

DOI: <https://www.doi.org/10.36719/2663-4619/72/111-121>

Nicat Çingiz oğlu Qarayev
Azərbaycan Texniki Universiteti
dissertant
nijatgv@gmail.com

YENİ NƏSİL ŞƏBƏKƏLƏRİNDƏ XİDMƏT KEYFİYYƏTİNİN TƏMİN EDİLMƏSİNİN MODELƏRİ VƏ METODLARI

Xülasə

NGN telekommunikasiya xidmətlərinin xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi məsələsinə növbəti nəsil şəbəkələrində baxılıb. Xidmət keyfiyyətinin təmin edilməsi üçün model və metodların işlənilib hazırlanmasının aktualığı əsaslandırılmışdır. Xidmətin keyfiyyətini təmin etmək, istifadəçilərin şəbəkə və xidmətlərlə qarşılıqlı əlaqəsini qurmaq məqsədilə NGN şəbəkələrinin üçpilləli modeli təklif olunub. Telekommunikasiya xidmətlərinin ümumi qavrayış keyfiyyəti, xidmət keyfiyyəti və şəbəkə fəaliyyətinin keyfiyyəti təhlil edilib, onların subyektiv və obyektiv qiymətləndirilməsi aparılıb. Formalaşdırılmış məhdudiyətlərə əsaslanan keyfiyyət təminatının riyazi modelləri və üsulları təklif edilmişdir.

Açar sözlər: NGN şəbəkələri, telekommunikasiya xidmətləri, qavrama keyfiyyəti, xidmət keyfiyyəti, şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyəti, keyfiyyət reytingi, orta ekspert reytingi

Models and methods of ensuring service quality in next generation networks

Summary

The issue of service quality assessment of NGN telecommunication services in the next generation networks has been considered. The urgency of developing models and methods of ensuring service quality is substantiated. In order to ensure the quality of service, to establish interaction of users with the network and services, a three-tier model of NGN networks has been proposed. The general perception quality of telecommunication services, service quality and network performance quality were analyzed, as well as their subjective and objective assessment was carried out. Mathematical models and methods of quality assurance based on formed restrictions has been proposed.

Key words: NGN networks, telecommunication services, perception quality, service quality, network performance quality, quality rating, average expert rating

Giriş

Hal-hazırda, infokommunikasiya xidmətləri bazarının əhəmiyyətli inkişafı sayəsində həm informatika, həm də telekommunikasiya sahələrində yeni texnologiyaların intensiv tətbiqi baş vermişdir ki, bu da öz növbəsində infokommunikasiya şəbəkələrinin sürətli inkişafına gətirib çıxarmışdır (1, 2, 3). Hələ çox yaxın keçmişdə kanal kommutasiyalı ənənəvi telefon və paket kommutasiyalı şəbəkələr biri-birindən asılı olmayaraq fəaliyyət göstərmiş və müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunmuşlar, yəni ənənəvi telefon şəbəkələri nitq informasiyasının, paket kommutasiyalı şəbəkələr isə verilənlərin ötürülməsini həyata keçirirdilər (4). Lakin bu xidmətlərin istifadəçilərə təqdim olunması üçün ayrı-ayrı fərdi şəbəkələrin qurulması iqtisadi baxımdan sərfəli olmadığından xidmətlərin istifadəçilərə təqdim etməyə imkan verən yeni vahid multiservis şəbəkələrinin qurulması vacibliyi yaranmışdır. Bu məqsədlə XXI əsrin əvvəllərində müxtəlif növ ənənəvi telekommunikasiya şəbəkələrinin inteqrasiyasının köməyi ilə sonsuz sayda müxtəlif növ xidmətləri təqdim edən vahid şəbəkə infrastrukturunu yaradılmışdır. Bu gün geniş tətbiq edilən bu şəbəkə infrastrukturunu yeni nəsil şəbəkəsi adlanan NGN şəbəkəsidir. Hazırda NGN şəbəkələri xidmətlərin konverqensiyasını təmin etmək üçün perspektiv texnologiyaya, böyük ölçüyə, mürəkkəbliyə və inkişaf etmiş funksionallıq imkanlarına malikdir.

NGN şəbəkələrinin əsasını paket və IP texnologiyaları təşkil edir ki, bunların da sayəsində bu şəbəkələrin dayanma müddətini azaltmaq və müxtəlif verilənlərin effektiv ötürülməsini təmin etmək mümkün olmuşdur. Bu texnologiyaların əsasında hazırda istifadəçilərə həm ənənəvi, həm də Triple Play konsepsiyası çərçivəsində nitq, verilənlər və video telekommunikasiya xidmətləri və sonsuz sayda yeni multiservis xidmətləri təqdim olunur. NGN şəbəkələrinin əsas xüsusiyyətlərindən biri verilən informasiyaların növündən asılı olmayaraq xidmətlərin istifadəçilərə yüksək keyfiyyətlə təqdim olunmasıdır. Bu şəbəkələrdə istifadəçilərə xidmətlərin yüksək keyfiyyətlə təqdim olunması, onların layihələndirilməsi və istismarı ilə bağlı olan məsələlərin həllində bu və ya digər formada açar məsələlərdən biridir. Ona görə də bu şəbəkələrdə xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi daha aktual məsələlərdən birinə çevrilmişdir.

Məsələnin qoyuluşu

Xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi üçün hazırda bir çox modellər mövcuddur, belə modellərə misal olaraq “universal model”, “iş xarakteristikaları modeli” və “dörd bazar” modellərini göstərmək olar. Telekommunikasiya üzrə Beynəlxalq Elektrorabitə İttifaqının E.802 (ITU-T E.802) tövsiyəsində təklif olunmuş bu modellərdə xidmət keyfiyyətinin təyin edilməsi üçün əsasən cədvəllərdən yaxud matrislərdən istifadə edilməsi nəzərdə tutulur. Bu cədvəllərin yaxud matrislərin hər bir sahəsini doldurmaqla keyfiyyət kriteriyaları təyin edilir və onlar xidmət sistemlərinin elementləri üzrə paylanılır. Bu zaman əsas məqsəd xidmət keyfiyyətinə təsir göstərən bütün aktiv aspektlərin siyahısını tərtib etməkdən ibarətdir.

Birinci model (universal model) xidmət keyfiyyət QoS kriteriyalarının bütövlükdə qruplaşdırıldığı kateqoriyanı göstərir. Xidmət keyfiyyət QoS kriteriyalarının hamısı olmasa da əksəriyyəti bu xidmətlərin göstərilməsini təmin edən texniki və istismar prosesləri əhatə edən iş xarakteristikaları, təqdim etmə, estetik və etik aspektlər üzrə qruplaşa bilərlər.

İkinci model (iş xarakteristikaları modeli) əsasən ənənəvi yerüstü və simsiz şəbəkələr üzərindən ötürülən xidmətlərə aiddir.

Üçüncü model (dörd bazar modeli) IP şəbəkələri üzərindən ötürülən multimedia xidmətləri üçün daha yararlıdır.

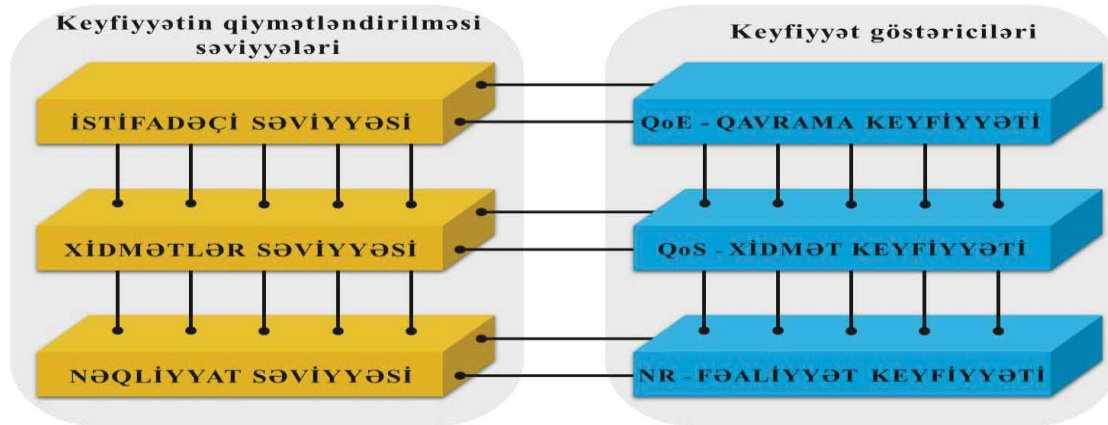
Bu modellərin istifadəsi müəyyən kriteriyalara görə qruplaşdırılmış, istifadəçiyə hesablanmış və xidmətin funksiyalarını bütün müxtəlifliyi ilə tam şəkildə xarakterizə edən xidmət keyfiyyət göstəriciləri sistemini əldə etməyə imkan verir. Lakin NGN şəbəkələri üzrə xidmətlərin (nitq, verilənlər, multimedia və video) müxtəlif xarakterə malik olması bu informasiyaların ümumilikdə, eləcə də onların hər birinin ayrı-ayrılıqda xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi məsələsini qarşıya qoyur. Ona görə də bu işdə əsas məqsəd NGN şəbəkələrində verilən xidmətlərin (nitq, verilənlər, multimedia və video) ümumilikdə subyektiv və obyektiv qiymətləndirilməsi, eləcə də onların ayrı-ayrılıqda xidmət keyfiyyətinin təmin edilməsi modelləri və metodlarının işlənməsidir.

Xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi modeli

Xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi üçün NGN şəbəkələrinin üç səviyyəli modeli təklif olunmuşdur (şəkil 1). Bu modelin səviyyələri istifadəçilərin şəbəkə və xidmətlərlə qarşılıqlı əlaqəsinin əsas aspektlərini müəyyən etməyə imkan verir.

Xidmət keyfiyyətinin təmin olunması bu modelin səviyyələrinə uyğun olaraq aşağıdakı kimi həyata keçirilir:

- istifadəçi səviyyəsində bir qrup ekspertlərin subyektiv fikir göstəricisi, yəni müəyyən bir informasiya növünün qavrama keyfiyyətinin QoE subyektiv qiymətləndirilməsi həyata keçirilir;
- xidmətlər səviyyəsində verilənlərin ötürülməsi sürəti, kodlaşdırma me-xanizmi və s. kimi xidmət keyfiyyətinin müxtəlif aspektləri, yəni xidmət keyfiyyət göstəricisi QoS qiymətləndirilir;
- nəqliyyat səviyyəsində gecikmələr, itgilər və gecikmələrin dəyişməsi kimi şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyəti NR qiymətləndirilir.



Şəkil. 1. Xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməs üçün NGN şəbəkələrinin üç səviyyəli modeli

Qavrama keyfiyyəti QoE son istifadəçi baxımından xidmətin və tətbiqin ümumi məqbulluğu kimi təyin olunur. İstifadəçinin qavrama keyfiyyətinin qiymətləndirilməsinə terminallar, şəbəkə, müştəri avadanlıqları, servislər infrastrukturu, həm də ona təqdim olunan xidmətlər və tətbiq konteksti, eləcə də onun görmə və eşitmə parametrləri daxil olmaqla sistemin bütün elementlərinin fəaliyyət effekti təsir göstərə bilər. İstifadəçi bu xidmət keyfiyyətini digər operatorların oxşar xidmətlərinin keyfiyyəti ilə müqayisə edərək intuitiv olaraq qiymətləndirir. İstifadəçi baxımından xidmətlərin qavrama keyfiyyəti QoE bir sıra parametrlərin məcmusu ilə ifadə edilir. Bu parametrlər həm xidmət təqdim edənə, həm də istifadəçiyə başa düşülən tərzdə, eləcə də şəbəkə strukturundan asılı olmayan terminlərlə ifadə olunur.

Xidmət keyfiyyəti QoS özündə istifadəçilərin məmnunluq dərəcəsini təyin edən xidmət keyfiyyət göstəricilərinin ümumi məcmusunu ehtiva edir. QoS göstəriciləri konkret tətbiqlərin xarakteristikalarını dəqiqləşdirir, lakin müxtəlif tətbiqlər üçün tələblər müxtəlif ola bilər. QoS mexanizmlərinin köməyi ilə xidmət təminatçısı bu və ya digər xidmətin, eləcə də bu və ya digər istifadəçinin ehtiyaclarından asılı olaraq şəbəkə resurslarını paylaya və şəbəkənin yükünü azalda bilər. Xidmət keyfiyyət QoS parametrləri həm şəbəkənin bütün komponentləri və sahələrini, həm də müxtəlif operator şəbəkələrinin təsirini nəzərə almaqla təyin olunur. Buna görə də, xidmət keyfiyyəti QoS dedikdə ilk növbədə ucadan-uca keyfiyyət nəzərdə tutulur.

Şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyəti NR telekommunikasiya operatoru tərəfindən nəzərə alınan parametrlərlə ölçülür və şəbəkənin işlənməsi, istismarı, texniki xidmət və konfigurasiya olunmasında istifadə olunur. Bu göstəricilər son avadanlıqların məhsuldarlığından və istifadəçilərin hərəkətindən asılı deyil, lakin istifadə olunan şəbəkə texnologiyalarından (IP, ATM və Frame Relay) asılıdır. Bu texnologiyaların hər biri üçün ayrı-ayrılıqda xidmət keyfiyyət QoS sinifləri müəyyən olunur.

Qavrama keyfiyyəti QoE, xidmət keyfiyyəti QoS və şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyəti NR konsepsiyaları keyfiyyəti müxtəlif səviyyələrdə müxtəlif nöqtəyi nəzərdən qiymətləndirirlər (5). Qavrama keyfiyyətinin QoE parametrləri ən çox subyektiv xarakter daşıyır və istifadəçinin davranışından və istəyindən asılıdır. QoE parametrləri operator tərəfindən müəyyən edilə, ölçülə və ya hesablanıla bilər.

Telekommunikasiya operatorları üçün ən çox maraq doğuran xidmət keyfiyyəti QoS özündə bu keyfiyyət aspektlərini müəyyənləşdirən və ayrı-ayrı şəbəkə texnologiyaları, eləcə də şəbəkə səviyyəsində fəaliyyət sistemlərinə qoyulan tələbləri ehtiva edir.

Şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyətinin NR parametrləri həm bütün şəbəkə üçün, həm də onun ayrı-ayrı sahələri və obyektləri (nəqliyyat şəbəkəsi və şəbəkənin abonent sahəsi və s.) üçün hesablanıla bilər.

Xidmət keyfiyyətinin subyektiv qiymətləndirilməsi

Xidmət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsinin ən geniş yayılmış metodlardan biri, onun subyektiv qiymətləndirilməsi metodudur. Bu metodun əsas mahiyyəti Telekommunikasiya üzrə Beynəlxalq Elektorabitə İttifaqının P.830 (ITU-T P.830) tövsiyəsinə əsasən uzun zaman kəsiyində xidmət keyfiyyət qiymətlərini 4 səviyyəyə bölməklə, onların istifadəçi qruplar yaxud müşahidəçilər tərəfindən subyektiv qiymətləndirilməsindən ibarətdir. Xidmət keyfiyyət səviyyələrinə uyğun olaraq şəbəkə xarakteristikalarının ədədi qiymətləri ITU-T P.830 tövsiyəsinə əsasən aşağıdakı kimidir (6): birləşmənin yaradılmasına sərf olunan vaxt: əla 0-1san., yüksək 1-3 san., orta 3-5san., qəbul oluna bilən 5 saniyədən böyük olur. Şəbəkə üzrə veriliş vaxtı: əla 0-150 ms., yüksək 150-250 ms., orta 250-450 ms., qəbul oluna bilən 450 millisaniyədən böyük olur. Bu baxımdan NGN şəbəkələri üzrə verilən nitq informasiyasının keyfiyyətinin subyektiv qiymətləndirilməsi üsulu ən etibarlı üsuldür (6). Bu şəbəkələrdə nitqin keyfiyyətinə verilən qiymətlər, bir qrup ekspertlər tərəfindən uzun zaman kəsiyində beş ballıq sistemdə testləşdirilən nitq verilişi traktını eşiddikdən sonra hesablanır (6). Bu zaman 3,5-dən 5 baladək qiymətlər nitqin standart və yüksək keyfiyyətinə uyğundur; 3,0...3,5 aralığındakı qiymətlər nitqin qəbul oluna bilən qiymətinə uyğundur; 2,5...3,0 aralığındakı qiymətlər nitqin sintez edilmiş qiymətinə uyğundur. ITU-T P.830 tövsiyəsinə əsasən nitq verilişinin yaxşı keyfiyyəti 3,5 baldan aşağı olmaması məqsədə uyğun hesab olunur.

Xidmət keyfiyyətinin obyektiv qiymətləndirilməsi

NGN şəbəkələrində xidmət keyfiyyətinin obyektiv qiymətləndirilməsinin əsasını E - modeli təşkil edir (7,8). Bu model terminalların və şəbəkələrin xarakteristikalarının ölçülməsi ilə bağlı yeni istiqamət açmışdır. E-modeli əsasında çoxlu sayda testlər aparılmışdır ki, bunların da sayəsində şəbəkə parametrlərini təhrifə uğradan təsirlərin səviyyəsi kifayət dərəcədə azalmışdır.

Qavrama keyfiyyətinin QoE qiymətləndirilməsi üçün iki keyfiyyət reytingindən istifadə olunur (7,8):

- keyfiyyət reytingi ("faktor") - R;
- orta ekspert reytingi - OER. $1 \leq OER \leq 5$.

E modelinə uyğun olaraq R-reytinginin qiyməti 0-dan 100-dək olan diapazonda təyin olunur, burada 100 xidmət keyfiyyətinin ən yüksək səviyyəsinə uyğundur, hansının ki, hesablanmasında 20 parametr nəzərə alınır. R-reytinginin hesablanması siqnalın kanaldakı təhrifi nəzərə alınmaması və real nitqin elektrik siqnalına (və əksinə) çevrilməsi zamanı baş verən təhrifin isə nəzərə alınması halında başlayır (7,8). R-faktorunun nəzəri qiyməti 100-dən 93,2-dək azalması ITU-T-in tövsiyə etdiyi 4,4-ə bərabər olan qiymətinə uyğundur, bu reytingin qiymətinin $0 \div 93,2$ aralığında dəyişməsi isə $1 \div 4,4$ aralıqda dəyişən qiymətinə uyğun gəlir ki, bunlar da NGN şəbəkələri üzrə təhrifsiz ötürülən nitqin xidmət keyfiyyətinin mümkün olan maksimum qiymətidir.

Keyfiyyət reytingi R və orta ekspert reytingi (OER) kimi qiymətləndirmə qeyri-xətti asılılıqla əlaqəli olduqları üçün, onlar $2,5 < OER < 4,4$ diapozonunda $OER = R/20$ bərabərliyi ilə aproksimasiya edilir. Orta ekspert reyting OER qiymətləndirilməsindən istifadə edən zaman yaxşı keyfiyyət $R_{tələb} > 70$, yaxud $OER_{tələb} > 3,5$ şərtlərində təmin edilir. Orta ekspert reytingi OER birləşmənin keyfiyyəti və qavramanın psixoloji aspektləri ilə təyin olunur. Bu zaman başlıca rol təkcə alınan keyfiyyət deyil, həm də gözlənilənə uyğun əldə edilən keyfiyyət oynayır ki, bu da istifadəçi ilə provayder arasında xidmət keyfiyyətinə dair xidmət səviyyə müqaviləsi (SLA) barədə ilkin razılığın əsasında təmin edilir.

Xidmət keyfiyyəti QoS qavrama keyfiyyətində QoE olduğu kimi xidmətlərin istifadə olunduğu nöqtədə təyin olunur. QoE-dən fərqli olaraq xidmət keyfiyyəti QoS bir tərəfdən telekommunikasiya xidmətlərinin texniki parametrləri, digər tərəfdən isə bu xidmətlərin istifadəçi tələblərinə uyğun müəyyən edilmiş və ya proqnozlaşdırılan parametrlərlə təyin olunur. Xidmət keyfiyyəti QoS özündə tətbiq səviyyəsində göstərilən xidmətlərin keyfiyyətini əks etdirir. Bu xidmət keyfiyyəti tətbiqlərin verilən informasiyaların (nitq, verilənlər və video) növünə görə bölünməsinə uyğun olaraq audio və video tətbiqləri üçün gecikmə, djitter və itgini, verilənlərin ötürülməsi tətbiqi üçün isə həm gecikməni, həm də itginin qiymətləndirilməsini həyata keçirir.

Telekommunikasiya xidmətlərinin tələb olunan xidmət keyfiyyətinə QoS nail olmaq üçün üç əsas yanaşmadan istifadə olunur (7,8):

- son terminal avadanlığının keyfiyyət parametrlərinin yaxşılaşdırılması.

Bu yanaşmada aşağıdakı əməliyyatlar həyata keçirilir:

- kodeklərin seçilməsi və köklənməsi;
- TCP protokolunun və əməliyyat sisteminin köklənməsi;
- alqoritmin və djitter kompensasiyası buferinin ölçüsünün təmin edilməsi;
- kadrların veriliş sürətinin və tezliyinin düzgün seçilməsi;
- səs və təsvirlərin arasında sinxronlaşmanın təmin edilməsi.

- şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyətinin NR məqbul keyfiyyətinin təmin edilməsi.

Bu yanaşma şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyət parametrlərinin ümumi qiymətindən şəbəkəyə aid olan parametrləri nəzərə almaqla şəbəkə idarəetmə sisteminin ciddi nəzarəti altında təmin olunur.

- şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyətinin NR təmin edilməsi.

Bu yanaşma özündə telekommunikasiya şəbəkəsi, rəbitə kanalları, telekommunikasiyanın digər texniki vasitələrinin sınağı, eləcə də onların parametrlərinin ölçülməsi nəticəsində alınan kəmiyyət xarakteristikalarını, texniki göstəriciləri və parametrləri əks etdirir. Fəaliyyət keyfiyyətinin NR təmin edilməsi şəbəkənin nəqliyyat səviyyəsi vasitəsilə həyata keçirilir. Bu səviyyə aşağıdakı parametrlərə malikdir (7,8):

- ucdan-uca gecikmədə baş verən dəyişiklik (titrəmə) DNP;
- IP-paketlərinin itgi faizi PNP;
- səhvlə qəbul olunmuş paketlərin faizi PE NP;
- növbəsi pozulmuş paketlərin faizi PRO NP;
- paketlərdə yaxud saniyə ilə bitlərdə ifadə olunan B_{NR} veriliş sürəti.

Xidmət keyfiyyətinin təmin edilməsinin riyazi yazılışında məhdudiyyətlərin formalaşdırılması

NGN şəbəkələrinin keyfiyyət parametrlərinin qiymətləri bu şəbəkə resurslarının paylanması ilə təyin edilir. Belə şəbəkələrin resursları dinamik idarə etmə sisteminə malik olduğu üçün, onların parametrləri də idarə olunur, bu da şəbəkədə ucdan-uca keyfiyyətin funksional asılılığa malik olmasını göstərir. Telekommunikasiya üzrə Standartlaşdırma üzrə Avropa İnstitutunun (European Telecommunications Standards Institute-ETSI) tövsiyəsinə əsasən bu şəbəkələrdə istifadəçilərin tələb etdikləri keyfiyyətin təmin edilməsi həm baxılan şəbəkənin parametrlərinin idarə olunması, həm də QoE istehlakçısının və NR operatorunun qiymətlərinin uyğunlaşdırılması sayəsində təmin edilir. Bu tövsiyəyə əsasən NR şəbəkələrində istifadəçilərin tələb etdikləri keyfiyyət parametrlərinin təmin edilməsini riyazi olaraq yazmaq üçün iki məhdudiyyətdən istifadə olunur:

1. Xidmətlərin qavrama keyfiyyətinə QoE (yaxud QoS-a) qoyulan məhdudiyyət.

2. Şəbəkənin iş keyfiyyətinə NR qoyulan məhdudiyyət;

Xidmətlərin qavrama keyfiyyəti QoE ilə bağlı ümum qəbul edilmiş məhdudiyyətləri aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{aligned} T_{NR} &\leq T_{NR_{tələb}} QoE_{tələb} ; \\ D_{NR_{tələb}} &\leq D_{NR_{tələb}} QoE_{tələb} ; \\ P_{NR} &\leq P_{NR_{tələb}} QoE_{tələb} \\ B_{NR} &\geq B_{NR_{tələb}} QoE_{tələb} . \end{aligned} \quad (1)$$

Bu məhdudiyyətlər istifadəçi səviyyəsində $QoE_{tələb}$ (yaxud $QoS_{tələb}$), yəni $NR_{tələb}$ ($QoE_{tələb}$), yaxud $NR_{tələb}$ ($QoS_{tələb}$) funksiyası kimi məlum $NR_{tələb}$ əsasında şəbəkə keyfiyyət parametrlərinə ilkin tələblərin formalaşdırılmasını nəzərdə tutur.

Qavrama keyfiyyəti QoE həm şəbəkənin iş keyfiyyətindən, həm də bu trafiki hasil edən tətbiq növünə aid olan son avadanlıqda trafik üzərində aparılan bir sıra əməliyyatlardan asılıdır, yəni QoE ($QoS(NR)$) funksional asılılıq tət-biqin növü ilə təyin edilir. Analizin nəticələrindən göründüyü kimi, QoE (NR) (yəni $NR_{tələb}$ ($QoE_{tələb}$)) asılılığı, yalnız üç növ xidmət üçün mövcuddur:

- səs ötürülməsi;
- video telefoniya;
- Web-də informasiyaya baxış.

Bəzi xidmət növləri, o cümlədən müxtəlif verilənlərin ötürülməsi tətbiqləri və rəqəmsal televiziya yayımı üçün formalaşdırılmış QoS (NR) asılılığı mövcuddur ki, bu da $NR_{tələb}$ ($QoS_{tələb}$) kimi şəbəkə parametrlərinə tələblər formalaşdırmağa imkan verir, burada $QoS_{tələb}$ - baxılan tətbiq üçün mövcud olan QoS terminində keyfiyyətə tələbdir.

Şəbəkənin faliyyət keyfiyyətinə NR qoyulan məhdudiyət şəbəkənin riyazi modelinə QoE (QoS (NP)) asılılığının daxil edilməsi ilə əlaqədardır. Bu zaman QoE səviyyəsində istifadəçilərin keyfiyyət parametrlərinə qoyulan məhdudiyəti aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$OER \geq OER_{tələb} \text{ yaxud } R \geq R_{tələb}, \quad (2)$$

burada R- keyfiyyət reytingidir.

QoS (NR) asılılığının aid olduğu xidmət növləri üçün (2) məhdudiyətini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$T_{QoS} \leq T_{QoS_{tələb}}; D_{QoS} \leq D_{QoS_{tələb}}; P_{QoS} \leq P_{QoS_{tələb}}; B_{QoS} \geq B_{QoS_{tələb}}, \quad (3)$$

burada T_{QoS} , D_{QoS} , P_{QoS} və B_{QoS} – tətbiq səviyyəsində uyğun keyfiyyət parametrləridir.

Göründüyü kimi (1), (2) və (3) ifadələrində verilmiş məhdudiyətlər əsasında zamanətli keyfiyyət problemi bir qayda olaraq optimallaşdırma problemi kimi formalaşdırıla bilər. Əgər (2) və (3) məhdudiyətləri çərçivəsində şəbəkə parametrlərinin ucdan-uca keyfiyyətə təsirini nəzərə alsaq bu məhdudiyələrin gələcək inkişafa mənsub olduğunu qeyd etmək olar, bu da aşağıdakı iki mərhələni əhatə edir: QoE (NR) yaxud QoS (NR) və onlardan hər hansı birinin şəbəkənin riyazi modelinə daxil edilməsi.

Nitq verilişinin xidmət keyfiyyətinin təmin edilməsinin modelləri və metodları

Nitq informasiyasının şəbəkə üzərindən ötürülməsi zamanı qavrama keyfiyyəti QoE giriş parametrləri çoxluqlarından asılı olaraq bir sıra riyazi ifadələrin toplusunu özündə əks etdirən E-modeli ilə qiymətləndirilir. Bu model həm siqnalın fərdi xarakteristikalarını, həm də şəbəkənin gecikmə və paket itkisi kimi veriliş parametrlərini vahid keyfiyyət göstəricisi çərçivəsində birləşdirməyə imkan verir (7,8,9). E-modeli çərçivəsində nitq verilişinin qavrama keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün keyfiyyət reytingi R istifadə olunur, hansı ki, aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_{e-eff} + A, \quad (4)$$

burada R_0 – siqnal/küy nisbəti ilə əlaqəli faktordur (bu faktor avadanlıqlarda və binalarda yaranan küyləri, eləcə də tərkibinə daxil olan bütün parametrləri nəzərə alaraq standart olaraq $R_0 = 93,2$ qəbul olunur); I_s -nitq siqnalının məruz qaldığı rəqəm/analq və analq/rəqəm çevirməsi (RAÇ/ARÇ) prosesləri də daxil olmaqla, eyni zamanda baş verən bütün təhriflərlə yaranan keyfiyyətin pisləşməsi əmsalı; I_d -gecikmənin və exo siqnalının təsiri ilə yaranan keyfiyyətin pisləşməsi əmsalı; I_{e-eff} – kodlama/dekodlama prosesində, eləcə də nitq paketlərinin itgi-sindən yaranan keyfiyyətin pisləşməsi əmsalı; A-uduş əmsalıdır.

E-modeli çərçivəsində nitq verilişi üçün şəbəkə üzərindən aparılan verilişlə əlaqəli olmayan giriş parametrlərinin susma qiymətlərinin bərabər olması şərtində QoE (NR) asılılığını aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$R = R_0 - I_{dd} T_{NR} - I_{e-eff}(P_{NR}), \quad (5)$$

burada $I_{dd} T_{NR}$ – şəbəkə gecikməsinin funksiyası kimi şərtləşdirilən keyfiyyətin pisləşməsi funksiyası; $I_{e-eff}(P_{NR})$ - paket itkisinin nitq verilişinin keyfiyyətinə təsirini göstərir.

Şəbəkə gecikməsinin funksiyası kimi şərtləşdirilən keyfiyyətin pisləşməsi funksiyası aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$I_{dd}(T_{NR}) = \begin{cases} 0, & T_a \leq 100 \text{ ms} \\ 25 (1 + X^6)^{(1/6)} - 3(1 + X^6/3)^{(1/6)} + 2, & T_a > 100 \text{ ms}, \end{cases} \quad (6)$$

burada $X = \log((T_a/100) / \log_2)$; T_a - VoIP-in verilənlərin ötürülməsi şəbəkəsi üzrə qarşılıqlı əlaqədə olan iki terminal arasında nitq verilməsi zamanı mütləq gecikmədir.

Bu gecikmə özündə T_{NR} şəbəkəsinin iş keyfiyyətini əks etdirən tək uclu gecikməni və T_{TE} terminal avadanlığının hər birində baş verən kodlaşdırmanın t_{kodl} təsirindən yaranan işlənmə gecikməsini, paketləşməni t_{frame} , dekodlaşdırmanı t_{dek} və djitter kompensasiyasını t_{jb} ehtiva edir.

Paket itkisinin nitq verilişinin keyfiyyətinə təsiri $\dot{I}_{e-eff}(P_{NR})$ aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$\dot{I}_{e-eff}(P_{NR}) = \dot{I}_e - 95 - \dot{I}_e * (P_{pl}/(P_{pl}/BurstR)) + B_{pl}, \quad (7)$$

burada \dot{I}_e – aşağı sürətli kodeklərin istifadə olunması səbəbindən keyfiyyətin pisləşməsi əmsalidir, hansı ki, kodekin növündən asılıdır; P_{pl} – terminal avadanlığındakı itkinin əhəmiyyətsiz olduğunu nəzərə alaraq P_{NR} şəbəkəsində və T_{TE} terminal avadanlığında paketlər itgisini nəzərə alan ümumi paket itgisi ehtimalıdır ($P_{pl} = P_{NR}$); B_{pl} – kodekin itgiyə dayanıqlığını nəzərə alan faktordur; B_{burstR} – asılı olmayan paket itkisi zamanı 1-ə bərabər olan və qrup itkisi zamanı 1-dən çox olan itkinin “sıçrayış” əmsalidir.

(6) və (7) ifadələri birlikdə VoIP nitq verilişi xidməti üçün QoE (NR) asılılığının formalaşdırılmasını əks etdirir. Bu ifadələr əsasında nitq verilişinin ucdan-uca keyfiyyətinə istifadəçinin tələbini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$R_0 - \dot{I}_{dd} T_{NR} - \dot{I}_{e-eff}(P_{NR}) \geq R_{tələb}. \quad (8)$$

Axırıncı (8) ifadəsi özündə nitq verilişi təbiiqləri üçün (2) ifadəsində olan məhdudiyyəti ehtiva edir, hansı ki, sonralar zamanətli xidmət keyfiyyətinin təqdim edilməsi məqsədilə şəbəkənin riyazi modelinə daxil edilir.

Verilənlərin xidmət keyfiyyətinin təmin edilməsi modelləri və metodları

NGN şəbəkələri üzərindən verilənlərin ötürülməsinin qavrama keyfiyyəti QoE şəbəkənin istifadəçi səviyyəsində keyfiyyətin ucdan-uca qiymətləndirilməsini təmin edir (9,10). Bu zaman istifadəçinin şəbəkədən qəbul etdiyi informasiyaların ucdan-uca qiymətləndirilməsi aşağıdakı ifadələrdən biri ilə hesablanır:

$$OER_{bir} = (4/(\ln 0,003T_{max} + 0,12) / T_{max} \cdot \ln(T_{seans} - \ln(0,003T_{max} + 0,12)) + 5), \quad (9)$$

$$OER_{1-səh} = (4/(\ln 0,005T_{max} + 0,24) / T_{max} \cdot \ln T_{max} - \ln(0,005T_{max} + 0,24) + 5), \quad (10)$$

$$OER_{2-səh} = 4/\ln((0,011T_{max} + 0,47)/T_{max}) \cdot (\ln T_{seans} - \ln(0,011T_{max} + 0,47)) + 5, \quad (11)$$

burada OER_{bir} , $OER_{1-səh}$ və $OER_{2-səh}$ – uyğun olaraq bir rabitə seansı üçün, ixtiyari rabitə seansı üçün və iki səhifəlik informasiya axtarışı və baxılma rabitə seansı üçün orta ekspert reytinginin OER qiymətləndirilməsi; T_{seans} - rabitə seansı vaxtı; T_{max} - rabitə seansının maksimum gözləmə vaxtıdır.

İki səhifəlik informasiya axtarışı və baxılma seansı $OER_{2-səh}$ özündə axtarış səhifəsinin yüklənməsi vaxtını, eləcə də axtarışın özü və tələb olunan səhifənin yüklənməsi vaxtının cəmini ehtiva edir.

Rabitə seansı vaxtı T_{seans} özündə lazımi Web-səhifəsinin tam yüklənmə vaxtını ehtiva edir və QoS səviyyəsində ümumi keyfiyyəti qiymətləndirir.

Verilənlərin ötürülməsi zamanı TCP protokolundan istifadə edilməsi zamanı rabitə seansı vaxtı T_{seans} seçilmiş buraxma zolağının B_{NR} , T_{NR} şəbəkəsində gecikmə vaxtının T_{NR} və P_{NR} şəbəkəsində P_{NR} itgi ehtimalının funksiyasıdır.

Bu zaman $T_{seans}(B_{NR}, T_{NR}, P_{NR})$ asılılığının formalaşdırılmasını təmin edən TCP protokolunun buraxma qabiliyyətinin təqribi qiymətləndirilməsi ITU-T Y. 1541 tövsiyyəsində verilən metodkayə əsasən aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$B_{TCP} \approx \min \left(W_{max}/RTT, \frac{1}{((RTT \cdot 2bP_{pl}/3) + (T_0 \min(1,3 \sqrt{3bP_{pl}/8}) \cdot P(1 + 32P_{pl}^2)))} \right), \text{ paket/s}, \quad (12)$$

burada W_{\max} - paketləri qəbul edən bufer pəncərəsinin maksimum ölçüsü; RTT- dairəvi müraciət periodu, san ilə ($RTT = 2 T_{NR}$); b – alınan ASK-siqnalının təsdiq edilməsi üçün tələb olunan paketlərin sayı; T_0 – təsdiq olunmamış (itiril-miş) paketin yenidən ötürülməsi üçün gözləmə vaxtıdır.

TCP - protokolunun son etalon nöqtəsi üçün aşağıdakı parametrlər qəbul edilir (9,10): pəncərənin maksimum ölçüsü 16, 64 yaxud 256 kbyat, gecikmə vaxtı $T_0 = 1$ san, $b = 2$ paket (iki paketə bir ASK təsdiqi). TCP - protokolunda tıxacın qarşısını almaq birləşmənin xarakterik xüsusiyyətidir, lakin bu zaman P_{yoxl} ehtimalı ilə əlavə paket itkiləri meydana çıxır. TCP - protokolu ilə yoxlama nəticəsində yaranan itgilərin meydana çıxması ehtimalının P_{yoxl} qiymətləndirilməsi üçün bu protokolun buraxma qabiliyyətinin ETSİ TR 102 479 V1.1.1-də verilmiş metodikaya əsasən aşağıdakı sadələşdirilmiş ifadəsindən istifadə etmək olar:

$$B_{TCP} = MSS/RTT * C / P_{yoxl}, \quad (13)$$

burada C – təsadüfi/periodik itginin təsirini nəzərə alan sabit ədəddir və bir qayda olaraq $C = 0,866$; MSS – TCP protokolunun seqmentinin maksimum ölçü-südü; P_{yoxl} – TCP protokolu ilə yoxlama nəticəsində yaranan itgilərin meydana çıxması ehtimalıdır; RTT- (12) ifadəsində təyin olunub.

TCP protokolunun buraxma qabiliyyətini təxminən 75%-ə qədər azaldılmasını nəzərə alsaq, yəni $B_{TCP} = 0,75B_{NR}$ olduqda TCP protokolu ilə yoxlamanın nəticəsində yaranan itgilərin meydana çıxması ehtimalını aşağıdakı ifadə ilə yazmaq olar:

$$P_{yoxl} = (MSS/RTT) (C/0,75B_{NR}), \quad (14)$$

Onda itgi ehtimalının cəmi bərabər olar:

$$P_i = 1 - 1 - P_{NR} (1 - P_{yoxl}). \quad (15)$$

burada P_{NR} - NR şəbəkəsində TCP protokolu ilə yoxlamanın nəticəsində yaranan itgilərin meydana çıxması ehtimalıdır.

Web-səhifəsinə baxış zamanı rabitə seansı vaxtı aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$T_{seans} = T_{birl.yarad} + T_{ver}, \quad (16)$$

burada $T_{birl.yarad}$ – TCP birləşməsinin yaradılması vaxtı; T_{ver} – Web səhifəsinin məzmununun verilməsi vaxtı.

Veriliş vaxtı T_{ver} - L səhifəsinin yüklənmə vaxtının (mürəkkəb qrafikli sə-hifə üçün $L \approx 1$) TCP protokolunun buraxma qabiliyyətinə B_{TCP} nisbəti ilə təyin olunur, yəni:

$$T_{ver} = L/B_{TCP}. \quad (17)$$

TCP protokolunun buraxma qabiliyyətini təxminən 75%-ə qədər azaldılmasını, yəni $B_{TCP} = 0,75B_{NR}$ olduğunu nəzərə alsaq, onda (17) ifadəsi aşağıdakı şəkildə alar:

$$T_{ver} = L/0,75B_{NR}. \quad (18)$$

Beləliklə (9) - (11) – ifadələri özlərində Web – informasiyalarına baxmaq üçün QoE (NR) asılılığını əks etdirirlər, hansılar ki, tələb olunan orta ekspert reytingi OER-ə əsasən (2) ifadəsində verilmiş məhdudiyəti formalaşdırmaq üçün istifadə oluna bilər. Digər növ verilənlərin ötürülməsi xidmətləri (tranzak-siya, e-mail, telnet, hərəkətsiz təsvirlərin verilməsi, interaktiv oyunlar və s.) üçün (12)-(17) ifadələri QoS(NR) asılılığını əks etdirir və tələb olunan QoS səviyyəsinə əsasən (3) ifadəsində verilmiş məhdudiyətləri formalaşdırmaq üçün istifadə oluna bilər.

Multimediya və videonun xidmət keyfiyyətinin təmin edilməsi modelləri və metodları

NGN şəbəkələri üzrə verilən müxtəlif növ informasiyaların müəyyən hissəsini multimediya, o cümlədən video informasiya verilişləri təşkil edir və şəbəkələrin ümumi yükünün artmasına gətirib çıxarır. NGN şəbəkələri üzrə verilən müxtəlif növ informasiyaların tərkibində multimediya və video informasiyanın verilməsi daha perspektivli sayılır (11,12). Bu xüsusiyyət onların istifadəçilərə yüksək keyfiyyət parametrləri ilə təqdim olunmasını daha da aktualaşdırır. NGN şəbəkələri üzə verilən multimediya informasiyasının qavrama keyfiyyətini MM_q (13) –də verilmiş metodikaya əsasən aşağıdakı ifadə ilə yazmaq olar:

$$MM_q = m_1 M_{SV} + m_2 MM_T + m_3 MM_{SV} MM_T + m_4, 1 \leq MV_{SV} \leq 5, \quad (19)$$

burada MM_{SV} - audiovizual keyfiyyət əmsalı; MM_T - audiovizual gecikmənin pisləşmə əmsalı; m_1, m_2, \dots, m_4 əmsalları isə video ekranın ölçüsündən və danışma səviyyələrindən asılı olan əmsallardır.

Axırıncı (19) ifadəsinin tərkibindəki komponentlər aşağıdakı ifadələrlə təyin olunurlar:

$$MM_{SV} = m_5 S_q + m_6 V_q + m_7 S_q V_q + m_8, \quad (20)$$

burada S_q və T_V - uyğun olaraq exo-siqnalının olmadığı halda səs və video verilişlərinin keyfiyyətini göstərir, hansılar ki, paketlər itgisi P_{pi} -in funksiyalarıdır, şəbəkənin digər komponentlərinin sabit qiymətlərində bu komponentlərdən biri T_{NR} şəbəkəsinin işindən asılı olur; m_5, m_6, m_7 və m_8 - video ekranın ölçü-lərindən və danışma səviyyələrindən asılı olan əmsallardır.

Audiovizual gecikmənin pisləşmə əmsalı MM_T bərabərdir:

$$MM_T = \max AD + MS, 1, \quad (21)$$

burada AD – səs siqnallarının və videonun mütləq gecikmələrə təsirini göstərir;

MS - səs və təsvir arasında desinxronizasiyasını göstərir.

Səs siqnallarının və videonun mütləq gecikmələrə təsiri AD aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$AD = m_9(T_S + T_V + m_{10}), \quad (22)$$

burada T_S və T_V - nitq verilişində olduğu kimi özlərində səs və videonun ümumi gecikməsini əks etdirirlər; m_9 və m_{10} - video ekranın ölçülərindən və danışma səviyyələrindən asılı olan əmsallardır.

Səs və video arasındakı desinxronizasiyanı MS aşağıdakı kimi yazmaq:

$$MS = \begin{cases} \min m_{11} T_S - T_V + m_{12}, 0, & \text{if } T_S \geq T_V \\ \min\{m_{13} T_V - T_S + m_{14}, 0\}, & \text{if } T_S < T_V \end{cases} \quad (23)$$

burada T_S və T_V - uyğun olaraq (22) ifadəsilə təyin olunurlar; m_{12} və m_{14} – video ekranın ölçülərindən və danışma səviyyələrindən asılı olan əmsallardır.

Əgər paketlər itgisi ehtimalı P_{pi} -in P_{NR} şəbəkəsində baş verən itgi ehtimalı

P_{NR} -ə bərabər olduğunu (yəni $P_{pi} = P_{NR}$) nəzərə alsaq (13), onda $S_q(P_{NR})$ və $V_q(P_{NR})$ asılılıqlarının mövcud olmasını hesab etmək olar. Onda səs verilişinin keyfiyyət indeksinin Q qiymətləndirilməsini aşağıdakı kimi yazmaq:

$$Q = 93,193 - \dot{I}_{e-eff} P_{NR}, \quad (24)$$

burada $\dot{I}_{e-eff}(P_{NR})$ - paket itkisinin nitq verilişinin keyfiyyətinə təsirini göstərir.

Bu zaman səs verilişi keyfiyyətini S_q səs verilişinin keyfiyyət indeksinin Q funksiyası olaraq aşağıdakı ifadə ilə təyin etmək olar:

$$S_q = \begin{cases} 1, & \text{əgər } Q < 0, \\ 1 + 0,035Q + 7 \cdot 10^{-6} \cdot Q(Q - 60) / (100 - Q), & \text{əgər } 0 < Q < 100, \\ 4,5, & \text{əgər } Q > 100 \end{cases} \quad (25)$$

Əgər videonun keyfiyyət parametrini nəzərə alsaq, onda videonun veriliş keyfiyyəti V_q -ni aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$V_q = 1 + \dot{I}_{kodek} \exp(P_{pIV} / D_{pIV}), \quad (26)$$

burada D_{pIV} -paketlərin itgisinə dayanıqlıq əmsalı, hansı ki, paket itkisinə görə video keyfiyyətinin dayanıqlıq dərəcəsini ifadə edir; P_{pIV} (%) - paketlərin itgi əmsalıdır; \dot{I}_{kodek} – videonun veriliş sürətinin B_{rV} (kbit/s) və video kadrının tez-liyi F_{rV} (hers) ilə birləşməsi zamanı kodlama təhrifinin təsir etdiyi videonun əsas keyfiyyətidir, hansı ki, aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$\dot{I}_{kodek} = I_{ofr} \exp\{(\ln(F_{rV}) - \ln(O_{fr}))^2 / 2D_{FrV}^2\}, \quad (27)$$

burada O_{fr} - videonun veriliş sürəti B_{rV} zamanı, onun keyfiyyətini maksimallaşdıran kadrların optimal tezliyi olub aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$O_{fr} = v_1 + v_2 B_{rV}, 1 \leq O_{fr} \leq 30, F_{rV} = O_{fr}, \dot{I}_{kodek} = \dot{I}_{ofr}, \quad (28)$$

burada v_1 və v_2 - kodekin növündən, videonun formatından, əsas kadr aralığından və videonun ekran ölçüsündən asılı olan sabit ədədlərdir; \dot{I}_{ofr} - hər bir veriliş sürəti B_{rV} -də, videonun maksimum keyfiyyətidir və aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$\dot{I}_{ofr} = -(v_3 / (1 + (B_{rV} / v_4)))^{v_5}, 0 \leq \dot{I}_{ofr} \leq 4, \quad (29)$$

burada v_3, v_4 və v_5 - kodekin növündən, videonun formatından, əsas kadr aralığından və videonun ekran ölçüsündən asılı olan sabit ədədlərdir.

Videonun dayanıqlıq dərəcəsi D_{FrV} aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$D_{FrV} = v_6 + v_7 B_{rV}, 0 < D_{FrV}, \quad (30)$$

burada v_6 və v_7 - kodekin növündən, videonun formatından, əsas kadr aralığından və videonun ekran ölçüsündən asılı olan sabit ədədlərdir.

Nəticə

1. Telekommunikasiya və multimediyaya xidmətlərinin konvergenşiyasını reallaşdıran, paket kommutasiyası və IP - texnologiyasına əsaslanan, eləcə də dünya üzrə geniş yayılmış NGN şəbəkələri sonsuz sayda xidmətlərin geniş miqyasda tətbiqinə imkan verir. Bunlarla əlaqədar xidmətlərin qavrama keyfiyyəti, xidmət keyfiyyəti və şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyətinin qiymətləndirilməsini təmin edən modelin yaradılması məsələsi meydana çıxmışdır. Belə model halında NGN şəbəkələrinin üç səviyyəli modeli təklif olunmuşdur.

2. NGN şəbəkələri tərkibində fəaliyyət göstərən telefon şəbəkələri üzərindən aparılan nitq verilişinin E modeli bazasında, keyfiyyət reytingindən istifadə etməklə qavrama keyfiyyətinin, eləcə də bu verilişlə əlaqəli olmayan giriş parametrlərinin susma qiymətlərinin bərabər olması şərtində QoE (NR) asılılığının qiymətləndirilməsinin təmin edilməsinin modelləri işlənmişdir. Bu modellər əsasında keyfiyyətin pisləşməsi funksiyası, paket itkisinin nitq verilişinin keyfiyyətinə təsiri və ucdan-uca keyfiyyətə istifadəçinin tələbini nəzərə alan metodlar təklif edilmişdir.

3. NGN şəbəkələrinin son qurğularının və nəqliyyat vasitələrinin xidmət keyfiyyətinə təsir göstərən çoxlu faktorlar yığımını özündə əks etirən E modeli əsasında xidmət keyfiyyətinin obyektiv qiymətləndirilməsi modelləri və metodları təklif edilmiş, onların əsasında R-faktorunun hesablanması aparılmış və onun subyektiv qiymətləndirmə ilə əlaqəsi göstərilmişdir. Bu model həm şəbəkəni inkişaf etdirənlər, həm də xidmət təminatçıları üçün faydalı ola bilər.

4. NGN şəbəkələrində xidmət keyfiyyətinin təmin olunmasının riyazi yazılışında istifadə olunan məhdudiyətlərə baxılmışdır. Xidmətin qavrama keyfiyyəti QoE, şəbəkənin fəaliyyət keyfiyyəti NR və QoS(NR) asılılığının aid olduğu xidmət növləri üçün xidmət keyfiyyətinin təmin olunmasının riyazi yazılışı üçün məhdudiyətlər formalaşdırılmışdır.

5. NGN şəbəkələrində nitq verilişinin keyfiyyət parametrlərinin qiymətlən-dirilməsi məsələsinə baxılmışdır. E-modeli əsasında nitq verilişinin qavrama keyfiyyətini təmin edilməsi modeli işlənmişdir. Bu model əsasında keyfiyyət reytingi, qavrama və fəaliyyət keyfiyyətləri arasındakı asılılıq, keyfiyyətin pisləşməsi funksiyası, paket itkisinin nitq verilişinin keyfiyyətinə təsiri, eləcə də nitq verilişinin ucdan-uca keyfiyyətinə istifadəçinin tələbini nəzərə alınması üçün hesblama metodları təklif olunmuşdur.

6. NGN şəbəkələrində verilənlərin ötürülməsinin keyfiyyət parametrlərinin qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılmışdır. Bu zaman verilənlərin xidmət keyfiyyətinin təmin edilməsi modeli işlənmişdir. Bu model əsasında istifadəçinin şəbəkədən qəbul etdiyi informasiyaların ucdan-uca qiymətlən-dirilməsi, TCP protokolunun buraxma qabiliyyətinin təqribi qiymətlən-dirilməsi, TCP-protokolu ilə yoxlamanın nəticəsində yaranan itgilərin cəmi və veriliş vaxtının hesablanması metodları təklif olunmuşdur.

7. NGN şəbəkələrində multimediyaya və video xidmətlərinin keyfiyyət parametrlərinin qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılmışdır. Bu zaman multimediyaya xidmətlərinin bütövlükdə qavrama keyfiyyətini təmin edən model işlənmişdir. Bu model əsasında audiovizual keyfiyyət əmsalı, audiovizual gecikmənin pisləşmə əmsalı, səs siqnalları və videonun mütləq gecikmələrə təsiri, səs və video arasındakı desinxronizasiya, səs verilişinin keyfiyyət indeksi, səs verilişi keyfiyyəti, videonun veriliş keyfiyyəti, kodlama təhrifinin təsir etdiyi videonun əsas keyfiyyəti, videonun veriliş sürəti, videonun maksimum sürəti və videonun dayanıqlıq dərəcəsinin hesablanması metodları təklif olunmuşdur.

References

1. F.H.Mammadov New Generation Networks – NGN. Textbook. Textbook for high school students. AzTU, Baku 2015.
2. Murai A.V. Evaluation of the quality of services of IP networks as the basis of NGN. Visnik DUKT. -2013. -No. 3. p. 68-77.
3. Murai A.V. User assessment in the context of choosing a strategy for quality management of telecommunications services // XIII All-Ukrainian scientific and technical conference of young scientists, graduate students and students "Status, achievements and prospects of information systems and technologies". -Odessa: OD AH, April 18-19, 2013 - p. 197-199.
4. M.V.Ilyushin, I.A.Laktyushin, I.A.Karabtsev. Investigation of the process of transmission of a speech signal in networks with packet switching by methods of analytical and simulation modeling. ISBN 978-5-907271-06-7. CA PR and modeling in modern electronics. Bryansk, 2019, p. 271-273.
5. F.H.Mammadov, N.Ch.Garayev Activity models of new generation networks. Journal of "Scientific works" of AzTU №2. Baku 2018. p.14-21.
6. Tumanbaeva K.Kh. Service quality in telecommunication networks. Lecture notes for undergraduates specialty 6M071900 - Radio engineering, electronics and telecommunications. - Almaty: AUPET, 2012.- 64 p.
7. Recommendation ITU-TG.107.E-model is a computational model used in transmission scheduling. 2015–06. -Geneva: ITU-T, 2017.- 30 p.
8. Systems and transmission medium, digital systems and networks. ITU-T Recommendations G. 107.1 series. 06/2015.-11 p.
9. International telephone connections and circuits – Transmission planning and the E-model. Series G: Transmission systems and media, digital systems and networks. (02.2014).
10. Buranova M.A. Technologies for ensuring the quality of service in multi-service networks: textbook. Manual / N.V. Kireeva; M.A. Buranova - Samara: PSUTI Publishing House, 2016.- 181s.: ill. -URL: <https://rucont.ru/efd/565079> (date accessed: 18.10.2021).
11. Buranova M.A., Kartashevsky V.G., Samoilov M.S. Comparative analysis of statistical characteristics of video traffic in packet data networks. "Infocom-munication Technologies" Volume 11, No. 4, 2013, p. 33-39.
12. Tarasov D.V., Paramonov A.I., Kucheryavyy A.E. Features of video traffic for next generation communication networks//Electrosvyaz.No.1,2010.-p.37-43.
13. Multimedia Quality of Service and performance – Generic and user-related aspects. Series G: transmission systems and media, digital systems and networks. ITU-T G.1070 (06/2018). - 24p.

Göndərilib: 30.10.2021

Qəbul edilib: 18.11.2021