

*Əlyazması hüququnda*

**HEYDƏR ƏBÜLFƏZ OĞLU ƏLİYEV**

**TELEKOMMUNİKASIYA ŞƏBƏKƏLƏRİNİN SİQNALLAŞMA  
SİSTEMLƏRİNİN KEYFİYYƏT XARAKTERİSTİKALARININ  
QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ ÜSULLARI**

**İxtisas:3325.01 – “Telekommunikasiya texnologiyası”**

Texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**AVTOREFERATI**

**Bakı-2014**

**Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetində yerinə yetirilmişdir.**

**Elmi rəhbər:** Texnika elmləri doktoru,  
professor Q.M.İmamverdiyev

**Rəsmi opponentlər:**

Texnika elmləri doktoru, professor B.Q.İBRAHİMOV

Texnika elmləri namizədi, dosent M.H.HƏSƏNOV

**Aparıcı təşkilat:**

**Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Ə.Hüseynov adına  
Kibernetika İnstitutu**

**Dissertasiya işinin müdafiəsi “14 ” 05 2014-cu il tarixində saat  
11.00-da D.02.031 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.**

**Ünvan: AZ 1073, Bakı şəhəri, H.Cavid prospekti 25.**

**Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında  
tanış olmaq olar.**

**Avtoreferat “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014-cü il tarixində  
paylanmışdır.**

**D.02.031 dissertasiya Şurasının  
elmi katibi, t.e.n, dosent**

**E.B.GÖZƏLOV**

**İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**Problemin aktuallığı:** Müasir dövrdə yeni informasiya-kommunikasiya texnologiya vasitələrinin tətbiqi bütün sahələrdə, o cümlədən telekommunikasiya sahəsində geniş vüsət almışdır. Yeni texnologiyalı, geniş imkanlara malik telekommunikasiya vasitələrinin və texnologiyalarının ümumi istifadəli telefon şəbəkələrində tətbiqi, istifadəçilərə ənənəvi telefon rabitəsi ilə bərabər, yüksək kefiyyətli intellektual xidmətlərin də göstərilməsi üçün əlverişli imkanlar yaratmışdır. Bütün digər sahələrlə yanaşı, telekommunikasiya sahəsinin də günün tələbləri səviyyəsində təşkili, sosial, iqtisadi və texniki əhəmiyyətli məsələlərdən biri olaraq elmi tutumlu bir məsələ kimi qalmaqdadır.

İnformasiya - kommunikasiya texnologiyalarının müasir dövrdəki inkişafı, mədəniyyət, iqtisadiyyat, təhsilin inkişafına, ölkənin müdafiə qüdrətinin gündən - günə artırılmasına, elm və texnikanın sosial yönümlü inkişafına olduqca ciddi təsir göstərir.

Texnologiyaların dəyişməsi, telekommunikasiya sahələrinin kəmiyyət və keyfiyyətə müntəzəm olaraq yüksəlməsinə olan tələbat, onların layihələndirilməsinin nəzəri əsaslarının inkişafını, yeni analiz və sintez metodlarının işlənilib hazırlanmasını tələb edir.

Hal-hazırda fəaliyyət göstərən telekommunikasiya şəbəkələrinin kommutasiya avadanlıqlarının və rəqəm veriliş sistemlərinin böyük bir hissəsi - əsasən də onların kommutasiya və kanal yaradan avadanlıqları məlum normativlər əsasında onlar üçün ayrılmış texniki istismar müddətlərini çoxdan başa vurmuş, mənəvi və fiziki aşınmaya məruz qalmaqla bərabər, müasir tələblərə cavab vermirlər. Bu avadanlıqların ən vacib hissəsini siqnallaşma sistemlərinin avadanlığı təşkil edir. Siqnallaşma sistemi telekommunikasiya şəbəkələrinin ayrı-ayrı texniki qurğularının informasiya mübadiləsi yaradılması prosesində onların qarşılıqlı işini, rabitə kanallarının elektriki və fiziki parametrlərinin razılaşdırılmasını təmin edir. Ona görə də siqnallaşma sistemlərinin optimal üsullarla layihələndirilməsi və qurulması aktual məsələlərdəndir.

Müasir dövrün tələbatlarına cavab verən siqnallaşma sisteminin yaradılması üçün, qarşıya qoyulan məsələləri həll etməkdən ötrü, yeni riyazi modellərin, hesablama metodlarının və alqoritmlərinin işlənilib hazırlanmasına ciddi sürətdə ehtiyac vardır. Adları sadalanan məsələlərin həlli müasir paket kommutasiyalı telekommunikasiya şəbəkələrinin tətbiqinin genişləndirilməsi baxımından olduqca aktual məsələdir .

Təqdim edilən dissertasiya işi telekommunikasiya şəbəkələrinin siqnallaşma sistemlərinin keyfiyyət xarakteristikalarının qiymətləndirilməsi üsullarının tədqiqinə həsr edilmişdir.

**Tədqiqat obyektı.** Tədqiqat obyektı telekommunikasiya şəbəkələrinin siqnallaşma sistemləridir.

**Tədqiqatın predmeti.** Dissertasiya işinin tədqiqat predmeti telekommunikasiya şəbəkələrində siqnallaşma sistemlərinin keyfiyyət xarakteristikalarının qiymətləndirilməsinin analitik modelləri və hesablanması üsullarıdır.

Aparılan elmi tədqiqat işləri nəticəsində təsdiq olunub ki, xüsusi siqnallaşma şəbəkələrinin layihələndirilməsi zamanı optimallaşdırma və riyazi metodların tətbiqi, layihənin həyata keçirilməsi müddətinin və istisimar xərclərinin azaldılmasına, xidmət keyfiyyətinin kifayət qədər yüksəldilməsinə imkan yaradır.

Kütləvi xidmət sistemi nəzəriyyəsinin riyazi metodları siqnallaşma şəbəkələrinin müxtəlif təyinatlı texniki vasitələrinin xidmət keyfiyyəti xarakteristikalarının hesablanması çox saylı məsələlərini həll etməyə imkan verir. Siqnallaşma şəbəkələrinin keyfiyyət xarakteristikalarının yüksəldilməsi üçün siqnallaşma paketlərinin gecikmə müddəti və itmə ehtimalı kimi parametrləri də nəzərə almaq lazımdır.

Klassik siqnallaşma sistemlərinin müxtəlif texniki vasitələrinin keyfiyyət xarakteristikalarının tədqiqi haqqında bir çox ədəbiyyatlarda kifayət qədər materiallar mövcuddur. Lakin onlar primitiv üsullara əsaslandığından müasir şəbəkələr üçün səmərəli deyildir.

Mövcud model və üsullar müasir siqnallaşma şəbəkələrinin optimal layihələndirilməsinə, istismarda olan siqnallaşma qovşaqları və şəbəkələrinin keyfiyyət göstəricilərinin qiymətləndirilməsinə imkan vermir.

Hal-hazırda müxtəlif təyinatlı çoxkanallı və çoxqovşaqlı siqnallaşma şəbəkələri və sistemləri hazırlanır və tətbiq olunurlar.

Müasir siqnallaşma sistemləri (kommunikasiya sistemləri, rəqəmli rabitə xətləri, verilənlərin, səs və təsvirlərin siqnallaşma paketlərini, müxtəlif multipleksiyalaşdırma üsulları ilə ötürülməsini həyata keçirən müxtəlif ötürücü mühütlərdən istifadə edən siqnallaşma şəbəkələri) layihələndirən zaman paralel kanalların sayını, siqnallaşma sisteminin bufer yaddaşının tutumunu, şəbəkədəki qovşaqların sayını, prioritetli xidməti nəzərə alan model və üsullar bu günə qədər ətraflı tədqiq edilməmişdir.

Onların nəticələri siqnallaşma şəbəkələrində, onun ayrı-ayrı qovşaqlarında artıq yüklənmə ilə mübarizədə və xidmət keyfiyyətinin tələb olunan səviyyədə saxlanılması üçün yararlı deyildir.

**Aktual məsələlərdən biri** də mövcud olan model və üsulların birkanallı və birqovşaqlı (çox qovşaqlı), həmçinin çoxkanallı (çoxqovşaqlı) siqnallaşma şəbəkələrində paketlərin ehtimal-zaman xarakteristikalarının (paketlərin son məntəqələrə vaxtında çatdırılması vaxtı və ehtimalı, sistemin bufer yaddaşında paketlərin gözləməsi, paketlərin çoxqovşaqlı şəbəkədə gecikməsi və onların itmə ehtimalı) dəyişməsinə təyin etməyə imkan verməməsidir.

**Dissertasiya işi** telekommunikasiya şəbəkələrinin siqnallaşma sistemlərinin yüklənməsini, siqnallaşma kanallarının, qovşaqlarındakı gözləmə yerlərinin və onların sayını nəzərə alan keyfiyyət göstəricilərini qiymətləndirməyə imkan verən riyazi model və hesablama üsullarının hazırlanmasına həsr edilmişdir.

**İşin məqsədi.** İşin məqsədi telekommunikasiya şəbəkələrinin siqnallaşma sistemlərinin keyfiyyət xarakteristikalarının təyin edilməsi və qiymətləndirilməsi üçün model və hesablama üsullarını hazırlamaqdan ibarətdir.

**Problemin mövcud vəziyyəti və tədqiqat məsələləri.** Hal- hazırda MDB və digər xarici ölkələrinin alimlərinin telekommunikasiya şəbəkələrinin siqnallaşma sistemləri problemlərinə aid kifayət qədər elmi işləri məlumdur. Onların içərisində Q.P.Başarin, K.E.Samuylov, A.E.Kuçeryavı, Q.Q.Yanovski, B.S.Qoldşteyn, A.B.Roslyakov, A.Y.Kriştofovich, A.İ.Letnikov, O.V.Çervyakov, N.S.Marder, F.U.Devetak, J.G.Van Bosse, D.Duffy, A.Mcintoç, M.Rozenştyn, W.Willinger, Azərbaycan alimləri A.N.Həsənov, Q.M.İmamverdiyev, B.Q.İbrahimov və s. adlarını qeyd etmək olar. Bu alimlərin elmi işlərində siqnallaşma sistemlərinin qurulma prinsiplərinə, texniki təminat məsələlərinə, onların təkmilləşdirilməsinə və telekommunikasiya şəbəkələrində siqnal trafikinin təhlilinə baxılmışdır. Lakin, müasir telekommunikasiya şəbəkələrinin siqnallaşma sistemlərinin keyfiyyət xarakteristikalarının təyin edilməsi kimi bəzi problemlər kifayət qədər baxılmamışdır. Bunların içərisində NGN şəbəkələri üçün siqnallaşma şəbəkələrinin qurulması, bircins və qeyri-bircins siqnal trafiklərinin idarə edilməsi, qarışıq trafiklərin ümumi şəbəkədə yaratdığı siqnallaşma ilə bağlı olan problemlərin araşdırılması və çoxqovşaqlı siqnallaşma sistemlərinin riyazi modellərinin və onlar əsasında iş keyfiyyəti xarakteristikalarının

təyin edilməsi üsullarının işlənməsi, nəzəri və praktik əhəmiyyətli kəsb edir.

Dissertasiya işində əsas tədqiqat məsələləri aşağıdakılardır:

- muxtəlif rejimlərdə işləyən siqnallaşma sistemlərinin ehtimal-zaman xarakteristikalarını- bufer yaddaşındakı gözləmə yerlərinin və siqnallaşma kanallarının sayından , onların yüklənməsindən asılı olan xidmət keyfiyyəti göstəricilərini hesablamaq üçün riyazi modellərin və hesablanma üsullarının işlənməsi;

- məhdud gözləmə rejimində işləyən ümumi kanal siqnallaşma sisteminin bufer yaddaşının, paketlərin itmə ehtimallarının, paketlərə məhdud gözləmə ilə xidmət olunması ehtimalı və paketlərin son siqnallaşma məntəqələrinə vaxtında çatdırılma müddətlərinin hesablanması alqoritmlərinin işlənilməsi.

- kiçik tutumlu telekommunikasiya şəbəkələrində danışıq və siqnallaşma üçün birgə istifadə edilən rabitə kanallarının ikitərəfli məşğul olma ehtimalını hesablamağa imkan verən modelin və hesablama üsulunun işlənilməsi;

- çoxqovşaqlı və çoxkanallı siqnallaşma şəbəkəsinin keyfiyyət xarakteristikalarının optimal qiymətlərinin hesablanmasına imkan verən model və hesablama üsullarının işlənilməsi;

**Tədqiqatın metodları:** Tədqiqatlar ehtimal nəzəriyyəsi, riyazi statistika, kütləvi xidmət nəzəriyyəsi və ədədi hesablama üsullarından, kompüterdə modelləşdirmədən və proqramlaşdırma üsullarından istifadə edilərək yerinə yetirilmişdir.

**Elmi yeniliklər.** Baxılan tədqiqat işinin elmi yenilikləri aşağıdakılardan ibarətdir:

- 1.Çoxqovşaqlı (birkanallı) və çoxkanallı (birqovşaqlı) siqnallaşma şəbəkələrinin xidmət keyfiyyəti xarakteristikalarının optimal qiymətlərinin hesablanmasına imkan verən riyazi modellər işlənilmişdir.

2. Məhdud gözləmə rejimində işləyən siqnallaşma sisteminin, bufer yaddaşından, gözləmə yerlərinin və siqnallaşma kanallarının sayından, onların yüklənmə səviyyəsindən asılı olan, çoxkanallı siqnallaşma qovşaqlarının xidmət keyfiyyəti xarakteristikalarının optimal qiymətlərinin hesablanması üçün riyazi modellər və hesablama üsulları hazırlanmışdır.

- 3.Danışıq və siqnallaşma paketləri tərəfindən birgə istifadə edilən telekommunikasiya şəbəkələrinin xidmət keyfiyyətlərini qiymətləndirməyə imkan verən xarakteristikaların hesablanması üçün riyazi model hazırlanmışdır.

## **İşin təcrübi əhəmiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir:**

1. Siqnallaşma kanallarının sayından, daxil olan trafiklərin qiymətlərindən, siqnallaşma qovşağındakı növbənin uzunluğundan asılı olaraq, siqnallaşma qovşağında növbədə gözləməkdə olan paketlərin orta gözləmə müddətini hesablamaq üçün təklif edilmiş riyazi model optimal yaddaş qurğularını və gözləmə müddətlərini seçməyə imkan vermişdir.

2. Siqnallaşma şəbəkəsinin nəqliyyat səviyyəsində terminallar arasında paketlərin nəqli müddətini və kanalların səmərəlilik əmsalını hesablamaq üçün işlənmiş riyazi model və hesablama üsulu şəbəkələrin layihələndirilməsi və təkmilləşdirilməsində istifadə edilə bilər.

3. Dissertasiya işinin tətbiqi 2010 -cu ildə BTRİB-in Nizami telefon qovşağının 74/75/76 indeksli ATS –nin nümunəvi marşrutlarında təşkil edilmiş, siqnallaşma kanallarının danışıq kanallarından ayrılması ilə onların 18%-dən çox yüklənməsinə səbəb olmuşdur ki, nəticədə xidmət keyfiyyəti yüksəlmiş və müstəqil siqnallaşma şəbəkəsinin qurulması təsdiqlənmişdir.

4. Müxtəlif strukturlu siqnallaşma şəbəkəsinin keyfiyyət xarakteristikalarını hesablamaq üçün riyazi modellər və işlənmiş alqoritmlər hesablama vaxtını və çətinlik dərəcəsini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağa, alınan nəticələri dərhal təhlil etməklə layihələndirilən və istismarda olan şəbəkələrin təkmilləşdirilməsi prosesində xidmət keyfiyyəti göstəricilərinin optimal qiymətlərini seçilməsinə imkan yaratmışdır.

**İşin aprobeasiyası.** Dissertasiyanın əsas müddəaları və nəticələri aşağıdakı Beynəlxalq və respublika konfranslarında müzakirə olunub:

1. Azərbaycan Texniki Universitetinin 50 illiyinə həsr edilmiş Respublika elmi-texniki konfransda (2001-ci il, Bakı ş.).

2. “Heydər Əliyev və Azərbaycanda elmi-texniki tərəqqi” mövzusunda 4-cü Beynəlxalq elmi –texniki konfransda ( 2003-cü il, Bakı ş. ).

3. Ümummilli lider Heydər Əliyevin Azərbaycan Respublikası rəhbərliyinə gəlməsinin 36-ci ildönümünə həsr olunmuş Beynəlxalq Elmi-praktiki konfransda ( 2005-ci il, Sumqayıt ş.).

4. Azərbaycan Respublikası Rabitə və İnformasiya Texnologiyaları Nazirliyi, ”Azərpoçt” Dövlət Müəssisində keçirilən Beynəlxalq Elmi-praktiki konfransda ( 2006-cı il, Gəncə ş.).

5. Radionun 80 illiyinə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi –texniki konfransda (2007-ci il, Bakı ş. ).

6. Azərbaycan xalqının Ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 85 illiyinə həsr olunmuş “Texniki ali məktəblərdə təhsilin müasir problemləri“ mövzusunda Respublika Elmi-praktiki konfransda ( 2008-ci il, Bakı ş.) .

7. AzTU- nun professor – müəllim heyətinin və aspirantlarının 54-cü elmi-texniki konfransda( Bakı, 2009-cu il).

8. Azərbaycan televiziyasının 50, Azərbaycan Radionun 80 illiyinə həsr olunmuş Respublika elmi –texniki konfransda ( Bakı, 2007-ci il).

9.”Elektron hökumət Azərbaycanda. nailiyyətlər və perspektivlər” Beynəlxalq elmi –texniki konfransda (Bakı, 2010-cu il).

**Nəşrlər:** Dissertasiya mövzusu üzrə 16 elmi iş dərc olunub, o cümlədən, bir məqalə Rusiya Federasiyasında və bir məqalə Ukraynada dərc edilmişdir.

#### **Dissertasiya işinin strukturu və həcmi:**

Dissertasiya işi girişdən, 3 fəsildən, ümumi nəticə və təkliflərdən, 93 ədəbiyyat, 20 elektron mənbələri siyahısından və əlavələrdən ibarətdir. Dissertasiyanın ümumi həcmi 179 səhifədən ibarətdir. 18 cədvəl və 21 şəkildən ibarət olan əsas hissə 148 səhifədir.

#### **Dissertasiya işinin nəticələrinin reallaşdırılması və tətbiqi.**

Dissertasiya işinin əsas nəticələri Azərbaycan Respublikasında Rabitə və İnformasiya Texnologiyalarının inkişafı üzrə 2005-2010-cu illər üçün Dövlət Proqramı (“Elektron Azərbaycan”) çərçivəsində Azərbaycan Texniki Universitetində aparılan elmi-tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsi zamanı alınmışdır. Dissertasiya işinin əsas nəticələri Rabitə və İnformasiya Texnologiyaları Nazirliyinin Bakı Telefon Rabitəsi İstehsalat Birliyində, Azərbaycan Texniki Universitetində tədris prosesində və dövlət büdcəli elmi-tədqiqat işinin yerinə yetirilməsində, Nizami Telefon Qovşağında tətbiq olunmuş və alınmış nəticələrin tətbiqi müvafiq aktla təsdiq olunmuşdur.

#### **Dissertasiya işinin müdafiəyə çıxarılan əsas müddəaları:**

- rabitə kanalları danışıq və siqnallaşma paketləri üçün birgə istifadə edilən telekommunikasiya şəbəkələrinin siqnallaşma sistemlərinin xidmətəmə keyfiyyətlərini qiymətləndirməyə imkan verən xarakteristikaların hesablama üsulları .

- çoxqovşaqlı (birkanallı) və çoxkanallı (birqovşaqlı) siqnallaşma şəbəkələrinin iş keyfiyyəti xarakteristikalarının optimal qiymətlərinin hesablanmasına imkan verən riyazi modellər.

- məhdud növbəli və gözləmə rejimi ilə işləyən, prioritetli xidmətətməni təmin edən, çoxkanallı siqnallaşma şəbəkələrinin keyfiyyət xarakteristikalarının təqribi qiymətlərinin hesablanması üsulları;
- məhdud gözləmə rejimində işləyən ümumi kanal siqnallaşma sisteminin bufer yaddaşında paketlərin gözləmə müddətinin, gözləmə yerlərinin və siqnallaşma kanallarının sayından, onların yüklənmə səviyyəsindən asılı olan keyfiyyət xarakteristikasının hesablanması üçün alqoritmlər.
- gözləmə və kombinə olunmuş xidmət rejimlərində işləyən bir və çoxqovşaqlı siqnallaşma şəbəkələrində paketlərin gecikmə müddətinin, kanalların və gözləmə yerlərinin sayından, onların yüklənmə səviyyəsindən və xidmətətmə intensivliyindən asılı olan model və hesablanması üsulları.

## İŞİN MƏZMUNU

**Girişdə** problemin vəziyyəti təhlil edilməklə yanaşı, mövzunun aktuallığı əsaslandırılır, işin məqsədi və əsas məsələləri müəyyənləşdirilir, mövcud vəziyyəti nəzərə almaqla mövzunun əhəmiyyəti şərh edilir, müdafiəyə təqdim edilən müddəalar göstərilir, işin aprobeasiyası, nəşri, struktur tərkibi və həcmi haqqında məlumat verilir.

**Birinci fəsilə** siqnallaşma sistemlərinin inkişaf mərhələlərinin xarakterik xüsusiyyətlərinin təhlili, müxtəlif təyinatlı telefon siqnallarının qruplara bölünməsi, qeyri - mərkəzləşdirilmiş siqnallaşma sistemi və onun siniflərə bölünməsi, siqnalların funksiyası, onların elektrik parametrlərinə görə müqayisəli təhlili, mərkəzləşdirilmiş ümumkanal siqnallaşma (ÜKS) sisteminin (7 saylı siqnallaşma protokolu əsasında işləyən) yaranması, inkişafı, ÜKS sistemi ilə təchiz edilmiş siqnallaşma şəbəkəsi modellərinin müqayisəli təhlili və tam müstəqil paket kommutasiyalı siqnallaşma şəbəkə arxitekturasının məsələləri və digər siqnallaşma şəbəkə protokolları araşdırılmışdır.

Məlumdur ki, siqnallaşma sellərinin formalaşdırma üsul və vasitələri istifadə edilən kommutasiya avadanlığının tipindən və veriliş sistemlərindən birbaşa asılıdır. Ona görə də hər dəfə mövcud telefon şəbəkələrində yeni tipli və sistemli telefon stansiyaları tətbiq edildikdə, stansiyalararası rabitənin təşkili üçün istifadə edilən siqnallaşma sistemlərində də ciddi dəyişikliklər baş verir. Bu sistemlərdə istifadə edilən siqnal məlumatlarının tərkibi və texniki vasitələri ciddi təkmilləşdirilmələrə məruz qalır. Bu isə o deməkdir ki, hər dəfə yeni telekommunikasiya sistemlərinin yaranması və onların mövcud telefon

şəbəkələrində tətbiqi, müxtəlif tipli kommutasiya avadanlığının birgə işinin razılaşdırılmasını tələb edir.

Müstəqil siqnallaşma kanalları ilə müxtəlif təyinatlı siqnallaşma sellərinin ötürülməsi, danışıq kanallarının buraxma qabiliyyətinə (səmərəliliyinə) kifayət qədər müsbət təsir göstərir. Müşahidələr göstərir ki, abunəçi nömrəsindəki rəqəmlərin sayından və şəbəkənin abunəçi tutumundan asılı olaraq, siqnallaşma selləri danışıq kanallarının 7- 15 %-ni məşğul edir. Yəni onların buraxma imkanına mənfi təsir göstərir. Deməli, ÜKS sistemi tətbiq edildikdə, yüksək maliyyə vəsaiti tələb edən danışıq kanallarının səmərəliliyi kifayət qədər yüksəldilə bilər.

**İkinci fəsilə** telekommunikasiya şəbəkələrinin ayrı-ayrı qovşaqlarında siqnallaşma sistemlərinin iş xidmət keyfiyyət xarakteristikalarının qiymətləndirilməsi üsullarının işlənməsi məsələlərinə baxılır. Burada siqnallaşma şəbəkələri çoxqovşaqlı kütləvi xidmət şəbəkələri kimi tədqiq edilmişdir. Siqnallaşma şəbəkəsinin ayrı-ayrı qovşaqlarında siqnallaşma paketlərinə xidmətlənmə prosesinə kütləvi xidmət sisteminə məxsus itki, məhdud gözləmə və qeyri- məhdud gözləmə rejimlərində işləməsi modelləri qəbul edilmiş və qovşaqların bufer yaddaşlarında gözləmə yerlərinin sayı (r) nəzərə alınmaqla, növbələrin yaradılmasının variantları tədqiq edilmişdir.

Mövcud dövrdə fəaliyyət göstərən telekommunikasiya şəbəkələrində istifadə edilən siqnallaşma sistemlərinin analizi göstərir ki, siqnallaşma paketlərinə xidmət etmə prosesi, kütləvi xidmət sisteminə olduğu kimidir. Belə ki, şəbəkənin son terminalar arasında birləşmənin təşkilində telekommunikasiya şəbəkələrinin ayrı-ayrı qovşaqlarında siqnallaşma paketlərinin qəbulu, gözləməsi, emalı və ötürülməsi prosesi baş verir. Müasir siqnallaşma sistemi texniki ədəbiyyatlarda siqnallaşma şəbəkəsi adlandırılır. Stasionar rejimdə işləyən çoxqovşaqlı çoxkanallı siqnallaşma şəbəkəsinin müxtəlif vəziyyətlərdə olması ehtimalı aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$P_{k_1, \dots, k_m} = P_{0, \dots, 0} \sum_{j=1}^m \sum_{k_j=V_j}^{V_j+r_j} P_{K_j}^j, \quad (1)$$

burada

$$P_{K_j}^j = \begin{cases} \frac{\alpha_j^{k_j}}{K_j!} \cdot P_0, & k_j = 1, 2, 3, \dots, V_j - 1 \\ \frac{\alpha_j^{k_j}}{V_j! W_j^{k_j - V_j}} \cdot P_0, & k_j = V_j, V_j + 1, \dots, V_j + r_j \end{cases} \quad (2)$$

$$P_{0, \dots, 0} = \left[ \sum_{j=1}^m \left( \sum_{k_j=1}^{V_j-1} \frac{\alpha^{k_j}}{k_j!} + \frac{\alpha^{V_j}}{V_j!} \sum_{k_j=V_j}^{r_j} \alpha^{k_j} \right) \right]^{-1}$$

burada  $m$ - siqnallaşma şəbəkəsindəki qovşaqların sayını,  $P_{k_1, \dots, k_m}$  - 1-ci qovşaqda  $k_1$ , 2-ci qovşaqda  $k_2$  və nəhayət  $m$ -ci qovşaqda  $k_m$  sayda siqnallaşma paketinin olması ehtimalını,  $P_{k_j}$  -  $j$ -ci qovşaqda  $k_j$  sayda xidməti kanalın və gözləmə yerlərinin məşğulolma ehtimalını bildirir,  $r_j$  -  $j$ -ci qovşaqdakı gözləmə yerlərinin sayıdır.

$P_{0, \dots, 0}$  - siqnallaşma şəbəkəsinin siqnal kanallarının və siqnallaşma sisteminin bufer yaddaşındakı gözləmə yerlərinin boş olması ehtimalını bildirir.  $P_{k_j}^j$  ehtimalını hesablamaq üçün (2) -də qeyd olunan riyazi modeldən istifadə edilmişdir. (2) - də  $\alpha_j^{k_j}$  yüklənmə əmsalındır və aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\alpha_j^{k_j} = \alpha_j^1 + \alpha_j^2; \quad \alpha_j^1 = \frac{\lambda_j^1}{V_j \cdot \mu_j} = \rho_j^1; \quad \alpha_j^2 = \frac{\lambda_j^2}{V_j \cdot \mu_j} = \rho_j^2; \quad \text{burada}$$

$\rho_j^1$  - siqnallaşma şəbəkəsinin  $j$ -ci qovşağında siqnallaşma kanallarının siqnallaşma paketləri ilə yüklənməsini,  $\rho_j^2$  - isə sinxronlaşma paketləri ilə yüklənmə səviyyəsini,  $\lambda_j^1$  və  $\lambda_j^2$  uyğun olaraq siqnallaşma və sinxronlaşma paketlərinin intensivliyini,  $\mu_j^{-1} = t$  olub paketlərə  $j$ -ci qovşaqda xidmət olunma intensivliyini,  $V_j$  - siqnallaşma kanallarının sayını göstərir. (2) ifadəsində  $k_j = V_j + r_j$  şərti nəzərə alınmaqla, uyğun riyazi çevrilmələr aparıldıqdan sonra, siqnallaşma şəbəkəsinin istənilən ( $j$ -ci) qovşağında siqnallaşma kanallarının və gözləmə yerlərinin sayından və onların yüklənmə səviyyəsindən asılı olan siqnallaşma qovşağının iş keyfiyyəti göstəricilərini hesablamaq üçün aşağıdakı riyazi model alınır:

$$P \sum \sum_{V_j + r_j} = \frac{\rho_j^{V_j}}{V_j!} \left( \frac{\rho_j}{V_j} \right)^{r_j} P_0 \quad (3)$$

burada  $P_0$  - çoxqovşaqlı siqnallaşma şəbəkəsinin hər hansı  $j$ -ci qovşağında siqnallaşma kanallarının və gözləmə yerlərinin hamısının boş qalması və ya qovşaqda siqnallaşma paketinin olmaması ehtimalını göstərir və (2) ifadəsində müəyyən çevirmələr aparmaqla aşağıdakı kimi alınır:

$$P_0 = \left( \sum_{k_j=0}^{V_j-1} \frac{\alpha_j^{k_j}}{k_j!} + \frac{\alpha_j^{V_j}}{V_j!} \sum_{k_j=V_j}^{r_j+V_j} \alpha_j^{k_j} \right)^{-1} \quad (4)$$

Bir qovşaqlı siqnallaşma şəbəkəsində, yəni  $m=1$ ,  $j=1$  və  $\rho_j^1 = \rho_j^2 = \rho$  olduğu halda, (4) ifadəsinin ikinci toplananındakı cəmi azalan həndəsi silsilənin hədlər cəmi kimi açıb, müəyyən çevirmələr aparsaq, onda həmin ifadə aşağıdakı kimi olar:

$$P_0 = \left\{ \sum_{k=0}^{V-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^V}{V!} \frac{V}{V-\rho} \left[ 1 - \left( \frac{\rho}{V} \right)^{r+1} \right] \right\}^{-1}$$

Axırıncı ifadənin ikinci toplananı siqnallaşma qovşağının bufer yaddaşında məhdud növbənin olmasını xarakterizə edir. Baxılan halda ÜKS sisteminin bufer yaddaşında üç vəziyyətin riyazi modelini araşdırmaq təcrübi əhəmiyyət kəsb edir:

1.  $0 \leq K < V$ ; Bu halda siqnallaşma selləri ÜKS- sisteminə daxil olan anda dərhal onlara xidmət prosesi başlanır.

Bu vəziyyətin modeli itki rejimində işləyən tam imkanlı kütləvi xidmət sisteminin modeli ilə eynidir və kifayət qədər, texniki ədəbiyyatlarda tədqiq edilmişdir.

2.  $V \leq K < V+r$ ; Bu halda siqnallaşma paketləri xidmət olunmaqdan əvvəl bir qədər bufer yaddaşında (gözləmə yerlərində) növbəsini gözləyir və yalnız bundan sonra ona məhdud gözləməli sistemi kimi xidmət edilir.

Bu vəziyyətə uyğun olaraq siqnallaşma sisteminə daxil olan bütün növdən olan paketlərin gözləmə ehtimalı, aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P_B(> 0) = \frac{\rho^V}{V!} \cdot \frac{V}{V-\rho} \left[ 1 - \left( \frac{\rho}{V} \right)^r \right] \cdot P_0 \quad (5)$$

3.  $K = V + r$ ; Bu halda gözləmə yerlərinin (yaddaşın) hamısı məşğul olduğu üçün, siqnallaşma paketləri xidmət olunmadan sistem tərəfindən məcburən kənarlaşdırılır. Bütün baxılan hallarda siqnallaşma sisteminin stasionar vəziyyətdə olması nəzərdə tutulur.

Siqnallaşma qovşağına yeni daxil olan siqnallaşma paketinin ya gözləyəcəyi, ya da məcburən sistemdən kənarlaşdırılması ehtimalı, aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P_A(> 0) = \frac{\rho^V}{V!} \cdot \frac{V}{V - \rho} \left[ 1 - \left( \frac{\rho}{V} \right)^{r+1} \right] \cdot P_0 - \pi \quad (6)$$

burada  $\pi$  paketlərin itmə ehtimalı olub, aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\pi = \frac{\rho^{v+r}}{V!V^r} P_0 \quad (7)$$

Siqnallaşma qovşağında, növbəsini gözləməkdə olan paketlərin orta gözləmə müddəti, aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\bar{T}_{Goz} = \left\{ (V - \rho)^{-1} - \left( \frac{r}{V} \cdot \frac{\left( \frac{\rho}{V} \right)^r}{\left[ 1 - \left( \frac{\rho}{V} \right)^r \right]} \right) \right\} \cdot \mu^{-1} \quad (8)$$

(6), (7) və (8) ifadələri ilə təyin edilən siqnallaşma sisteminin (siqnallaşma qovşağının) keyfiyyət göstəricilərinin ədədi qiymətlərini hesablamaq üçün alqoritmlər tərtib edilmiş və "MATLAB" paket proqramı ilə hesablatlar aparılmışdır.

Kiçik tutumlu telekommunikasiya şəbəkələrində danışiq kanalları ikitərəfli xidmət rejimində fəaliyyət göstərir. Bu şəbəkələrdə eyni danışiq kanalı hər iki tərəfdə həm danışiq, həm də siqnallaşma paketlərini qəbul etmək, xidmət göstərmək və ötürmək imkanına malik olurlar. Bu məsələnin texniki cəhətdən əlverişli olmasının əsas səbəbi ondadır ki, baxılan modeldə yerinə yetirilən məntiqi funksiyaların əksəriyyəti siqnallaşma paket sellərini emal edən tranzit qovşaqlar tərəfindən yerinə yetirilir.

İkitərəfli məşğulluq rejimində istifadə edilən danışıq kanallarının ikitərəfli məşğulluq ehtimalını qiymətləndirmək üçün, aşağıdakı riyazi model təyin edilmişdir:

$$P_m = \sum_{j=0}^{N-1} P_j \cdot \frac{y \cdot d\tau}{N-j} = y \cdot d\tau \sum_{j=0}^{N-1} \frac{P_j}{N-j} \quad (9)$$

burada  $N$  – xətt dəstəsinin tutumunu (danışıq kanallarının sayı),  $y$  – daxil olan və çıxan çağırış paketlərinin danışıq kanallar dəstəsində yaratdığı yüklərin cəmini;  $d\tau$  - çox kiçik zaman müddətində siqnallaşma sisteminə heç olmasa bir çağırışın daxil olacağını.  $P_j - d\tau$  - zaman müddətinin əvvəlində  $j$  sayda kanalın məşğul olması ehtimalını göstərir.  $P_j$  – ehtimalını hesablamaq üçün, tam imkanlı xətt dəstəsində itki ehtimalını hesablamağa imkan verən Erlanqın 1-ci düsturundan istifadə edilmişdir.

$$P_j = \frac{y^j}{j!} P_0, \quad P_0 = \left[ \sum_{j=0}^{N-1} \frac{y^j}{j!} \right]^{-1}, \quad (10)$$

burada  $P_0$  – danışıq kanallarının boş dayanma ehtimalıdır.

(9) ifadəsində (10) ifadəsini nəzərə almaqla, xətt dəstələrinin ikitərəfli məşğulluq rejimində xidmət keyfiyyətini hesablamaq üçün aşağıdakı riyazi model alınır:

$$P_m = d\tau \cdot \sum_{j=0}^{N-1} \frac{y^{j+1}}{(N-j)j!} \Big/ T_d \sum_{j=0}^N \frac{y^j}{j!}, \quad (11)$$

(11) ifadəsinə  $\rho = \frac{y}{V}$  əmsalını daxil etməklə, mühəndis hesablamalarını aparmaq üçün onu aşağıdakı əlverişli formada yazmaq olar:

$$P_m = \frac{d\tau}{T_d} \cdot \frac{\sum_{j=0}^{N-1} \frac{\rho^{j+1}}{(N-j)j!}}{\sum_{j=0}^N \frac{\rho^j}{j!}}, \quad \theta = \frac{\sum_{j=0}^{N-1} \frac{\rho^{j+1}}{(N-j)j!}}{\sum_{j=0}^N \frac{\rho^j}{j!}} \quad (12)$$

$\theta$  - kimi yeni bir əmsal qəbul edərək, kiçik tutumlu telekommunikasiya şəbəkələrində danışıq kanallarının ikitərəfli məşğulluq ehtimalını hesablamaq üçün aşağıdakı sadə riyazi model müəyyən edilmişdir:

$$P_{2m} = \theta \cdot \frac{d\tau}{T_d}, \quad (13)$$

(13) ifadəsində  $T_d$  parametri danışıq kanalının bir çağırışa xidmət etmək üçün orta məşqulluq müddətini göstərir. Sistemin siqnallaşma selləri ilə yüklənməsinin  $\rho = 0.1-0.7$ ,  $T_d=100-180$  san,  $\Delta \tau = (1\div 30)$  san və kanalların sayının müxtəlif qiymətlərində “DELPHI” proqramı əsasında  $\theta = \varphi(\rho)$  xarakteristikalar ailəsi işlənilmişdir. Xarakteristikalara əsasən müəyyən edilmişdir ki,  $V=50$  kanal, yüklənmə əmsalı  $0.2-0.6$  intervalında olarsa, maksimal ikitərəfli məşqulluq ehtimalı  $0.2\%$  (norma  $0.5\%$ ) qiymətini aşmır. Belə qanunauyğunluq  $V$ -nin kiçik qiymətlərində də özünü doğruldur.

**Üçüncü fəsil**də siqnallaşma şəbəkəsi marşrutlarında siqnallaşma paketlərinin gecikdirilməsi müddətləri tədqiq edilmişdir. Burada iki son terminal arasında birləşmə yaradılan zaman, siqnallaşma paketlərinin son siqnallaşma qovşağına çatdırılması zamanı gecikmə vaxtı aşağıdakı kimi təyin edilmişdir:

$$T_{gec} = T_{g\ddot{o}\ddot{o}} + T'_V + T \quad , \quad (14)$$

burada  $T_{g\ddot{o}\ddot{o}}$  - siqnallaşma paketinin bufer yaddaşında gözləmə vaxtını,  $T'_V$  - paketin siqnallaşma kanalı ilə verilmə müddətini,  $T$  - birbaşa nəzərə alınması mümkün olmayan əlavə vaxtların cəmini göstərir. Siqnallaşma paketinin xidməti kanalla verilmə müddəti, onun ATS-in idarəedici sistemi tərəfindən xidməti kanala ötürülmə anından başlayıb qəbul tərəfdə düzgün qəbul olunub dekodlama prosesinin başa çatmasına qədər keçən vaxt intervallarının cəmi kimi təyin olunur. Öz növbəsində, siqnallaşma paketinin kanalla verilmə vaxtı da üç zaman intervalının cəbri cəmindən ibarətdir, yəni

$$T'_V = \tau_s + \tau_y + \tau_{dek} \quad , \quad (15)$$

burada  $\tau_s$  - siqnallaşma paketinin kanalla xalis verilmə vaxtını,  $\tau_y$  - siqnallaşma paketinin siqnallaşma kanalı ilə yayılma vaxtını,  $\tau_{dek}$  - qəbul tərəfdə siqnallaşma paketinin dekodlanması vaxtlarının cəmini göstərir. Siqnallaşma paketinin son siqnallaşma qovşağına vaxtında çatdırılma ehtimalı  $T_{gec}$  parametrinin paylanma funksiyasından asılıdır və aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$W(t) = P\{T_{gec} \geq t\} \quad , \quad (16)$$

burada  $P\{T_{gec} \geq t\}$  gecikmə vaxtının əvvəlcədən verilmiş  $t$ -zaman müddətindən çox olma ehtimalını göstərir və aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$W(t) = \frac{\rho^v}{V!} \cdot \frac{V}{V - \rho} P_0^{-1}, \quad (17)$$

burada  $\rho$  - siqnallaşma kanallarının yüklənmə səviyyəsini,  $P_0$  –siqnallaşma kanallarının boşdayanma ehtimalını göstərir. Məhdud gözləmə rejimində işləyən siqnallaşma qovşaqlarında gözləmə vaxtının əvvəlcədən verilmiş hər hansı  $\beta$  müddətindən çoxolma ehtimalını təyin etmək üçün  $P\{T_{gec} \geq \beta\} = \varphi(\tau)$  ifadəsindən istifadə edilmişdir. Alınmış riyazi ifadələrlə hesablar apar-maq məqsədi ilə alqoritmlər tərtib edilmiş və MATLAB paket proqramı vasitəsi ilə xarakteristikalar hesablanmışdır. Bu məqsədlə çoxqovşaqly siqnallaşma şəbəkələrində prioritetli siqnallaşma paketlərinin gecikmə vaxtlarını qiymətləndirmək üçün

$$P\{T_{gec} \geq t_j\} = W_j e^{c_j t} \quad (18)$$

modelindən istifadə edilmişdir. Burada  $W_j = P\{t_j > 0\}$  və

$C_j = V_j \mu_j (1 - \rho_j)$  siqnallaşma şəbəkəsinin  $j$ -ci qovşağında paketlərə məhdud gözləmə rejimində xidmət olunma ehtimalını və qovşağın yüklənmə səviyyəsini göstərir. Baxılan halda ixtiyari siqnallaşma qovşağında paketlərin orta gözləmə vaxtını təyin etmək üçün, alınmış  $\bar{T}_{gec} = \frac{P\{\beta > 0\}}{V - \rho}$  riyazi modelindən istifadə edilmişdir. Siqnallaşma

şəbəkəsinin ixtiyari qovşağında ümumi gecikmə vaxtının paylanmasını təyin etmək üçün, aşağıdakı riyazi ifadədən istifadə edilməsi qəbul edilmişdir:

$$P\left\{\sum_{j=1}^m T_{gec} > \tau_j\right\} = -\sum_{j=1}^m C_j A_j e^{c_j \tau}, \quad (19)$$

burada  $m$ - qovşaqly siqnallaşma şəbəkəsi üçün  $A_j$  əmsalının qiyməti aşağıdakı kimi təyin edilmişdir:

$$A_j = W_j \left[ \prod_{j=1}^m \left( 1 - W_j \frac{C_j}{C_j - C_i} \right) \right], \quad (20)$$

Üç siqnallaşma qovşaqlı şəbəkədə ümümi gecikmə vaxtını qiymətləndirmək üçün, aşağıdakı riyazi model alınmışdır:

$$T_{\text{gec}} = \frac{W_1}{C_1} \left[ 1 - \frac{W_2 C_1}{C_1 - C_2} \right] \left[ 1 - \frac{W_3 C_1}{C_1 - C_3} \right] - \frac{W_2}{C_2} \left[ 1 - \frac{W_1 C_2}{C_2 - C_1} \right] \left[ 1 - \frac{W_2 C_2}{C_2 - C_1} \right] - \frac{W_3}{C_3} \left[ 1 - \frac{W_1 C_3}{C_3 - C_1} \right] \left[ 1 - \frac{W_3 C_3}{C_3 - C_2} \right]. \quad (21)$$

Siqnallaşma şəbəkəsində gecikmələri qiymətləndirməyə imkan verən ədədi hesablar aparmaq üçün alqoritm işlənib hazırlanmış və DELPHİ proqramı əsasında hesablamalar həyata keçirilmişdir. Siqnallaşma qovşaqların sayı  $m=3$ , siqnallaşma kanallarının sayı  $V=1 \div 2$  və şəbəkənin ayrı-ayrı qovşaqlarının yüklənmə səviyyəsi  $\rho = 0,05 \div 0,8$  olduqda ,

$T_{\text{gec}} = f(\mu)$  xarakteristikalar ailəsi işlənmişdir. Xarakteristikalardan məlum ki, paketlərə xidmət olunma intensivliyi 1000-4000 və xidmət müddəti  $0,25 \div 1$  saniyə intervalında  $V=1$  qiymətində gecikmə (0,169  $\div$  2,64) msan,  $V= 2$  olarsa gecikmə (0,206  $\div$  0,00053) msan intervalında dəyişir (norma 10  $\div$  30 msan- dir).

### Əsas nəticələr.

1. Müasir telekommunikasiya şəbəkələrinə siqnallaşma sistemlərinin ayrı-ayrı qovşaqlarında siqnallaşma paketlərinin qəbulu, gözləməsi, emalı və ötürülməsi prosesinin təhlili, bu sistemlərin kütləvi xidmət şəbəkələri kimi işləməsini aşkara çıxartmışdır.
2. Qovşaqların sayını, qovşaqlararası siqnallaşma kanallarının sayını, ayrı-ayrı qovşaqlarda mövcud olan bufer yaddaşının strukturunu, hər bir qovşağa daxil olan siqnallaşma trafikinin qiymətini və prioritetini, eləcə də ixtiyari qovşaqlarda paketlərə xidmət etmə intensivliyini və onların bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsini nəzərə almaqla aparılmış tədqiqatların nəticəsində siqnallaşma şəbəkəsinin muxtəlif vəziyyətlərdə olması ehtimalını təyin edən riyazi model təklif edilmişdir

3. Siqnallaşma kanallarının sayını, daxil olan trafiklərin qiymətini, prioritetliyini və siqnallaşma qovşağındakı növbənin uzunluğunu nəzərə almaqla aparılmış tədqiqatların nəticəsi olaraq, qovşağa yeni daxil olan paketlərin ya gözləməsi, ya da məcburən kənarlaşdırılması ehtimallarını və eləcə də paketlərin orta gözləmə müddətini hesablamaq üçün riyazi modellər və hesablama üsulları təklif edilmişdir.

4. Siqnallaşma qovşağında paketlərin gözləməsi, məcburən sistemdən kənarlaşdırılması, ikitərəfli məşğulluq rejimində birgə istifadə edilən rabitə kanallarının məşğulluq ehtimalını, növbədə gözləməkdə olan paketlərin orta gözləmə müddətinin və eləcə də terminallararası paketlərin gecikmə müddətini hesablanması, uyğun olaraq, yeni işlənmiş alqoritmlər, tərtib edilmiş "MATLAB" və "Delphi" paket proqramları mühitində realizə edilmişdir.

5. Aparılmış ədədi hesablamalar göstərir ki, siqnallaşma sistemlərinin əsas keyfiyyət xarakteristikaları olan paketlərin itməsi, itmə və ya gözləmə ehtimalına, tələb olunan ünvanlara vaxtında çatdırılması müddətlərinə təsir edən əsas faktorlar – siqnallaşma kanallarının sayı, qovşaqdakı növbələrin uzunluğu və şəbəkənin yüklənmə səviyyəsidir. Məsələn, siqnallaşma kanallarının sayının birdən ikiyə qədər artması paketlərin gözləməsi və ya itməsi ehtimalının 5 dəfə azalmasına, gözləmə yerlərinin 2-dən 4-ə qədər artması isə, həmin göstəricinin təqribən 1,5 dəfə azalmasına, yüklənmənin 0,6-dan 0,2-yə qədər azalması isə, həmin göstəricinin 9,4 dəfə azalmasına səbəb olur. Belə qanunauyğunluq  $V$ ,  $r$  və  $\rho$  – nun digər qiymətlərində də müşahidə edilmişdir.

Təklif edilən hesablama üsullarına əsasən aparılan ədədi təhlilin nəticələri İTU-T-nin Q.706 və Q.775 sayılı tövsiyyələrinə uyğundur.

Aparılan tədqiqatın və ədədi hesablamaların nəticəsi göstərir ki, yüklənmənin və resursların düzgün seçilməsi həyata keçirildikdə paketlərə xidmət vaxtını normada saxlamaqla, onların ünvanlara çatdırılması təmin edilir. Əks halda şəbəkənin normal iş rejimi pozulur.

6. Göstərilmişdir ki, çoxqovşaqlı çoxkanallı siqnallaşma şəbəkələrində tələb olunan iş keyfiyyətini təmin etmək üçün, kanalların sayının ( $V$ ), gözləmə yerlərinin sayının ( $r$ ) və trafiklərin optimal qiymətlərini ( $\rho$ ) seçmək vacibdir. Təklif olunan cədvəllər və funksional asılılıqlar, siqnallaşma şəbəkəsinin tələb olunan iş keyfiyyətinin təmin olunması üçün qeyd olunan parametrlərin düzgün seçilməsinə imkan verir.

7. Dissertasiya işinin tətbiqi 2010-cu ildə BTRİB-in Nizami telefon qovşağının 74/75/76 indeksli ATS –nin nümunəvi marşrutlarında təşkil

edilmiş, siqnallaşma kanallarının danışıq kanallarından ayrılması ilə danışıq kanallarının 18%-dən az yüklənməsinə səbəb olmuşdur ki, nəticədə xidmət keyfiyyəti yüksəlmiş və müstəqil siqnallaşma şəbəkəsinin qurulması təsdiqlənmişdir.

**Dissertasiya mövzusu üzrə əsas nəticələr aşağıdakı işlərdə dərc edilmişdir :**

1. Q.M.İmamverdiyev , H.Ə.Əliyev“Ümumi kanal siqnallaşma şəbəkəsində ikili siqnalların səhv ehtimalının qiymətləndirilməsi” (rus dilində)//AzTU-nun 50 illiyinə həsr edilmiş elmi- texniki konfransın materialları., Bakı 2001., s.298-301.

2. H.Ə.Əliyev.”Rəqəm kommutasiya şəbəkələrində mütləq prioritetli informasiyalı siqnallaşma sellərinin xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi”//Az.TU- nun 55 illiyinə həsr edilmiş elmi- texniki konfransın materialları.,Bakı, 2005, s. 132-134.

3. H.Ə.Əliyev. ”Ümumi kanal siqnallaşma şəbəkələrində prioritetli informasiyalı sellərinə xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsinin analizi”. Az.TU-nun aspirant və gənc tədqiqatçıların elmi- texniki konfransının materialları.1 hissə., Bakı , 2005, s. 153-157.

4. H.Ə.Əliyev.“Siqnallaşma sistemi ilə verilən trafikın qiymətləndirilməsi”//AzTU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantlarının 53-cü elmi-texniki konfransının materialları.,Bakı, 2006, s.179 -182.

5. H.Ə Əliyev. “Müstəqil ümumi kanal siqnallaşma şəbəkə modelində danışıq kanallarının ikitərəfli yükburaxma qabiliyyətinin qiymətləndirilməsi” //AzTU-nun Elmi əsərləri № 2., Bakı, 2007, s. 71-73.

6. H.Ə.Əliyev “Çoxfazlı siqnallaşma şəbəkəsində informasiyalı siqnal paketlərinin gecikməsi vaxtının qiymətləndirilməsi.” //Az TV-nin 50, Azərbaycan respublikasının 80 illiyinə həsr edilmiş Beynəlxalq Elmi-texniki konfransının materialları., Bakı, 2007. s. 172-175.

7. H.Ə.Əliyev. “Nəqliyyat səviyyəsində siqnallaşma kanallarının səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi”//AzTU-nun Elmi əsərləri № 1., Bakı, 2008, s. 27-29.

8. H.Ə.Əliyev “Siqnallaşma kodeklərinin keyfiyyət xarakteristikalarının qiymətləndirilməsi”//Azərbaycan xalqının Ümummillı lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 85 illiyinə həsr olunmuş “Texniki ali məktəblərində təhsilin müasir problemləri” mövzusunda Respublika Elmi-praktiki konfransının materialları., Bakı, 2008, s. 358-362.

9. H.Ə.Əliyev, Q.M.İmamverdiyev. "Siqnallaşma şəbəkələrində siqnallaşma paketlərinə göstərilən xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi." //ADNA, Azərbaycan alı-texniki məktəblərinin xəbərləri., Bakı, 2009, № 1 (59), s. 45-48.

10. H.Ə.Əliyev, Q.M.İmamverdiyev. "Müstəqil siqnallaşma şəbəkə modelində danışıq xətlərinin ikitərəfli məşğulluq rejimində xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi".//ADNA, Azərbaycan alı-texniki məktəblərinin xəbərləri., Bakı,2009, № 1 (59), s. 44-46.

11. H.Ə.Əliyev, Q.M.İmamverdiyev. "Siqnallaşma şəbəkə modellərinin müqayisəli təhlili". //AzTU-nun professor-müəllim heyətinin və aspirantlarının 54-cü elmi-texniki konfransının materialları.II hissə. Bakı, 2009, s.91-94.

12. Алиев Г.А. Оценка эффективности использования каналов общеканальной сигнализации на транспортном уровне. Журнал «Телекоммуникации», Москва, 2009, № 12, с. 14-16.

13. Алиев Г.А., Лашковский А.Г. Оценка эффективности использования каналов общеканальной сигнализации на транспортном уровне. //Периодический научный сборник Национальной Академии Связи им. А.С.Попова, Одесса, 2009, № 2, с.93-97.

14. H.Ə.Əliyev, Q.M.İmamverdiyev. "Nəqliyyat səviyyəli siqnallaşma sisteminin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi".//Elektron hökumət Azərbaycanda: nailiyyətlər və perspektivlər" Beynəlxalq konfransının məruzə materialları. Bakı, 26-28 aprel 2010. s. 223-226.

15. H.Ə.Əliyev "Ümumi kanal siqnallaşma sistemində trafikinin idarə edilməsi prosesinin ehtimal-zaman xarakteristikalarının qiymətləndirilməsi".//ADNA, Azərbaycan alı texniki məktəblərinin xəbərləri, Bakı,2013, № 21 (84), s. 52-57.

16. H.Ə.Əliyev. Siqnallaşma şəbəkə qovşaqlarında trafikinin statistik parametrlərinin qiymətləndirilməsi. "Heydər Əliyev və Azərbaycan təhsili" Respublika elmi-konfransının marerialları., Bakı,2013, s.394-395.

**Şəxsi töhfəsi.** Elmi dərəcə almaq üçün dissertasiya işini təqdim edən başqa müəlliflərlə birlikdə nəşr etdirdiyi işlərdə şəxsi əməyi modellərin hazırlanması, tətbiq edilən modellərin parametrlərinin optimallaşdırılması və kompüterdə ədədi hesablama eksperimentlərinin aparılması.

# МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

## АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемой литературы и приложения.

В введении диссертационной работы обосновывается актуальность темы, уровни изучения поставленной проблемы, цель исследования, приводятся сведения об объектах и предметах исследования, научной новизне и практической ценности, а также сведения об апробации и структурном составе диссертации.

В первой главе диссертации анализируются особенности этапов развития телефонных систем сигнализации, а также проблемы, связанные с применением системы сигнализации №7 на существующих телефонных сетях.

В второй главе диссертации анализируются методы определения качества характеристик сигнализационных сетей пакетной коммутации, разрабатывается модель и метод оценки характеристик качества обслуживания сети сигнализации, функционирующей в режиме ограниченного ожидания.

В третьей главе диссертации исследуются математические модели процесса доставки пакетов в конечных звеньях сигнализационных сетей, разрабатывается модель и метод характеристик оценки качества обслуживания процесса доставки пакетов в многоузловых сигнализационных сетях.

Полученные автором научные результаты могут быть использованы при проектировании систем сигнализации современных сетей телекоммуникации, а также в учебном процессе при чтении лекций по соответствующим дисциплинам.

**METHODS OF ASSESSING OF THE TELECOMMUNICATION NETWORKS ALARM SYSTEMS QUALITY CHARACTERISTICS**

**ABSTRACT**

The thesis consists of an introduction, three chapters, conclusion, list of used literature and applications. The introduction of the thesis substantiates the actuality of the theme, levels of study of the problem, purpose of the research, information about the objects and subjects of research, scientific novelty and practical value, as well as information on testing and the structure of the dissertation.

In the first chapter of the thesis analyzes the characteristics of the stages of development of telephone signaling systems, as well as problems associated with the use of signaling system number 7 on the existing telephone networks.

In the second chapter of the thesis analyzes the methods for determining the quality characteristics of the signaling packet switching networks, working out a model and method of assessing the quality of service characteristics of the signaling network that operates in mode limited waiting.

In the third chapter of the thesis are researched the mathematical models of the process of packet delivery in the final links of signaling networks , working out a model and method of assessing the quality of service characteristics of packet delivery process in a multi-node signaling networks.

Obtained by the author research results can be used in the design of modern signaling systems of the telecommunication networks as well as in the educational process by delivering a lecture in the relevant disciplines.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ  
РЕСПУБЛИКИ  
АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

*На правах рукописи*

**АЛИЕВ ГЕЙДАР АБУЛЬФАЗ оглы**

**МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
СИСТЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ  
СЕТЕЙ**

**Специальность: 3325.01 – Телекоммуникационная технология**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**Диссертация на соискание ученой степени  
доктора философии по техническим наукам**

**БАКУ - 2014**