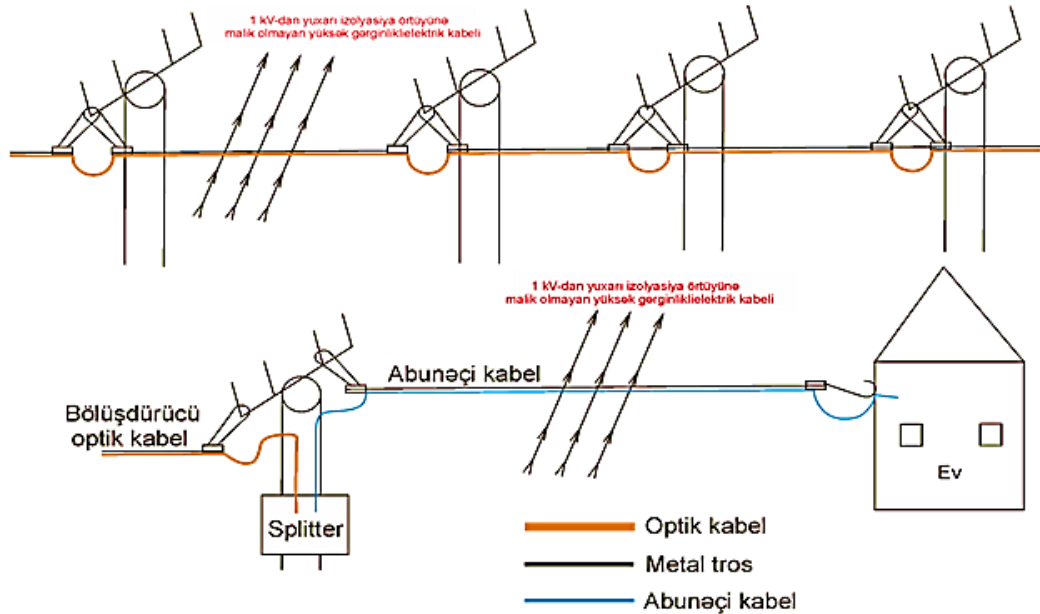
4.1. Optik lifli kabellərin hava mühitində çəkilməsi

Hava mühiti ilə optik kabellərin istiqamətləri və rabitə dirəklərinin quraşdırılacağı yerlər eskiz hazırlanan vaxt müəyyənləşdirilir. Bu halda optik rabitə kabelləri düz xətt boyunca qurulur və aşağıdakı şərtləri ödəyir:

- dirəklər əsasən səkilərdə və yol kənarında quraşdırılmalıdır;
- qapı, pəncərə və s. qarşısında dirəklər quraşdırılmamalıdır;
- mailliyi çox olan və çökək ərazilərdə dirəklər quraşdırılmamalıdır;
- dirəkləri elə quraşdırmaq lazımdır ki, onlar insanların və nəqliyyat vasitələrinin hərəkətinə problem yaratmasın;
- keçidlərdə optik kabellərin kəsişməsi yola nisbətə 90° (xüsusi hallarda 45° ola bilər) olmalıdır;
- avtomagistralda asılmış optik rabitə xəttinin yer səthindən olan hündürlüyü minimum 5,5 metr olmalıdır;
- yaşayış zonalarında dirəklər arasında asılan optik kabelin yer səthindən hündürlüyü nəqliyyat vasitələrinə nəzərən minimum 4,5 metr, piyadalara nəzərən isə 3 metrdən çox olmalıdır;
- çay hövzələrində və su kanalları olan keçidlərdə asılmış optik kabelin su nəqliyyatı vasitələri ilə aralarındakı məsafə bir metrdən az olmamaqla təşkil edilməlidir;
- trolleybus və tramvay kimi nəqliyyat vasitələri ilə kəsişmə nöqtələrində asılan kabelin minimum hündürlüyü 9 metr olmalıdır;
- elektrikli dəmir yolu xətlərilə kəsişmədə asılan optik kabellərin relslə arasındakı məsafə minimum 7,5 metr olmalıdır.

Optik lifli rabitə kabellərinin hava mühitində çəkilməsi zamanı nəzərə alınmalıdır ki, xətlər yaşayış və qeyri-yaşayış obyektlərinə problem yaratmasın. Küçədə işıqlandırma xətləri və hava optik rabitə kabelləri bir-birinə əks istiqamət üzrə layihələndirilir.

Optik rabitə kabelləri izolyasiyası olmayan elektrik kabelləri ilə kəsişərsə, onda optik kabellər müəyyən keçidlərdən və ya dielektrik kabellərindən keçirilməlidir. Əgər dielektrik kabel olmasa, bu halda tros ayrılmalı və dielektrik sıxaclardan istifadə olunmalıdır (Şəkil 4.1.1).



Şəkil 4.1.1. Hava mühiti ilə optik kabellərin çəkilməsi

Optik rabitə xətlərinin hava yolu ilə çəkilişi su kanallarından, çay yataqlarından və ya kanyon üzərindən keçərsə, aşağıdakı sadalanmış qaydalara riayət edilməlidir:

- rabitə dirəkləri yuxarıda qeyd edilən sahələrin mailliyindən beş metr aralı qoyulmalıdır;
- rabitə dirəkləri torpağın eroziyaya məruz qalacağı ehtimal olunan ərazilərdə qoyulmamalıdır;
- metal dirəklər arasında məsafə 60 metrə qədər olarsa, optik kabelin asılması adi qayda ilə aparılmalıdır;
- metal dirəklərdən istifadə etmək lazımdır. Bunun üçün dirəklər arasındakı məsafə 60-100 metr olmalıdır;
- qülləvari formalı dayaqdan istifadə edən zaman fərdi layihə hazırlanmalıdır;

- dirəklər arasındakı məsafə 100 metrədən artıq olduqda qülləvari dayaqdan istifadə olunmalıdır;
- layihə onu sifariş edən tərəflə razılaşdırılmalıdır.

Optik kabellərin havada çəkilməsi zamanı paylayıcı qutu adlanan elementdən istifadə olunur. Bu qutu quraşdırılan dirəklərdə zəruridir ki, kabel meydançası olsun. Həmçinin, qutunun quraşdırıldığı dirəklərdə şimşək (ıldırım) ötürücüləri olmalıdır. Paylayıcı qutu meydançanın döşəməsindən 1,4 metr yuxarıda quraşdırılır. Bundan başqa, kabel meydançasının traverslə arasındakı məsafə 1,7-1,8 metr təşkil edir. Dirəklərdə quraşdırılmış pillələrarası məsafə 0,35 metr, ilk pillə yerə nəzərən maksimum 1,5 metr hündür olmalıdır.

Ağac dirəklərə dəmir-beton calağının bərkidilməsi rütubətliyin çox olduğu yerlərdə zəruri hesab olunur. Bu zaman calaq və dirək 2 hissədən bağlanır. Bərkidilmə prosesi aşağıdakı üsullarla həyata keçirilir:

- sarğı üsulu;
- xomut üsulu.

Sarğı üsulunda onların quraşdırılması dirəyin axırından yuxarı istiqamətdə 200 mm və 1300 mm məsafədə, 2 hissəli şəkildə aparılır. Ümumiyyətlə sarğılar dörd millimetr diametrlili bir neçə yumşaq polad məftildən ibarətdir. Əgər sinklənməyən məftil tətbiq olunarsa, məftilin diametri 5-6 mm-dən çox olur. Sarğı üsulunda əsas anlayışlardan biri sarğının dönüş sayıdır. Bu say məftilin diametrindən bilavasitə asılıdır. Məftilləri sardıqdan sonra yaranan boşluqlar lom aləti ilə bir-birinə bükülür.

Ağac dirəklərə görə qazılan çalaların ölçüləri Cədvəl 4.1.1-də təsvir edilmişdir.

Cədvəl 4.1.1. Ağac dirəklər üçün qazılan çalaların parametrləri

Ağac dirəklər			
Müxtəlif torpaq növlərindən və dirəyin uzunluğundan asılı olaraq çalaların dərinliyi (m)			
Qumsal və bataqlıq ərazilərdə		Bərk və qayalı ərazilərdə	
6, 6,5	8,5	6, 6,5	8,5
1,1	1,2	0,9	-
1,1	1,4	0,9	1,1

-	1,4	0,9	1,1
---	-----	-----	-----

Rabitə xətlərinin çəkilməsi zamanı istifadə olunan dirəklər kran və digər qaldırıcı qurğularla qaldırılır. Elə edilməlidir ki, dirəyin aşağı hissəsi çalaya sürüşdürülsün və bu formada tənzimləmə aparılsın. Yaşayış yerlərində 6 metr, avtomagistrallarda 6,5 metr, dəmir yolu keçidlərində və digər yerlərdə isə 8,5 metr hündürlüyündə dirəklər quraşdırılır. İstisna hallarda 7, 9 və 11 metr hündürlüklü dirəklərdən istifadə edilə bilər. Bütün hallarda dirəklər istismar qaydalarına əməl etməli, texniki təhlükəsizlik qaydalarına cavab verməlidir. Dirəklər tələb olunan bütün detallarla təmin edilir. Dirəklərin üst hissəsi xüsusi germetik qapaqla və yaxud da dəmir lövhəylə qaynaq edilib qapadılır. Dirəyin aşağı ayaq tərəfi isə 200 mm uzunluqlu metal çubuqla qaynaq edilir.

Dəmir materiallı rabitə dirəklərinə travers (künclük) və metal pillələr bərkidilir. Pillələr arasındakı məsafə 400 mm olur. Metal lövhənin bərkidildiyi daha bir dirək isə optik paylayıcı qutunun quraşdırıldığı dirəkdir. Belə metal lövhənin ölçüsü isə 250x300x3 mm təşkil edir.

Ehtiyat optik lifli kabellərin yığılması üçün paylayıcı qutu olan dirəklərdə kronşteyn qoyulur. Metal dirəklərdə uzunluğu 100 metr olan 2 sıra boyunca gilizlər qoyulur. Gilizlər optik rabitə kabellərinin qutuya enib-qalxması üçündür. Dəmir dirəklər təmizləndikdən sonra boz boya ilə rənglənir. Boyama işləri GOST 9.402-2004 standartının tələblərini ödəməlidir. Dəmir dirəklərə görə qazılmış dirəklərin diametric 300-400 mm olur və çalaların dərinliyi torpağın növündən və dirəyin uzunluğundan birbaşa asılıdır (Cədvəl 4.1.2).

Cədvəl 4.1.2. Metal dirəklər üçün qazılan çalaların parametrləri

Metal dirəklər		
Metal dirəklərdə quraşdırılmış kabellərin sayı	Müxtəlif torpaq növlərindən və dirəyin uzunluğundan asılı olaraq çalaların dərinliyi (m)	
4-ə qədər	Qumsal və bataqlıq ərazilərdə	Bərk və qayalı ərazilərdə

	6, 6,5	8,5	6, 6,5	8,5
	1	1,2	0,8	1

Ucqr dağlarda, sərt qayalı ərazilərdə rabitə kabelləri üçün dirəkləri quraşdırarkən fərqli üsullardan istifadə etmək mümkündür. Çünki bu cür sahələrdə işçi resursu və iqtisadi baxımından sərfəlilik ödənməyə bilər. Belə ərazilərdə dirəklərin qoyulması zamanı deşici alət (Şəkil 4.1.2) dəliklərin açılması məqsədilə tətbiq olunur. Deşici alətin başlığı almaz materiallıdır. Qaya süxurlarında 800 mm dərinlikli dəlik açılır və bu dəlik şaquli istiqamətlidir.



Şəkil 4.1.2. Deşici alət

Almaz ucluqların standart uzunluğu 300, 400 mm olur. Bu uzunluğu əlavə uzadıcı başlıqla artırmaq mümkündür. Deşici alətin gücü isə 1500-2500 Wt-dır. Təbii ki, işin daha tez və rahat icra üçün deşici alətin gücü daha çox olmalıdır.

Dəmir dirəkləri birbaşa ildırım vura bilər. Ona görə torpaqlanma əməliyyatı reallaşdırılır. İldırımlı havalarda mümkün qədər (təqribən 1,5-2 metrədən artıq) dirəklərdən uzaq durulmalıdır. Həm də belə havalarda dirəklərə çıxmaq olmaz.

Dirəyin növündən (metal, ağac və s.) asılı olmayaraq, elektrik xətləri və dirəklər arasındakı məsafələr Cədvəl 4.1.3-də verildiyi kimi olmalıdır.

Cədvəl 4.1.3. Elektrik xətləriylə dirəklər arasındakı məsafə

kV	Minimum ara məsafəsi (metr)
1 kV-ya qədər (izolyasiya örtüyünə malik olan)	toxunmaması şərti ilə basdırıla bilər
1 kV-ya qədər (izolyasiya örtüyünə	2

malik olmayan)	
1-10 kV	4
10 kV-dan çox	10

Layihə üzrə işlənən bütün dirəkləri işarələmək lazımdır və bu dirəklərdə aşağıdakı yazılar qeyd olunur:

- şaquli istiqamətdə dirəyin nömrəsi;
- üfüqi istiqamətdə dirəyin basdırıldığı ilin son 2 rəqəmi;
- üfüqi istiqamətdə OPŞ-nın nömrəsi.

Optik rabitənin təşkili üçün nəzərdə tutulmuş dirəklərin nömrələnməsi prosesinə qida kabellərinin giriş etdiyi ilk dirəkdən başlamaq lazımdır. Nömrələr qırmızı rənglə boyadılır. Dirəklərə yazılan yazıların şriftinin hündürlüyü 15 mm təşkil edir.

İqlim şəraiti mülayim və orta olan zonalarda istifadə edilən optik rabitə xəttinin dartma gücünün 3 kN, iqlimi sərt keçən zonalarda isə 3 kN-dən çox olmağı məsləhət görülür. Optik kabellərin növündən, rabitənin qurulduğu yerin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dirəklər arasındakı məsafə təyin edilir. Məsələn, yaşayış məntəqələrində (kabelin dartma gücü 3 kN olarsa) məsafə 50-60 metr (bəzən 70 metrə qədər), yaşayış məntəqələrindən kənardakı (kabelin dartma gücünün 4 kN olduğu hallarda) məsafə 80 metr ola bilər. Yuxarıda verilmiş bütün hallarda metal dirəklərdən istifadə edilməlidir. Dirəyin dayanıqlığını artırmaq məqsədilə dirəyi tros vasitəsilə dartıb onu yerə bərkitmək, dirəyə əlavə metal dayaq qoşmaq və s. kimi tədbirlər görülür.

Trosu kabellərin dartınma gücünə davam gətirmələri üçün sıxıcı xomutlardan istifadə edilməklə divara bərkidilirlər. Sıxıcının növü və ölçüsü trosa görə müəyyənləşir. Daxilində güc elementi olan optik rabitə xətlərinin çəkilməsi müddətində istehsalçı firmanın göstərdiyi maksimum sıxılma gücünü nəzərə almaq lazımdır.



Şəkil 4.1.3. Optik kabellərin asılması üçün lazım olan alətlər

İki və dörd lifli kabellərdə əyilmə radius 25 mm-dən çox olmalıdır. Çoxlifli optik kabellərdə isə əyilmə radiusu istehsalçı şirkət tərəfindən müəyyənləşdirilir. Optik kabelləri ara dirəklərdə qövsvari formada əymək, sonra isə çəkmək lazımdır.

Optik kabelin çəkildiyi marşrut üzrə ağac hissələri və ya budaqları düşərsə, onda ağac budanmalıdır. Əgər budama əməliyyatı icra edilməzsə, onda kabelin ağacın içərisindən keçən hissəsi polietilen boruyla mühafizə edilir.

Havanın yağmurlu və şaxtalı olduğu hallarda görülən bütün işlərin icrası dayandırılmalıdır. Bütün görülən işlərdə hündürlükdə işləyən zaman mütləq kəmərlərdən istifadə olunmalıdır. Təhlükəsizlik kəməri bədənə etibarlı şəkildə bərkidilməlidir. Bir rabitə dirəyində birdən artıq işçinin işləməsinə icazə verilmir. Bir nəfərin dirəklə işlədiyini zaman onun dirəkdən düşməsinə qədər yerdəki digər işçi tərəfindən müşahidə aparılmalıdır.

Binalarda optik rabitə xəttinin çəkilişində kabel binaya 2 üsulla daxil olur:

- hava yolu ilə;
- kabel-kanalizasiya yolu ilə.

Optik lifli rabitə xətlərinin binalara girişini təmin etmək üçün binaların divarında divara çıxış qurğusu hazırlanmalıdır. Kabel divara bərkidiləndə elektrik xətləri, su boruları və digər hissələr polietilen boruyla müdafiə olunmalıdır. Xətlər elə çəkilməlidir ki, onlar bir-birinə dolaşmasın.

Optik kabel beton və ya daş divarlarda açılmış dəliklərdən keçirilərsə, o zaman divar qalınlığı enində, müvafiq ölçüdə (kabel sayına uyğun diametrdə) polietilen boru ilə müdafiə edilməlidir. Optik kabelin divara bərkidilməsi zamanı plastik skoba və ya metal xomutların ara məsafələri horizontal vəziyyətdə 30-35 sm, vertikal vəziyyətdə 400-500 mm təşkil etməlidir. Optik kabelin dirəkdən binaya və ya binadan binaya

hava-asqı yolu ilə çəkilməsi zamanı kabel tarım olmalıdır. Kabelin havadakı minimum hündürlüyü 5 metr təşkil etməlidir. Optik kabel bina fasadına anker xomutlarla etibarlı bərkidilməlidir. Çoxmərtəbəli yaşayış binalarında abunəçi optik kabellərin çəkilişi işlərindən əvvəl məkana ilkin baxış keçirilməli, splitterin yerləşəcəyi yer, mərtəbələrarası borunun və kabel kanallarının divarlardakı marşrutu dəqiqləşdirilməlidir. Marşrut elə seçilməlidir ki, divarlarda mövcud kommunikasiya və qurğulara maneə törətməsin. Abunəçi optik kabellərin mənzillərə çəkilməsi işlərinin icrası vizual baxımdan səliqəli olmalı, boru, kabel kanalı və ya xüsusi sıxıcı xomutlar ilə həyata keçirilməlidir. Abunəçi mənzillərinə çəkiləcək optik kabelin planlaşdırılan marşrutu boyu divarlara boru, kabel kanalları və xüsusi sıxıcı xomutlar (Şəkil 4.1.4) bərkidilməlidir. Kabel kanallarının növü və ölçüsü binada yerləşən mənzillərin sayından və iş şəraitindən asılıdır. Kabel kanalları, pilləkən marşının divarları istisna olmaqla (pilləkən marşında 1.8 m hündürlükdə), divarda horizontal və vertikal xətlər üzrə quraşdırılmalıdır.



Şəkil 4.1.4. Sıxaclar

Çətin məkan şəraitini nəzərə alaraq, göstərilən parametrlərdən az fərqlənmələrə icazə verilir. Kabel kanallarının və mərtəbələrarası polietilen boruların divara bərkidilmə nöqtələrinin ara məsafələri (qısa döngələr istisna olmaqla) 400-500 mm təşkil etməlidir. Mərtəbələrarası boru şaxta və ya pilləkən meydançasının müvafiq divarına bərkidilə bilər. İstisna hallarda mərtəbələrarası borunun pilləkən qövsündə çəkilməsinə icazə verilir (pilləkən meydançasında şərait olmadığı halda). Mənzillərə ötürülən abunəçi optik kabellərin marşrutu mümkün qədər az əyilmə və dönmələrə məruz qalmalıdır. Abunəçi optik kabelin əyilmə radiusu, 20 mm-dən az olmamalıdır. Abunəçi optik xətti kabel kanalında dartılmamalı, sərbəst dayanmalıdır. Kabelin bükülməsi, sarılması və düyünlənməsinə qəti olaraq yol verilməməlidir. Mərtəbələrarası və divarlarda açılmış dəliklərin dağıdılmış ətrafı müvafiq məhlullarla

doldurularaq bərpa edilməlidir. İş sahəsi tullantılardan təmizlənərək səliqəyə salınmalıdır.

İcraçı təşkilat tərəfindən binadaxili abunəçi kabelərin çəkilməsi prosesində bölüşdürücü qutuda abunəçi kabelin uzunluğu 2 metr (birləşmə üçün), abunəçi kabelin mənzil daxilində modemə qədər olan uzunluğu isə maksimum 12 metr təşkil etməklə nəzərə alınmalıdır. Hər iki tərəfdə saxlanılan ehtiyat abunəçi kabeli abunəçiyə xidmət verilənədək 200 mm diametrində dairəvi yığılaraq müvafiq ölçülü xamutlarla bərkidilərək saxlanılmalıdır. Abunəçi optik xətti çəkilərkən, splitterdən abunəçi terminalınadək (modem) sönmə (əyilmələrdəki ümumi itkilər) 1 dB-dən çox olmamalıdır. Mənzilin daxilində abunəçi optik kabelin marşrutu və modemin yerləşəcəyi yerabunəçilə razılaşıdırılmalıdır.

Hava ilə çəkilən abunəçi optik kabelləri evə ən yaxın paylayıcı qutudan istiqamətlənməlidir. Abunəçi kabeli dirəkdə quraşdırılan paylayıcı qutudan fərdi evə ən əlverişli hava marşrutu olan dirəkdən istiqamətlənməlidir. Abunəçi kabeli dirəyə və evin fasadına xüsusi sıxıcılar vasitəsilə asılmalıdır. Sıxıcıların növü və ölçüləri kabelin növü və ölçülərinə uyğun seçilməlidir. Sıxıcı kabelin üst örtüyünü zədələməməli, sıxma gücü kabel istehsalçısının təyin etdiyi maksimal sıxma gücündən arlıq olmamalıdır.

4.2. Optik rabitə xətlərində yaranan sönmələr və onların ölçülməsi

Optik rabitə xətlərində ən vacib xüsusiyyətlərdən biri dalğa uzunluğunda rabitə xətti boyunca yaranan siqnal zəifləməsidir. Siqnal zəifləməsi dB ilə ölçülür. Siqnal zəifləməsi siqnalın verilən rabitə xəttindən keçərkən nə qədər zəiflədiyini (söndüyünü) təyin edir. Buna daxilolma itkisi və yaxud sönmə deyilir.

Optik rabitə xətlərinin digər vacib xüsusiyyətlərindən biri optik lifdə olan siqnalların geri yansması və ya geri əks etdirilməsidir ki, ona geri dönüş itkisi də deyilir. Siqnalın geri yansması şüalanma mənbəyinə əks olunan optik gücün qiymətini xarakterizə edir və vahidi dB ilə ifadə olunur.

Optik rabitə xətlərində xətt boyunca yaranan sönməyə səbəb olan amillərə aşağıdakıları misal göstərmək olar:

- qaynaq birləşmələri;
- optik bölüşdürücülər;
- konnektorlar və ya mexaniki birləşdiricilər;
- birbaşa optik lif. Bu amil vahid uzunluğa düşən itkilərin miqdarı ilə

xarakterizə olunur və vahidi dB/km-dir.

Optik lifli rabitə xəttinin kilometrlik (xətt) sönməsi dedikdə optik lifin vahid kilometrə düşən siqnalın gücünün azalması başa düşülür.

Optik rabitə xətti boyunca şüanın geri yansımalarına şərait yaradan amillər aşağıdakılardır:

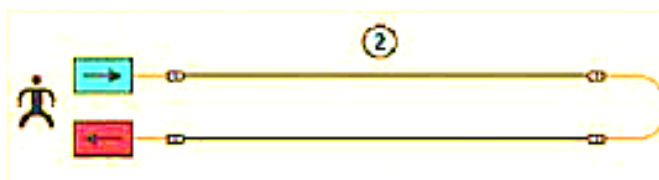
- konnektorlar və ya mexaniki birləşdiricilər;
- optik lifdəki çatlar.

Optik rabitə xətlərində sönmələrin aparılması üçün müxtəlif qaydalar mövcuddur. Bu qaydalardan biri iki nəfərin iştirakı ilə aparılır. Bu zaman optik şüa mənbəyi və optik enerji gücünü ölçən qurğudan istifadə edilir, ölçmə bir istiqamətli şəkildə və bir lif üzərində həyata keçirilir. Hər iki istiqamət üzrə ölçmə aparmaq üçün müvafiq avadanlıqların yerlərini dəyişdirmək lazımdır (Şəkil 4.2.1).



Şəkil 4.2.1. Ölçmənin aparılmasının 1-ci qaydası

Ölçmənin aparılmasında 2-ci qayda ondan ibarətdir ki, burada ölçməni bir nəfər aparır. Ölçmə bir optik şüa mənbəyindən və optik enerji gücünü ölçən cihazdan və yaxud da onların hər ikisini özündə cəmləşdirən başqa bir avadanlıqdan istifadə etməklə, bir cüt lif üzərində aparılır (Şəkil 4.2.2.).



Şəkil 4.2.2. Ölçmənin aparılmasının 2-ci qaydası

Optik rabitədə kilometrlik sönmənin vahidi dB/km-dir. Dalğa uzunluğundan asılı olaraq sönmə əmsalları da dəyişə bilər. Praktikiada ən çox 850 nm, 1300 nm, 1310 nm, 1490 nm, 1550 nm, 1625 nm kimi dalğa uzunluqlarından istifadə edilir.

Ölçmənin aparılması zamanı gözlərin şüalardan mühafizəsi məqsədilə çalışmaq lazımdır ki, şüa qaynağının olmadığına əmin olmayıncayadək kabellərin sonuna baxılmasın. Optik lifli kabellər ölçüldükdən sonra ölçü protokolu tərtib olunur.

Optik rabitə xətlərində sönmənin ölçülməsi optik tester və ya reflektometr adlı ölçü cihazı vasitəsilə aparıla bilər. Testerlə ölçü aparılan zaman lifin hər iki ucuna qoşulan iki alətdən istifadə etmək lazım gəlir. Testerdən fərqli olaraq reflektometr cihazı ilə lifin bir ucundan istifadə etməklə ölçmə işləri aparıla bilər. Testerlə ölçülmə zamanı optik lifdə olan ümumi sönməni, reflektometrlə isə həm lifdə olan sönməni, həm də lifdə sönməyə səbəb olan nöqtələri müəyyən etmək mümkündür.

Optik rabitədə qaynaq cihazlarından da istifadə edilir. Onlar mükəmməl cihazlar olsalar belə, qaynaq birləşmə yerlərində yoxlama işlərinin aparılması vacibdir. Bu yoxlama prosesi optik ölçü cihazlarından istifadə etməklə aparılır.

Cədvəl 4.2.1. Optik lifin kilometrlik sönmə əmsalları

Optik kabelin tipi	Dalğa uzunluğu (nm)	Maksimal sönmə (dB/km)	İstinad edilən sənəd
Təkmodlu kabel	1310	0,40	G.652.B
	1490	0,24	G.652.D
	1550	0,35	G.652.B
Çoxmodlu kabel	850	4	G.651
	1300	2	G.651

Cədvəl 4.2.2. Splitter avadanlıqlarının sönmə əmsalları

Splitterin tipi	Sönmə əmsalı (dB)
1x2	3,8
1x4	7,5
1x8	10,6

1x16	13,8
1x32	17,0
1x64	20,5

NƏTİCƏ

Dissertasiya işi üzrə aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur:

- Optik rabitənin inkişaf tarixi haqqında ətraflı məlumatlar verilmişdir;
- Optik rabitənin qurulmasında istifadə edilən cihaz və avadanlıqlar, onların xüsusiyyətləri və işləmə prinsipləri şərh edilmişdir;
- Azərbaycanda optik rabitənin mövcud vəziyyəti qiymətləndirilmişdir;
- Böhran və risk şəraitlərində optik rabitənin üstünlükləri və mənfi xüsusiyyətləri araşdırılmış və təhlil olunmuşdur;
- Hərbi vəziyyətlərdə optik rabitənin yaratdığı üstünlüklər barədə məlumatlar verilmişdir;
- Çay sahillərində və su hövzələrində optik rabitə xətlərinin çəkilməsi konkret parametrlərlə izah edilmişdir;
- Binadaxili kabelləşmə məsələlərinə baxılmışdır və təkliflər verilmişdir;
- Hava mühitində optik rabitə xətlərinin çəkilməsi haqqında ətraflı məlumatlar qeyd olunmuşdur;
- Optik rabitə xətlərinin çəkilişi zamanı xətlərdə yaranan ölçülər qiymətləndirilmiş və sönmə hesablanmışdır;

Qeyd etmək lazımdır ki, dissertasiya işi üzrə konkret təcrübi və tətbiq məsələləri Azərbaycan Respublikasında Qarabağ İqtisadi Zonasında (Füzuli rayonunda) aparılmışdır və layihənin digər şəhər və rayonlarda tətbiq olunması nəzərdə tutulmuşdur.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

1. Həsənov, M.H. Optik telekommunikasiya sistemlərinin müasir texnologiyaları. Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti / M.H.Həsənov, C.Ə. Əliyev - Bakı: Ecoprint, - 2017. – 412 s.
2. Biswanath Mukherjee, Ioannis Tomkos, Massimo Tornatore, Peter Winzer. Springer Handbook of Optical Networks. Springer; 1st ed. 2020 edition (October 23, 2020). – 1205 p.
3. Canhui (Sam) Ou, Biswanath Mukherjee. Survivable Optical WDM Networks. Springer; 2005th edition (July 19, 2010). – 208 p.
4. D. Hood. Gigabit-capable Passive Optical Networks. Wiley; 1st edition (March 13, 2012). – 445 p.
5. Darli Augusto de Arruda Mello, Fabio Aparecido Barbosa. Digital Coherent Optical Systems: Architecture and Algorithms. Springer; 1st ed. 2021 edition (March 9, 2021). – 242 p.
6. Debasish Datta. Optical Networks. OUP Oxford; 1st edition (March 1, 2022). – 720 p.
7. Hemani Kaushal, V.K. Jain, Subrat Kar. Free Space Optical Communication. Springer; 1st ed. 2017 edition (January 6, 2017). – 394 p.
8. Le Nguyen Binh. Optical Modulation: Advanced Techniques and Applications in Transmission Systems and Networks. CRC Press; 1st edition (November 22, 2017). – 667 p.

9. Mohammad Azadeh. Fiber Optics Engineering. Springer; 2009th edition (August 5, 2009). – 390 p.
10. Mohammad Ilyas, Hussein T. Mouftah. The Handbook of Optical Communication Networks. CRC Press; 1st edition (April 14, 2003). – 749 p.
11. Neophytos (Neo) Antoniadis, Georgios Ellinas, Ioannis Roudas. WDM Systems and Networks: Modeling, Simulation, Design and Engineering. Springer; 2012th edition (December 8, 2011). – 548 p.
12. Rajiv Ramaswami, Kumar Sivarajan, Galen Sasaki. Optical Networks: A Practical Perspective. Morgan Kaufmann; 3rd edition (November 27, 2009). – 928 p.
13. Víctor López, Luis Velasco. Elastic Optical Networks: Architectures, Technologies, and Control. Springer; 1st ed. 2016 edition (June 13, 2016). – 305 p.
14. Vivek Alwayn. Optical Network Design and Implementation. Cisco Systems; 1st edition (January 1, 2004). – 809 p.
15. <http://tr.opticomfiber.com/info/what-are-passive-optical-network-pon-and-act-51157284.html>
16. <https://www.analog.com/en/applications/markets/data-center/optical-networking.html>
17. <https://www.computerworld.com/article/2586806/standards-for-optical-networking.html>
18. <https://www.juniper.net/us/en/research-topics/what-is-pon.html>
19. <https://www.richerlink.com/optical-communication/>
20. https://www.tutorialspoint.com/optical_networks/optical_networks_introduction.htm
21. Fərzaliyeva, A.Ş. Məmmədov, R.E. Optik rabitə xətt qurğularının lahiyələndirilməsi və tikintisi./ Mütərəqqi texnologiyalar və innovasiyalar./A.Ş.Fərzaliyeva, R.E.Məmmədov – 3s