

## TEXNİKA ELMLƏRİ

## TECHNICAL SCIENCES

DOI: <https://www.doi.org/10.36719/2663-4619/72/101-110>

**Famil Hüseyn oğlu Məmmədov**  
Azərbaycan Texniki Universiteti  
texnika elmləri doktoru, professor  
famil\_mammadov@mail.ru

### İNFRASTRUKTUR REJİMLİ LOKAL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN MODELƏRİ VƏ EHTİMAL-ZAMAN XARAKTERİSTİKALARININ HESABLANMASI METODLARI

#### Xülasə

İnfrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin riyazi modellərinin və bu modellər əsasında, onların ehtimal - zaman xarakteristikalarının təyin olunması metodlarının işlənməsi məsələsinə baxılmışdır. Bu şəbəkələrin riyazi modelləri və ehtimal - zaman xarakteristikalarının hesablanması metodlarının işlənməsinin aktuallığı əsaslandırılmışdır. Simsiz lokal rabitə şəbəkəsi və üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin konvergensiyası bazasında infrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin ikifazlı konseptual modeli təklif olunmuşdur. Bu model bazasında infrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin Laplas çevirməsi əsasında riyazi modelləri və bu modellər əsasında baxılan şəbəkələrin ehtimal-zaman xarakteristikalarının hesablanması metodları təklif edilmişdir.

**Açar sözlər.** *İnfrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələri, simsiz lokal rabitə şəbəkəsi, üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsi, simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiyası, üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiyası*

#### Models of local area networks with infrastructure mode and methods of calculation of probability-time characteristics

##### Summary

The issue of developing mathematical models of local area networks with infrastructure mode and methods for determining their probability-time characteristics on the basis of these models have been considered. The urgency of the development of mathematical models of these networks and methods for calculating the probability-time characteristics have been substantiated. A two-phase conceptual model of local area networks with infrastructure mode was proposed on the basis of the convergence of wireless local area network and ring-wired local area network. On the basis of this model, mathematical models based on the Laplace transform of local area networks with infrastructure mode and calculation of probability-time characteristics of the considered networks on the basis of these models have been proposed.

**Key words:** *Local area networks with infrastructure mode, wireless local area network, ring-wired local area network, interface station of the wireless local area network, interface station of the ring-wired local area network.*

#### Giriş

Simsiz texnologiya bu gün rabitə sahəsində bütövlükdə və lokal rabitə şəbəkələrinin qurulmasında perspektiv texnologiya kimi geniş yayılmışdır (1). Mobil telefonları, peyk xidmətləri, son zamanlar isə İnternetin sürətlə inkişaf etməsi kommunikasiyanın və şəbəkələrin xarakterində kifayət dərəcədə dəyişikliyə gətirib çıxarmışdır. Simsiz lokal rabitə şəbəkələrinin əsas xüsusiyyətlərindən biri birləşmə üsullarına görə çox böyük üstünlüyə malik olmasıdır. Bu şəbəkələr böyük əmək sərf etmədən istifadəçiləri İnternetə və kabel çəkilişi çətin olan yaxud tam mobillik tələb olunan yerlərdə yerləşən müəssisələrin resurslarına birləşdirməyə imkan verirlər. Ona görə də

kiçik ofisdən tutmuş böyük miq-yaslı şəbəkələrin layihələndirilməsi zamanı simsiz texnologiyalardan istifadə olunması vacibliyi yaranmışdır. Bu texnologiya şəbəkənin qurulmasında vəsaitlərə, böyük əmək sərf olunmasına və vaxta qənaət etməyə imkan verir.

Simsiz lokal rabitə şəbəkələrinin sadəliyi və çox baha başa gələn lisenziyanın alınması vacibliyinin olmaması bu şəbəkələrə diqqəti daha da artırır. Bu şəbəkələr təkcə rabitənin təşkilində xərclərin azalmasına deyil, həm də onların modernləşdirilməsinə imkan verir. Simsiz lokal rabitə şəbəkələrinin üstün cəhətlərindən biri onların konfigurasiyasının çevikliyi, genişləndirilməsinin sadəliyi, İnternetə simsiz daxilolmanın təşkili və vacib olan təhlükəsizliyin təmin olunmasıdır. Bu şəbəkələr IEEE 802.11 standartı və onun müxtəlif modifikasiyası əsasında qurulurlar (2). Bu standart vasitəsilə binalarda qrupşəkilli resurslara, universitet kampuslarına və s. simsiz daxilolmanı təmin edir, eləcə də WEP, WEP+, WPA, Radius protokolları istifadə etməklə vacib olan təhlükəsizliyi təmin edə bilirlər. Bu şəbəkələrdə müştərilər kompüterə USB, PCMCIA yaxud PCI interfeyslərin biri ilə qoşulurlar. Onların istifadə olunması şəbəkənin məhsuldarlığının artırılmasına, eləcə də onun resurslarının effektiv bölünməsinə, çevik genişləndirilməsinə, şəbəkənin yükünün, eləcə də trafikinin artması zamanı, onun strukturunun modifikasiya olunmasına şərait yaradır ki, bu da simsiz lokal rabitə şəbəkələrinin ən üstün cəhətidir. Simsiz lokal rabitə şəbəkələrinin qurulmasında modulluq prinsipi istifadə olunur ki, bu da şəbəkənin texnologiyasını, eləcə də etibarlılığını və ucuz başa gəlməsini təmin edir.

Son axırıncı otuz il ərzində simsiz texnologiyaların geniş yayılması sayə-sində simsiz lokal rabitə şəbəkələri bütün dünya miqyasında geniş istifadə olunmağa başlamışdır (3)/ Bu texnologiyalar bazasında qurulan simsiz lokal ra-bitə şəbəkələri öz veriliş qurğularının informasiya mənbələrinə yaxın məsafədə yerləşməsi və kiçik ərazilərdə yerləşmiş istifadəçilərə xidmət etmələri ilə fərqlənilir. Onlar orta radius (500 m-dək) əhatəsinə malikdir və verilənlərin ötürülməsi üçün santimetrli radio diapazon istifadə edirlər. Belə sistemlərin etibarlılığı informasiya verilişinin və onun idarə olunmasının mərkəzləşdirilməmiş prinsipinə əsaslanır. Bu şəbəkələrdə avadanlıqların və sistemli şəkildə həyata keçirilən funksiyaların coğrafi paylanması reallaşdırılır. Ona görə də bu şəbəkələr, həm də təyinatından asılı olaraq diametri bir neçə metrədən bir neçə kilometrəqədər, bir sıra hallar da isə on kilometrəqədər olan ərazilərdə qurulurlar.

Simsiz lokal rabitə şəbəkələri ofislərdə, kotedjlərdə, sərgilərdə, konfranslarda, hava limanlarında, tələbə şəhərciklərində və həm də açıq ərazilərdə qurulurlar. Binaların vahid informasiya şəbəkələrinə birləşdirilməsi üçün simsiz radiokanallardan geniş istifadə olunur (4). Keyfiyyətli informasiyalı magistralın qurulması zamanı çoxlu sayda texniki məsələlərin həllində simsiz radiokanalın rolu və xüsusi çəkisi çox böyükdür. Radiokanalın əsas üstün cəhəti quraşdırılmasının və köklənməsinin tez başa gəlməsi, magistralda lazımcına yüksək sürətin olması, magistralın optik-lifli kabel üzərində qurulmasına nisbətən ucuz başa gəlməsi, eləcə də verilənlərin 20 km və daha çox məsafəyə ötürülməsinin təmin olunmasıdır. Simsiz radiokanalda veriliş sürəti bir neçə on Kbit/s-dən yüzlərlə Mbit/s-ə və hətta bir Hbit/s-ə dək çatır. Simsiz radiokanalın qurulmasında əsas vacib şərt antenalar arası bilavasitə görüntünün olmasıdır. Bu kanalın etibarlılığı və təhlükəsizliyi istifadə olunan avadanlıqların keyfiyyətindən asılıdır, ona görə radiokanalın qurulmasında dünyəvi brendlərin aktiv və passiv avadanlıqlarından istifadə olunur.

Simsiz lokal rabitə şəbəkəsi yalnız ofisdaxili şəbəkələrin yaradılmasında istifadə olunmur, o həm də İnternetə daxilolmanı təmin edən şəhər miqyaslı simsiz şəbəkələrin yaradılmasında istifadə olunur (5). Simsiz lokal rabitə şəbəkələr radiokanal üzrə kompüterlər, şəbəkələr və digər avadanlıqlar arasında Triple play konsepsiyası çərçivəsində nitq, verilənlər, video və s. verilişlərin həyata keçirilməsinə imkan verir.

Simsiz lokal rabitə şəbəkələrinin əksəriyyəti hazırda “infrastruktur” rejimində işləyirlər (6). İnfrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin İRLRŞ xarakterik xüsusiyyətlərindən biri simsiz lokal rabitə şəbəkəsi və simli lokal rabitə şəbəkəsinin konvergensiyasını həyata keçirməkdir. Bu şəbəkələrin stansiyalarının biri-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsi bilavasitə deyil simsiz kommutator funksiyasını yerinə yetirən daxilolma nöqtəsi vasitəsilə həyata keçirilir. Daxilolma nöqtəsi simli lokal rabitə şəbəkəsi və simsiz lokal rabitə şəbəkəsi arasında körpü K rolunu oynayır və İRLRŞ-in

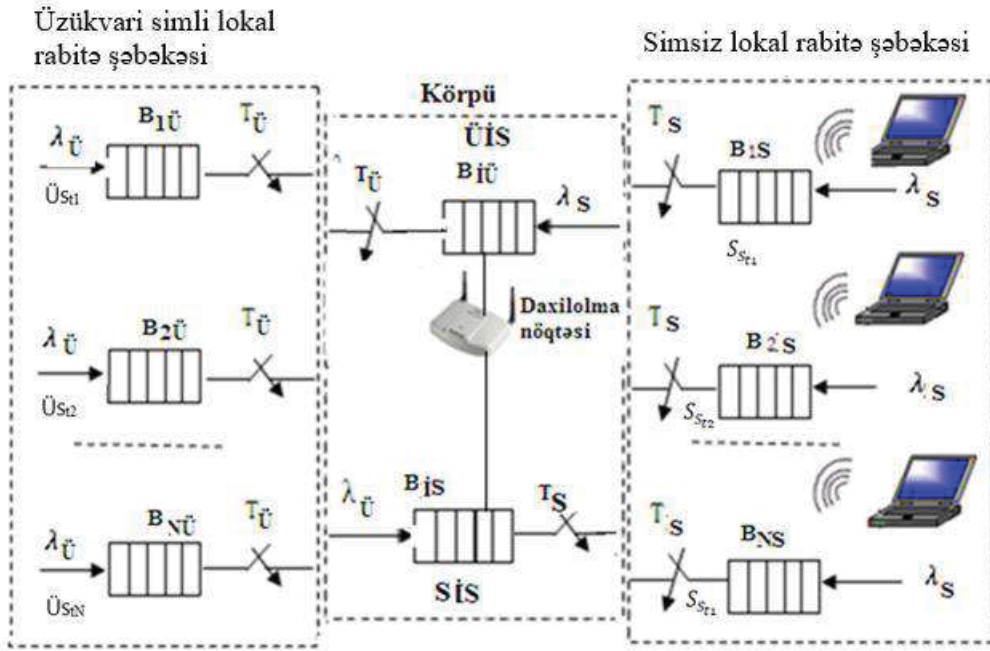
ürəyi hesab olunur. Daxilolma nöqtəsi adətən özündə qəbuledicini, vericini, interfeys stansiyalarını, Ethernet portunu, antenləri və verilənlərin emalı ilə məşğul olan proqram təminatını ehtiva edir. Bu qurğular İRLRŞ-in İnternetə çıxışını təmin edir və istənilən yerdə, istənilən şəraitdə, istənilən zamanda onlara yeni istifadəçilər qoşmağa, eləcə də şəbəkə-nin məhsuldarlığını azaltmadan onlara yeni qovşaqlar daxil etməyə imkan verir. Daxilolma nöqtəsi həm də İRLRŞ-in əhatə dairəsini genişləndirmək və şəbəkədə baş verən tıxacların azaldılmasını təmin etmək üçün onlara əlavə daxilolma nöqtələri qoşmağa imkan verir. Daxilolma nöqtələri arasında rouminq rabitəsini istifadə etməklə istifadəçilər, hətta hərəkət etdikləri zamanda da şəbəkənin resursları ilə işləməyi davam etdirə bilirlər.

Belə şəbəkələr adətən simli lokal şəbəkələrin inkişaf etdirilməsi üçün istifadə olunurlar və kiçik ərazilərdə simli birləşmələri tam əvəz edə bilirlər (7). İRLRŞ-in digər üstün cəhətlərindən bir də miqyaslaşma, təhlükəsizliyin mərkəzləşdirilmiş idarə edilməsi və əhatə dairəsinin təkmilləşdirilməsi kimi xüsusiyyətlərə malik olmasıdır. Bütün bu xüsusiyyətlər infrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin tədqiqat obyektini kimi seçilməsini daha da aktuallaşdırır.

**Məsələnin qoyuluşu.** İnfrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin riyazi modellərinin və ehtimal-zaman xarakteristikalarının işlənməsinə hazırda çoxlu sayda elmi işlər həsr olunub. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, infrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələri üzrə verilənlər kadrlarının ötürülməsi zamanı bu şəbəkələrin xarakteristikalarına ciddi təsir göstərən çoxlu sayda fiziki və ehtimal prosesləri yaranır. Ona görə İRLRŞ-in riyazi modellərinin və ehtimal-zaman xarakteristikalarının EZX hesablama metodlarının işlənməsi zamanı şəbəkədə baş verən bu proseslərin nəzərə alınması vacibliyi yaranır. Lakin mövcud riyazi modellər İRLRŞ-in riyazi modellərinin və EZX-in hesablanma metodlarının işlənməsində şəbəkədə yaranan bu prosesləri kifayət dərəcədə nəzərə almağa imkan vermir. Mövcud riyazi modellərdən fərqli olaraq bu işdə İRLRŞ-in riyazi modellərinin və ehtimal-zaman xarakteristikalarının hesablama metodlarının işlənməsi zamanı şəbəkədə baş verən fiziki və ehtimal proseslərini tam nəzərə almağa imkan verən Laplas çevirməsindən istifadə olunmuşdur (8).

**İşin məqsədi.** İnfrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrində verilənlərin ötürülməsi zamanı yaranan fiziki və ehtimal proseslərini nəzərə almaqla Laplas çevirməsi əsasında bu şəbəkələrin riyazi modellərinin işlənməsi və bu modellər əsasında baxılan şəbəkələrin ehtimal-zaman xarakteristikalarının hesablanması metodlarının təklif edilməsidir.

**İnfrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin konseptual modeli.** Baxılan şəbəkələrin riyazi modellərinin və onların əsasında ehtimal-zaman xarakteristikalarının hesablanması metodlarının işlənməsi üçün ilk növbədə bu şəbəkələrin konseptual modelinin işlənməsi vacibliyi yaranmışdır. Bu məqsədlə üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsi ÜSLRŞ və simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin SLRŞ konvergensiyası bazasında infrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin müəllif tərəfindən ikifazlı konseptual modeli təklif olunmuşdur (şəkil 1).



Şəkil 1. Üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsi və simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin konvergensiyası bazasında infrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin ikifazlı konseptual modeli

İnfrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin riyazi modellərinin yazılışında işarələri qısaltmaq məqsədilə, onun tərkibində fəaliyyət göstərən ÜSLRŞ və SLRŞ-i uyğun olaraq Ü və S kimi şərti işarələrlə işarələnmişlər. Bu şəbəkələrin, yəni ÜSLRŞ və SLRŞ-in stansiyaları öz aralarında daxil olma nöqtəsi DN vasitəsilə qarşılıqlı əlaqədə olurlar. Konseptual modeldən göründüyü kimi ÜSLRŞ və SLRŞ özlərinə uyğun olaraq  $Ü_{S_{t1}}, Ü_{S_{t2}}, Ü_{S_{t3}}, \dots, Ü_{S_{tN}}$  və  $S_{S_{t1}}, S_{S_{t2}}, S_{S_{t1}}, \dots, S_{S_{tN}}$  stansiyalarını birləşdirirlər.

Simli lokal rabitə şəbəkəsində verilənlər kadrının şəbəkəyə düşməsi DN-dən  $n$  uzunluqlu komanda ilə, yəni  $1_{S_{st}}, 2_{S_{st}}, 3_{S_{st}}, \dots, i_{S_{st}}, i_{S_{st}} + 1, \dots, j_{S_{st}}, j_{S_{st}} + 1, \dots, N_{S_{st}} - 1, N_{S_{st}}, 1_{S_{st}}$  və  $s$ . şəkildə dövrü olaraq həyata keçirilir, on-ların idarə olunması isə DN vasitəsilə aparılır.

Üzükvari lokal rabitə şəbəkəsində verilənlər kadrının şəbəkəyə düşməsi DN-düşən  $n$  uzunluqlu komanda ilə, yəni  $1_{üst}, 2_{üst}, 3_{üst}, \dots, i_{üst}, i_{üst} + 1, \dots, j_{üst}, j_{üst} + 1, \dots, Ü_{üst}, 1_{üst}$  və  $s$ . şəkildə həyata keçirilir. ÜSLRŞ-də verilənlər kadrının mübadilə prosesi SLRŞ-də aparılan mübadilə prosesindən mərkəzləşdirilməmiş veriliş (markerə-hüquq vermə) üsulundan istifadə olunması və daxilolmanın idarə edilməsinin markerlə həyata keçirilməsi ilə fərqlənir.

İki fazlı konseptual modeldə ÜSLRŞ və SLRŞ arasında verilənlər kadrlarının mübadiləsi, onların arasında fəaliyyət göstərən daxilolma nöqtəsində yerləşmiş üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiyası ÜİS və simli lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiyası SİS vasitəsilə həyata keçirilir. Bu interfeys stansiyaları uyğun olaraq sonsuz həcmli buferə  $B_{1Ü}$  və  $B_{1S}$ , şəbəkələrin özləri isə  $B_{1Ü} \dots B_{NÜ}$  və  $B_{1S} \dots B_{NS}$  sonsuz həcmli buferlərlə təhciz olunurlar. Bu zaman hər iki şəbəkənin verilənlər kadrlarının informasiyalı sahəsinin uzunluğunun eyni olması nəzərdə tutulur. Bu şəbəkələrdə verilənlər kadrlarının ötürülməsi və idarə olunması gözləmə prinsipli həlledicili əks əlaqəli sistemlərlə GP-HƏS həyata keçirilir.

Üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyaları paket terminallarla, əhatə dairəsi  $R$  radiusu ilə təyin olunan simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin stansiya-ları isə simsiz adapterlərlə təhciz olunmuşlar. ÜSLRŞ və SLRŞ stansiyalarının maksimum sayı uyğun olaraq  $N_Ü$  və  $N_S$ , bu stansiyaların girişinə isə uyğun olaraq  $\lambda_Ü$  və  $\lambda_S$  intensivli Puasson axını daxil olur. Bu axınlar ÜSLRŞ və SLRŞ-in stansiyalarının çıxışından daxilolma nöqtəsinə uyğun olaraq  $T_Ü = V_Ü^{-1}$  və  $T_S = V_S^{-1}$  intervallarında düşürlər, burada  $V_Ü$  və  $V_S$  – uyğun olaraq ÜSLRŞ və SLRŞ-in veriliş sürətləridir.

**Simsiz lokal rabitə şəbəkəsi və üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsi arasında verilənlər kadrının mübadilə prosesi.** Konseptual modeldən görün-düyü kimi bu şəbəkələr arasında mübadilə prosesi iki fazadan ibarətdir. Birinci faza SLRŞ-in abonent stansiyasının  $B_{1S}, \dots, B_{NS}$  buferlərinin girişlərindən başlayıb ÜİS-in  $B_{i\bar{U}}$  buferinin girişində qurtarır, ikinci faza isə ÜİS-in  $B_{i\bar{U}}$  buferinin girişindən başlayıb ÜSLRŞ-in  $B_{1\bar{U}}, \dots, B_{N\bar{U}}$  buferlərinin girişində qurtarır.

SLRŞ-in stansiyalarından ÜSLRŞ-in stansiyalarına, yəni  $S \rightarrow \bar{U}$  arasında verilənlər kadrının mübadilə prosesi konkret olaraq aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilir. Birinci fazada SLRŞ-in  $B_{1S}, \dots, B_{NS}$  buferlərinin girişinə  $\lambda_S$  intensivliyi ilə düşən verilənlər kadri  $T_S$  intervalı və  $\lambda_S$  intensivliyi ilə DN-də yerləşən ÜİS-in  $B_{i\bar{U}}$  buferinə, oradan da daxilolma nöqtəsinə düşür. İkinci fazada həmin verilənlər kadri daxilolma nöqtəsindən  $T_{\bar{U}}$  intervalı ilə ÜSLRŞ-in  $\bar{U}_{St1}, \dots, \bar{U}_{Stn}$  stansiyalarına verilir və orada terminallar vasitəsilə bu stansiyalarda qəbul olunurlar.

ÜSLRŞ-in stansiyalarından SLRŞ-in stansiyalarına, yəni  $\bar{U} \rightarrow S$  arasında verilənlər kadrının ötürülməsi aşağıdakı qaydada reallaşdırılır. Birinci fazada ÜSLRŞ-in  $B_{1\bar{U}}, \dots, B_{N\bar{U}}$  buferlərinin girişinə  $\lambda_{\bar{U}}$  intensivliyi ilə düşən verilənlər kadri  $T_{\bar{U}}$  intervalı və  $\lambda_{\bar{U}}$  intensivliyi ilə DN-də yerləşən SİS-in  $B_{iS}$  buferinə, oradan da daxilolma nöqtəsinə düşür. İkinci fazada həmin verilənlər kadri daxilolma nöqtəsindən  $T_S$  intervalı ilə SLRŞ-in  $S_{St1}, S_{St2}, S_{St1}, \dots, S_{Stn}$  stansiyalarına verilir və orada simsiz adapterlər vasitəsilə bu stansiyalarda qəbul olunur.

Simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin əhatə dairəsində olan stansiyalardan, bu şəbəkəyə aid olan digər stansiyalara, yəni  $S \rightarrow S$  arasında verilənlər kadrının ötürülməsi zamanı  $\lambda_S$  intensivliyi ilə onun özünün  $B_{1S}, \dots, B_{NS}$  buferlərinə düşən verilənlər kadri  $T_S$  intervalı ilə özünün körpüdə yerləşən SİS-in  $B_{iS}$  buferinə düşür, oradan da DN-ə verilir, haradan ki, SLRŞ-in özünün  $S_{St1}, S_{St2}, S_{St1}, \dots, S_{Stn}$  stansiyalarına ötürülür və simsiz adapterlər vasitəsilə orada qəbul olunur.

Üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin əhatəsində olan stansiyalardan, bu şəbəkəyə aid olan digər stansiyalara, yəni  $\bar{U} \rightarrow \bar{U}$  arasında verilənlər kadrının ötürülməsi zamanı  $\lambda_{\bar{U}}$  intensivliyi ilə özünün  $B_{1\bar{U}}, \dots, B_{N\bar{U}}$  buferlərinə düşən verilənlər kadri  $T_{\bar{U}}$  intervalı ilə özünün körpüdə yerləşən ÜİS-in  $B_{i\bar{U}}$  buferinə düşür, oradan da DN-ə verilir, haradan ki, ÜSLRŞ-in özünün  $\bar{U}_{St1}, \bar{U}_{St2}, \bar{U}_{St1}, \dots, \bar{U}_{Stn}$  stansiyalarına ötürülür və terminallar vasitəsilə orada qəbul olunurlar.

**İkifazlı konseptual model üzrə simsiz lokal rabitə şəbəkəsindən üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinə verilənlər kadrının ötürülməsinin riyazi modelləri.** Bu halda, yəni  $S \rightarrow \bar{U}$  arasında yaranan gecikmə vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsini p.s.L.ç. (9) işində verilmiş metodikalara əsasən aşağıdakı ifadə ilə yazmaq olar:

$$f_{qS \rightarrow \bar{U}} s = f_{qS} s * f_{q\bar{U}}(s), \quad (1)$$

burada  $f_{qS} s$  – verilənlər kadrının simsiz lokal şəbəkəsinin hər hansı bir stansiyasının buferində növbədə gecikmə vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsi (birinci faza),  $f_{q\bar{U}}(s)$ -verilənlər kadrının interfeys stansiyasının  $B_{i\bar{U}}$  buferində növbədə gecikmə vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsidir (ikinci faza).

Birinci fazada verilənlər kadrının SLRŞ-in stansiyalarının buferində növ-bədə gecikmə vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsi aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$f_{qS} s = s(1 - \rho_S)g_S(e^{sT_S})/(s - \lambda_S + \lambda_S g_S(e^{sT_S})), \quad (2)$$

$$g_S(z)|_{z=e^{sT_S}} = g_{aS}(g_S^{-1} z), \quad T_S = V_S^{-1},$$

burada  $s$  - Laplas operatoru,  $\rho_S$  - SLRŞ-in stansiyalarının məşqul olma ehtimalı,  $g_S(e^{sT_S})$ - simli lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyasında verilənlər kadrının xidmət vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsi  $\lambda_S$  – SLRŞ-in stansiyalarının girişinə düşən Puasson axınının intensivliyi,  $g_{aS} z$  - gözləmə prinsipli həlledicili əks əlaqə sistemlərinin GP-HƏS istifadə olunması zamanı verilişlərin sayının paylanma sırasının  $z$ -çevirməsi,  $g_S(z)$  – birdəfəlik veriliş intervalının paylanma sırasının  $z$ -çevirməsi, hansılar ki, uyğun olaraq aşağıdakı kimi təyin olunurlar:

$$g_{aS} z = Q_S/(1 - P_S); \quad P_S = 1 - Q_S; \quad Q_S = (1 - P_S)^{n_{ms}}; \quad (3)$$

$$g_S(z) = z^{-c_S}(1 - \alpha_{i\bar{U}}(1 - \bar{\rho}_S z^{-c_{oS}} - \rho_S z^{-c_S}))^{N_S - 1} * (\bar{\rho}_S z^{-c_{oS}} + \rho_S z^{-c_S}),$$

$$\bar{\rho}_S = 1 - \rho_S, \quad \bar{\rho}_{iS} = \rho_{iS}$$

burada  $c_s$  və  $c_{0s}$  – uyğun olaraq SLRŞ-in stansiyalarının buferinin məşqul olduğu və məşqul olmadığı zaman verilənlər kadrının uzunluğu olub aşağıdakı kimi təyin olunurlar:

$$c_s = n_{KS} + 2t_{pijs}V_S + t_{kdkS}V_S + n_{kvS} + t_{dkkvS}V_S + n_{MS} + t_{piS_S}V_S + t_{akMS}V_S + n_{mk} + t_{mdk}V_S. \quad (4)$$

$$t_{pijs} = t_{pjs}i_s; \quad t_{piS_S} = 2t_{pMS} / N_{Sqabjs};$$

$$t_{piS_S} = t_{pMS}; \quad t_{pMS} = 2R/2,5 \cdot 10^5; \quad c_{0s} = n_{MS} + 2t_{piS_S}V_S + t_{akMS}V_S + n_{mk} + t_{mdk}V_S.$$

burada  $n_{KS}$  – simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin informasiyalı kadrının uzunluğu,  $t_{pijs}$ - simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyasında informasiyalı kadrın  $i_s$ , yəni simsiz işçi stansiyasının  $i_s$  nömrəli verici stansiyası və simsiz işçi stan-siyanın  $j_s$  nömrəli qəbuledici stansiyası arasında paylanma vaxtı;  $t_{kdkS}$ - simsiz lokal rabitə şəbəkəsində kadrın dekodlanma vaxtı;  $n_{kvS}$ - simsiz lokal rabitə şəbəkəsində kvitansiyanın uzunluğu;  $t_{dkkvS}$ - simsiz lokal rabitə şəbəkəsində kvitansiyanın dekodlama vaxtı;  $n_{MS}$ - simsiz lokal rabitə şəbəkəsində markerin uzunluğu;  $t_{piS_S}$  – mərkəzin komanda MK siqnalının simsiz interfeys stansiyası-nın vericisi  $SIS_{ver}$  və onun  $i_s$  nömrəli qəbuledici stansiyası arasında paylanma vaxtı;  $t_{akMS}$ - simsiz lokal rabitə şəbəkəsində markerin dekodlama vaxtı;  $n_{mk}$  – mərkəzin komandasının uzunluğu;  $t_{mdk}$  – mərkəzin komandasının dekodlama vaxtı,  $V_S$ - simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin veriliş sürəti, R-simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin əhatə dairəsinin radiusudur.

İkinci fazada gecikmə vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsi bəra-bərdir:

$$f_{qi\ddot{u}}(s) = s(1 - \rho_{i\ddot{u}})g_{i\ddot{u}}(e^{sT_{\ddot{u}}}) / (s - \lambda_{\ddot{u}} + \lambda_{\ddot{u}}g_{i\ddot{u}}(e^{sT_{\ddot{u}}})) ; \quad (5)$$

$$T_{\ddot{u}} = V_{i\ddot{u}}^{-1}; \quad \lambda_{\ddot{u}} = N_{\ddot{u}}\lambda_{\ddot{u}}(1 - \gamma_S)\alpha_{\ddot{u}}$$

burada  $\lambda_{\ddot{u}}$  - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsindən körpüyə düşən giriş selinin intensivliyi, yəni üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsindən simsiz lokal rabitə şəbəkəsinə düşən giriş axınının intensivliyi;  $\gamma_S$ - simsiz lokal rabitə şəbəkəsində yükün qapanma əmsalı;  $\rho_{i\ddot{u}}$  – üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində interfeys stansiyasında ÜİS buferin məşqul olma ehtimalı;  $\alpha_{\ddot{u}}$  – üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində yükün qapanma əmsalı,  $g_{i\ddot{u}}(e^{sT_{\ddot{u}}})$  - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin abonent stansiyasında verilənlər kadrının xidmət vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsidir.

Üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyasında verilənlər kadrının xidmət vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsi  $g_{i\ddot{u}}(e^{sT_{\ddot{u}}})$  daxilolma sə-viyyəsi və səhvə nəzarət protokollarının funksiyalarını nəzərə almaqla aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$g_{i\ddot{u}}(z)|_{z=e^{sT_{\ddot{u}}}} = g_{a\ddot{u}}(g_{i\ddot{u}} z); \quad g_{a\ddot{u}}(z) = Q_{\ddot{u}} / (z - p_{\ddot{u}}); \quad P_{\ddot{u}} = 1 - Q_{\ddot{u}}; \quad (6)$$

$$Q_{\ddot{u}} = (1 - p_{\ddot{u}})^{n_{k\ddot{u}}}; \quad g_{i\ddot{u}} z = z^{-c_{\ddot{u}}} (\bar{\rho}_{\ddot{u}} z^{-c_{0\ddot{u}}} + \rho_{\ddot{u}} z^{-c_{\ddot{u}}})^{N_{\ddot{u}}}; \quad \bar{\rho}_{\ddot{u}} = 1 - \rho_{\ddot{u}},$$

burada  $p_{\ddot{u}}$  – simli mühitdə səhv ehtimalı,  $n_{k\ddot{u}}$ - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin informasiyalı kadrının uzunluğu,  $\rho_{\ddot{u}}$ - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyasının buferinin məşqul olma ehtimalı,  $c_{\ddot{u}}$ ,  $c_{0\ddot{u}}$  – üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin protokollarının parametrləridir, hansılar ki, aşağıdakı ifadələrlə təyin olunurlar:

$$c_{\ddot{u}} = n_{k\ddot{u}} + n_{kv\ddot{u}} + n_{ki\ddot{u}} + n_{pm\ddot{u}} + n_{r1\ddot{u}} + t_{ikdk\ddot{u}} V_{\ddot{u}} + t_{dkkv\ddot{u}} V_{\ddot{u}} + t_{akM\ddot{u}} V_{\ddot{u}},$$

$$c_{0\ddot{u}} = n_{ki\ddot{u}} + n_{p1\ddot{u}} + t_{akM\ddot{u}} V_{\ddot{u}}; \quad n_{k\ddot{u}} = r_{ki\ddot{u}} + r_{ün\ddot{u}} + n_{kv\ddot{u}} + r_{n\ddot{u}} + r_{b\ddot{u}}, \quad (7)$$

$$n_{ki\ddot{u}} = 2r_{b\ddot{u}} + r_{ki\ddot{u}}; \quad n_{p1\ddot{u}} = n_{pM\ddot{u}} / N_{\ddot{u}}, \quad n_{pm\ddot{u}} = 4 \cdot 10^{-6} D_{M\ddot{u}} V_{\ddot{u}} + N_{\ddot{u}};$$

$$r_{ün\ddot{u}} = 2 \log_2(N_{\ddot{u}} + N_M) - \text{tam};$$

burada  $n_{k\ddot{u}}$ - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində informasiyalı kadrın uzunluğu,  $n_{kv\ddot{u}}$  – üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində kvitansiyanın uzun-luğu,  $r_{ki\ddot{u}}$ - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin idarə sahəsinin uzuluğu;  $t_{ikdk\ddot{u}}$ - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində informasiyalı kadrın dekodlama vaxtı,  $t_{dkkv\ddot{u}}$ - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində kvitansiyanın dekodlanma vaxtı,  $t_{akM\ddot{u}}$  – üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində markerin dekodlama vaxtı,  $r_{ün\ddot{u}}$  – üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində informasiyalı kadrın ünvan sahəsinin uzunluğu,  $n_{kv\ddot{u}}$  – üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində verilənlər kadrının informasiyalı sahəsinin uzunluğu,  $r_{n\ddot{u}}$  – üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində verilənlər kadrında nəzarət işarələrinin sayı,  $r_{b\ddot{u}}$ - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində verilənlər kadrının bayraq sahəsinin uzunluğu,  $N_{\ddot{u}}$  və  $N_N$  – uyğun olaraq üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsi və simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyalarının sayı,  $D_{M\ddot{u}}$  - üzükvari simli

lokal rabitə şəbəkəsinin abonent stansiyaları arasındakı məsafə,  $V_{\bar{U}}$ - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsi-nin veriliş sürəti.

Baxılan şəbəkələrin müxtəlif stansiyalarının (3) və (6) ifadələrindəki məş-qul olma ehtimalları aşağıdakı interferensiya tənlikləri ilə təyin olunur:

$$\begin{aligned} \rho_S &= \lambda_S \bar{t}_S; \bar{t}_S = (d/ds) g_S(e^{sT_S})_{s \rightarrow 0}; \rho_{IS} = \lambda_S \bar{t}_{IS}; \\ \bar{t}_{IS} &= (d/ds) g_S e^{sT_S} |_{s \rightarrow 0}; \lambda_S = N_{\bar{U}} \lambda_{\bar{U}} (1 - \alpha_{\bar{U}}); \rho_{\bar{U}} = \lambda_{\bar{U}} \bar{t}_{\bar{U}}; \\ \bar{t}_{\bar{U}} &= (d/ds) g_{\bar{U}}(e^{sT_{\bar{U}}}) |_{s \rightarrow 0}; \rho_{\bar{U}\bar{U}} = \lambda_{\bar{U}} \bar{t}_{\bar{U}\bar{U}}; \bar{t}_{\bar{U}\bar{U}} = (d/ds) g_{\bar{U}\bar{U}}(e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}}) |_{s \rightarrow 0} \end{aligned} \quad (8)$$

burada  $\lambda_{\bar{U}}$ - üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsindən daxilolma nöqtəsinə düşən giriş selinin intensivliyi,  $\alpha_{\bar{U}}$  – üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində yükün qapanma əmsalı,  $g_S(e^{sT_S})$  və  $g_{\bar{U}\bar{U}} e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}}$  - uyğun olaraq (2) və (6) ifadələri ilə təyin olunurlar,  $\bar{t}_S, \bar{t}_{\bar{U}}$  – uyğun olaraq simsiz lokal rabitə şəbəkələrində və üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsində orta xidmət vaxtı,  $\bar{t}_{IS}, \bar{t}_{\bar{U}\bar{U}}$  - simsiz lokal rabitə şəbəkəsi və üzükvari lokal rabitə şəbəkəsində interfeys stansiyalarında orta xidmət vaxtıdır.

İndi də axırıncı (8) ifadəsindəki  $g_S(e^{sT_S})$  və  $g_{\bar{U}\bar{U}}(e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}})$  -i təyin etmək üçün uyğun olaraq simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiyasının buferindən  $B_{IS}$  götürülmüş verilənlər kadrının xidmət olunma vaxtının paylanma sırasının  $z$ -çevirməsi  $g_{IS}(z)$  və üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin abonent stansiyasından götürülmüş verilənlər kadrının paylanma sırasının  $z$  - çevirməsini  $g_{\bar{U}\bar{U}}(z)$  təyin edək, hansıları ki, daxilolma səviyyəsini və səhvə nəzarət algoritmini nəzərə almaqla aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{aligned} g_{IS}(z) |_{z=e^{sT_S}} &= g_{aS}(g_{IS}^{-1} z), \quad g_{\bar{U}\bar{U}}(z) |_{z=e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}}} = g_{a\bar{U}\bar{U}}(g_{\bar{U}\bar{U}}^{-1}(z)), \\ g_{IS}(z) &= z^{-c_S} (1 - \alpha_{\bar{U}} (1 - \bar{\rho}_S z^{-c_{oS}} - \rho_S z^{-c_S}))^{N_S}, \\ g_{\bar{U}\bar{U}}(z) &= z^{-c_{\bar{U}}} (\bar{\rho}_{\bar{U}\bar{U}} z^{-c_{o\bar{U}}} + \rho_{\bar{U}\bar{U}} z^{-c_{\bar{U}}})^{N_{\bar{U}\bar{U}}-1} (\bar{\rho}_{\bar{U}\bar{U}} z^{-c_{o\bar{U}}} + \rho_{\bar{U}\bar{U}} z^{-c_{\bar{U}}}); \\ \bar{\rho}_{\bar{U}\bar{U}} &= 1 - \rho_{\bar{U}\bar{U}}; \bar{\rho}_{\bar{U}\bar{U}} = 1 - \rho_{\bar{U}\bar{U}}. \end{aligned} \quad (9)$$

burada  $g_{aS}(z)$  və  $g_{a\bar{U}\bar{U}}(z)$  – uyğun olaraq (3) və (6),  $c_S, c_{oS}$  və  $c_{\bar{U}}, c_{o\bar{U}}$  – (4) və (7),  $\rho_S, \rho_{\bar{U}}$  və  $\rho_{\bar{U}\bar{U}}$  (8) ifadəsində tapılmışdır.

Axırıncı (9) ifadəsinə əsasən simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiyasında verilənlər kadrının xidmət vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsini  $g_{IS}(e^{sT_S})$  və üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin abonent stansiyasında verilənlər kadrının xidmət vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsini  $g_{\bar{U}\bar{U}}(e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}})$  təyin edək, hansıları ki, uyğun olaraq aşağıdakı ifadələrlə təyin olunur:

$$g_{IS}(e^{sT_S}) = g_{IS}(z) |_{z=e^{sT_S}}; \quad g_{\bar{U}\bar{U}}(e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}}) = g_{\bar{U}\bar{U}}(z) |_{z=e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}}}. \quad (10)$$

burada  $g_{IS}(z) |_{z=e^{sT_S}}$  və  $g_{\bar{U}\bar{U}}(z) |_{z=e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}}}$  - (9) ifadələri ilə təyin olunurlar.

Bununla da simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin abonentlərindən verilənlər kadrının üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin abonentlərinə verilmə prosesinin ana-litik modellərinin işlənməsi başa çatdırıldı.

**Üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsindən simsiz lokal rabitə şəbəkəsinə verilənlərin ötürülməsinin riyazi modelləri.** Bu halda, yəni  $\bar{U} \rightarrow S$  arasında verilənlər kadrının ötürülməsi prosesi konseptual modelə əsasən birinci veriliş fazası üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyalarının  $B_{\bar{U}1}, \dots, B_{\bar{U}N}$  buferlərinin girişindən başlayır, simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiyası SİS-in  $B_{IS}$  buferinin girişində sona çatır. İkinci faza simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiyasının  $B_{IS}$  buferinin girişindən başlayıb, bu şəbəkənin  $B_{IS} \dots B_{NS}$  buferlərində sona çatır. Bu zaman üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsindən sim-siz lokal rabitə şəbəkəyə verilənlər kadrının gecikmə vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsini (1) ifadəsinə analogi olaraq aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$f_{q\bar{U}S}(s) = f_{q\bar{U}} s * f_{qIS}(s), \quad (11)$$

burada  $f_{q\bar{U}} s$  – birinci veriliş fazasında üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyasının  $B_{\bar{U}}$  buferindən  $T_{\bar{U}}$  intervalı və  $\lambda_{\bar{U}}$  intensivliyi ilə simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiyası SİS-in  $B_{IS}$  buferinin girişinə verilənlər kadrının gecikmə vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsi olub aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$f_{q\bar{U}}(s) = s (1 - \rho_{\bar{U}}) g_{\bar{U}\bar{U}}(e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}}) / (s - \lambda_{\bar{U}} + \lambda_{\bar{U}} g_{\bar{U}\bar{U}}(e^{sT_{\bar{U}\bar{U}}})), \quad (12)$$

İkinci veriliş fazasında simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin interfeys stansiya-sının  $B_{iS}$  buferindən simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyalarının  $B_{iS}, \dots, B_{NS}$  buferlərindəki verilənlər kadrının gecikmə vaxtının paylanma sıxlığının Laplas çevirməsi  $f_{qIS}(s)$  aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$f_{qIS}(s) = s(1 - \rho_{iS})g_{iS}(e^{sT_S}) / (s - \lambda_S + \lambda_{iS}g_{iS}(e^{sT_S})), \quad (13)$$

burada  $T_S$  və  $\lambda_S$  - (9),  $\rho_{iS}$  - (8),  $\rho_{iS}$  - (3),  $g_{iS}(e^{sT_S})$  və  $g_{iS}(e^{sT_S})$  - (9) ifadələri ilə təyin olunurlar.

Beləliklə, üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin abonentlərindən simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin abonentlərinə verilənlər kadrının ötürülməsi prosesinin riyazi modellərinin işlənməsi sona çatdırıldı.

İndi də SLRŞ-in stansiyalarının öz aralarında və ÜSLRŞ aid olan stansiya-ların biri-birilə verilənlər kadrının mübadiləsi prosesinə baxaq. Birinci halda, yəni  $S \rightarrow S$  halı üçün SLRŞ-in stansiyaları öz aralarında kadr mübadiləsi apararı zaman verilənlər kadrının gecikməsinin paylanma sıxlığının Laplas çevirməsi (2) ifadəsi ilə təyin olunur. İkinci halda, yəni  $\bar{U} \rightarrow \bar{U}$  halı üçün ÜSLRŞ-in bir abonentindən, onun digər abonentinə kadr verilişi həyata keçirilən zaman verilənlər kadrının gecikməsinin paylanma sıxlığının Laplas çevirməsi (12) ifadəsilə təyin olunur.

**İnfrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin ehtimal-zaman xarakteristikalarının hesablanması metodları.** Bu xarakteristikalara verilənlərin orta gecikmə vaxtı  $\bar{t}_q$ , verilənlərin öz vaxtında çatdırılması ehtimalı  $\bar{P}_q$ , ümumi istifadəli şəbəkələr üçün verilənlərin ötürülməsi sürəti  $R_S^{\bar{U}}$  və real zaman şəbəkələri üçün verilənlərin ötürülməsi sürəti  $R_S^{RZ}$  aiddirlər [10].

İkifazlı konseptual model tərkibində fəaliyyət göstərən simsiz üzükvari ( $S \rightarrow \bar{U}$  halında), üzükvari simsiz ( $\bar{U} \rightarrow S$  halında), simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyalarının öz aralarında ( $S \rightarrow S$  halında), üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinin stansiyalarının biri-birilə ( $\bar{U} \rightarrow \bar{U}$  halında) verilənlər kadrının mübadiləsi aparılan zaman verilənlər kadrının orta gecikmə vaxtı [10] işində verilmiş meto-dikaya əsasən uyğun olaraq aşağıdakı ifadələrlə təyin olunur:

$$\bar{t}_{qS-\bar{U}} = \bar{t}_{qS} + \bar{t}_{q\bar{U}}; \bar{t}_{q\bar{U}-S} = \bar{t}_{q\bar{U}} + \bar{t}_{qIS}; \bar{t}_{qS-S} = \bar{t}_{qS};$$

$$\bar{t}_{q\bar{U}-\bar{U}} = \bar{t}_{q\bar{U}}; \bar{t}_{qS} = (d/ds)f_{qS} s |_{s \rightarrow 0}; \bar{t}_{q\bar{U}} = (d/ds)f_{q\bar{U}} s |_{s \rightarrow 0}; \quad (14)$$

$$\bar{t}_{q\bar{U}} = (d/ds)f_{q\bar{U}} s |_{s \rightarrow 0}; \bar{t}_{qIS} = (d/ds)f_{qIS} s |_{s \rightarrow 0};$$

burada  $f_{qS} s$ ,  $f_{q\bar{U}} s$ ,  $f_{q\bar{U}} s$  və  $f_{qIS} s$  - uyğun olaraq (2), (5), (12) və (13) ifadələri ilə təyin olunurlar.

Simsiz lokal rabitə şəbəkəsindən üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinə ( $S \rightarrow \bar{U}$  halı), üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsindən simsiz lokal rabitə şəbəkəsinə ( $\bar{U} \rightarrow S$  halı) verilənlər kadrının ötürülməsi zamanı orta ölçülü gecikmə vaxtını təyin etmək üçün verilənlərin orta ölçülü gecikməsinə daxil edək. Bu zaman  $S \rightarrow \bar{U}$  və  $\bar{U} \rightarrow S$  variantlarında verilənlər kadrının orta ölçülü gecikmə vaxtını riyazi olaraq aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\bar{t}_{qS \rightarrow \bar{U}} = (1 - \gamma_S)(\bar{t}_{qS} + \bar{t}_{q\bar{U}}) + \gamma_S \bar{t}_{qS}, \quad \bar{t}_{q\bar{U} \rightarrow S} = (1 - \alpha_{\bar{U}})(\bar{t}_{q\bar{U}} + \bar{t}_{qIS}) + \alpha_{\bar{U}} \bar{t}_{q\bar{U}}, \quad (15)$$

burada  $\bar{t}_{qS}$ ,  $\bar{t}_{q\bar{U}}$ ,  $\bar{t}_{q\bar{U}}$  və  $\bar{t}_{qIS}$  - (14),  $\gamma_S$  və  $\alpha_{\bar{U}}$  isə (5) ifadəsilə təyin olunurlar.

$S \rightarrow \bar{U}$ ,  $\bar{U} \rightarrow S$ ,  $S \rightarrow S$  və  $\bar{U} \rightarrow \bar{U}$  variantları üçün verilənlər kadrının öz vaxtında çatdırılması ehtimallarını işləndirib verilmiş metodikaya əsasən uyğun olaraq aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\bar{P}_{qS \rightarrow \bar{U}} = f_{qS}(s)|_{s=v} * f_{q\bar{U}}(s)|_{s=v}; \bar{P}_{q\bar{U} \rightarrow S} = f_{q\bar{U}}(s)|_{s=v} * f_{qIS}(s)|_{s=v},$$

$$\bar{P}_{qS \rightarrow S} = f_{qS}(s)|_{s=v}; \bar{P}_{q\bar{U} \rightarrow \bar{U}} = f_{q\bar{U}}(s)|_{s=v}, \quad (16)$$

burada  $v$ -verilənlər kadrının köhnəlməsi parametri,  $f_{qS}(s)$ ,  $f_{q\bar{U}}(s)$ ,  $f_{q\bar{U}}(s)$  və  $f_{qIS} s$  - uyğun olaraq (2), (5), (12) və (13) ifadələri ilə təyin olunurlar.

İkifazlı konseptual model tərkibində fəaliyyət göstərən SLRŞ və ÜSLRŞ-in stansiyalarının qarşılıqlı kadr mübadiləsi zamanı  $S \rightarrow \bar{U}$ ,  $\bar{U} \rightarrow S$ ,  $S \rightarrow S$  və  $\bar{U} \rightarrow \bar{U}$  variantları üçün ümumi istifadəli şəbəkələr üçün verilənlər kadrının informasi-yalı veriliş sürətləri [10] işində verilən metodikaya əsasən uyğun olaraq aşağıdakı düsturlarla təyin olunur:

$$R_{S \rightarrow \bar{U}}^{\bar{U}} = \lambda_S k_{vS} N_S (1 - \gamma_S); \quad R_{\bar{U} \rightarrow S}^{\bar{U}} = \lambda_{\bar{U}} N_{\bar{U}} (1 - \gamma_S); \quad (17)$$

$$R_{S \rightarrow S}^{\bar{U}} = \lambda_S n_{k_{vS}} N_S; \quad R_{\bar{U} \rightarrow \bar{U}}^{\bar{U}} = \lambda_{\bar{U}} k_{v\bar{U}} N_{\bar{U}};$$

burada  $n_{k_{vS}}$ ,  $n_{k_{v\bar{U}}}$  və  $\gamma_S$ -uyğun olaraq (4), (7) və (5) ifadələri ilə təyin olunurlar.



Real zaman şəbəkələri istifadə olunan zaman  $S \rightarrow \bar{U}$ ,  $\bar{U} \rightarrow S$ ,  $S \rightarrow S$  və  $\bar{U} \rightarrow \bar{U}$  variantları üçün verilənlər kadrının mübadiləsi aparılan zaman informasiyalı veriliş sürətləri [10] işində verilmiş metodika əsasında uyğun olaraq bərabərdir:

$$R_{S \rightarrow \bar{U}}^{RZ} = R_{S \rightarrow \bar{U}}^{\bar{U}i} * \bar{P}_{qS \rightarrow \bar{U}}; \quad R_{\bar{U} \rightarrow S}^{RZ} = R_{\bar{U} \rightarrow S}^{\bar{U}i} * \bar{P}_{q\bar{U} \rightarrow S}; \quad (18)$$
$$R_{S \rightarrow S}^{\bar{U}i} = R_{S \rightarrow S}^{\bar{U}i} * \bar{P}_{qS \rightarrow S}; \quad R_{\bar{U} \rightarrow \bar{U}}^{\bar{U}i} = R_{\bar{U} \rightarrow \bar{U}}^{\bar{U}i} * \bar{P}_{q\bar{U} \rightarrow \bar{U}};$$

burada  $\bar{P}_{qS \rightarrow \bar{U}}$ ,  $\bar{P}_{q\bar{U} \rightarrow S}$ ,  $\bar{P}_{qS \rightarrow S}$ ,  $\bar{P}_{q\bar{U} \rightarrow \bar{U}}$  və  $R_{S \rightarrow \bar{U}}^{\bar{U}i}$ ,  $R_{\bar{U} \rightarrow S}^{\bar{U}i}$ ,  $R_{S \rightarrow S}^{\bar{U}i}$ ,  $R_{\bar{U} \rightarrow \bar{U}}^{\bar{U}i}$  - uyğun olaraq (16) və (17) ifadələri ilə təyin olunurlar.

Yuxarıda işlənmiş analitik modellərə və ehtimal-zaman xarakteristikaları-nın hesablanması metodikalarına analoji olaraq baxılan şəbəkədə digər daxil-olmaları və məntiqi kanalların idarə olunması protokollarını, eləcə də səhvə nə-zarət alqoritmlərini istifadə etməklə infrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkə-lərinin tərkibində fəaliyyət göstərən SLRŞ və ÜSLRŞ arasında verilənlər kadrının mübadiləsi üçün analitik modellərin və ehtimal-zaman xarakteristikalarının hesablanması metodikalarını da işləmək mümkündür.

### Nəticə

1. İnfrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrin riyazi modelərinin və onların ehtimal-zaman xarakteristikalarının hesablanması metodlarının işlənməsi məsələsinə baxılmışdır. Simsiz lokal rabitə şəbəkəsi və üzükvari simli lo-kal rabitə şəbəkəsinin konvergeniyası bazasında infrastruktur rejimli lokal rabitə şəbəkələrinin ikifazlı konseptual modeli təklif olunmuş və bu model əsasında baxılan şəbəkələr arasında verilənlər kadrının mübadilə prosesinin ardıcılıqla reallaşdırılmasına aid geniş məlumatlar verilmişdir.

2. İkifazlı konseptual model bazasında simsiz lokal rabitə şəbəkəsindən üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsinə, eləcə də üzükvari simli lokal rabitə şəbəkəsindən simsiz lokal rabitə şəbəkəsinə verilənlər kadrının ötürülməsi prosesinə baxılmışdır. Konseptual modelin hər iki fazasında bu şəbəkələr arasında verilənlər kadrının mübadiləsi prosesinin Laplas çevirməsi əsasında riyazi modelləri işlənmiş və ehtimal-zaman xarakteristikalarının hesablanması metodları təklif edilmişdir.

3. İkifazlı konseptual model bazasında simsiz lokal rabitə şəbəkəsinin stan-siyalarının öz aralarında, eləcə də üzükvari simli lokal rabitə şəbəkələrinə aid olan stansiyaların biri-birilə verilənlər kadrının mübadilə prosesinə baxılmışdır. Bu proseslərin Laplas çevirməsi əsasında riyazi modelləri iş-lənmiş və ehtimal-zaman xarakteristikalarının hesablanması metodları təklif edilmişdir.

### References

1. Technologies of modern wireless networks Wi-Fi: a tutorial [E.V. Smirnova, A.V. Proletarsky and others]; under total. ed. A.V. Proletarsky. Moscow: Publishing house of the Moscow State Technical University. N.E. Bauman, 2017. 446, p.: ill.- (Computer systems and networks).
2. Proletarsky A.V., Baskakov I.V., Fedotov R.A., Bobkov A.V., Chirkov D.N., Platonov V.A. WiFi wireless networks. Moscow: National Open University "INTUIT", 2016. - 285p.
3. Olifer, V. Computer networks. Principles, technologies, protocols: Textbook for universities / V. Olifer, N. Olifer. - 5th ed. - St. Petersburg: Peter, 2016. - 992 p.
4. Olifer, V. Computer networks. Principles, technologies, protocols. 5th edition. Third generation standard. / B. Olifer, N. Olifer. Saint-Peterburg: First exemplary printing house, 2015. - 996 p.
5. Pajman Roshan. Basics of building wireless local area networks of the 802.11 standard. A Practical Guide to Learning, Designing, and Using 802.11 Wireless LANs / Pajman Roshan, Jonathan Lairi. - M.: Cisco Press Translated from English Williams Publishing House, 2014. - 300 p.
6. Wireless Wi-Fi networks: a tutorial / A.V. Proletarsky - M.: BINOM. Knowledge Laboratory INTUIT, 2013. - 215 p.

7. Andrey Proletarsky, Igor Baskakov, Dmitry Chirkov, Roman Fedotov, Alexander Bobkov, Vadim Platonov. Wi-Fi wireless networks. M.:Binom, 2010 -216 pp.
8. Igumnov L.A., Litvinchuk S.Yu., Belov A.A. Numerical inversion of Laplace transformation: Study guide. - Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod University, 2010. - 34 p.
9. Mamedov F.G., Orudzheva M.Ya. Basic analytical models of wireless local area networks. Journal "Information and Telecommunication Technologies", No. 16, M. 2012. 25-31s.
10. Mamedov F.G., Orudzheva M.Ya. Models and probabilistic-temporal characteristics of a wireless LAN 802.11 standard. In the international scientific and practical conference of scientists, graduate students. Prospects for the development of information technologies, Novosibirsk, 2012 - 5p.

Göndərilib: 02.10.2021

Qəbul edilib: 20.11.2021