

<sup>1</sup>Ə. A. MƏMMƏDOV, texnika e. n.; <sup>2</sup>Ə. R. RÜSTƏMOV, texnika elmləri ü. f. d.

<sup>1</sup>Azərbaycan Texniki Universiteti, <sup>2</sup>Heydər Əliyev adına Azərbaycan Ali Hərbi Məktəbi  
E-mail: ahmed.ri@list.ru

## HƏRƏKƏTLİ RABİTƏ SİSTEMLƏRİNDƏ BURAXMA QABİLİYYƏTİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNDƏKİ BƏZİ PROBLEMLƏR

Məqalədə yeni nəsil hərəkətli rabitə sistemlərində kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma sisteminin əsas göstəricilərindən olan buraxma qabiliyyətinin qiymətləndirilməsi metodu nəzərdən keçirilmişdir.

**Açar sözləri:** buraxma qabiliyyəti, genişləndirilmiş spektr texnologiyası, kanalların koda görə ayrılması, yayılma itkiləri.

Hərəkətli rabitə sistemlərinin (HRS) əsas inkişaf istiqamətlərindən biri – böyük həcmli informasiyanın yüksək sürətlərlə ötürülməsini təmin etməkdir. İkinci nəsil rəqəmli mobil rabitə sistemləri (MRS) daim təkmilləşdirilir və istifadəçilərə yeni xidmət növləri təklif olunur. Bu nəsil MRS-in ən geniş yayılan növü GSM standartlaşdırılmış şəbəkələrdir. Üçüncü nəsil şəbəkələrində əlavə imkanlar yaradan CDMA - Code Division Multiple Access – kod ayrılması ilə çoxsaylı daxilolma metodunda hər bir səs seli özünün unikal kodu ilə qeyd olunur və bir kanalda eyni vaxtda çoxlu sayda kodlaşdırılmış olan digər səs selləri ilə birlikdə ötürülür.

CDMA standartlaşdırılmış sistemlərdə kanallar toplusunun tutduğu tezlik zolağının eni 1,23 MHz-dir. Səs siqnalı 8,55 kBit/san sürətində kodlaşdırılır, lakin səs aktivliyinin təyin edilməsi və müxtəlif kodlama sürətləri verilənlər paketini 1200 Bit/san-yə qədər kəşə bilər. Bu cür sistemlərdə siqnal gücünün az olmasına baxmayaraq, çox möhkəm və mühafizə olunmuş birləşmələr yaradıla bilər (nəzəri olaraq siqnal səviyyəsi küydən kiçik ola bilər) [1].

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) – kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma sistemi də müasir HRS-də geniş tətbiq edilməyə başlamışdır. Bu növ şəbəkələr mövcud GSM şəbəkələri üzərində qurulur. WCDMA-nın GSM-dən əsas üstünlüyü verilənlərin ötürülmə sürətinin yüksək olmasıdır – nəzəri olaraq 2 Mbit/san, real əldə olunan sürət isə 384 kBit/san-dir. Burada mobil videotelefon rabitəsi və audio, videofaylların mobil terminala yüklənməsi də mümkündür.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) – mobil telekommunikasiyaların universal sistemi, ETSI tərəfindən Avropa üçün işlənilib hazırlanmışdır. Mobil rabitədə inkişafı şərtləndirən əsas rabitə növü səs telefoniyası hesab olunur. GPRS və EDGE texnologiyalarının tətbiqi, sonradan isə UMTS-ə keçilməsi, səs telefoniyası rabitəsindən başqa əlavə imkanlara da şərait yaradır. Burada eni 5 MHz olan bir ədəd WCDMA daşıyıcısı, 8 kBit/san-dən 2 Mbit/san-yə qədər sürətləri tələb edən qarışıq xidmət növlərini təqdim etmək imkanı vardır. WCDMA ilə uyğunlaşdırılmış olan mobil terminalar ITU-nun təkliflərinə uyğun olaraq bir neçə xidmətlə eyni zamanda işləyir [2].

Əvvəlki nəsilərlə müqayisədə kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma texnologiyasının tətbiqi sayəsində əlavə olaraq müxtəlif xidmət növlərini təqdim etmək mümkündür.

Rabitə sistemlərinin kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma metoduna malik standartlaşdırılmış şəbəkələrin buraxma qabiliyyəti – onların əsaslandığı UMTS-in əsas göstəricilərindən hesab olunur. Bu məqsədlə bir sıra metodlar tətbiq tapmışdır ki, bunların əksəriyyəti şarıdakı istifadəçilərin maksimal sayının təyin edilməsi ilə nəticələnir. Bəzən belə

sistemin buraxma qabiliyyətinin təyini məsələsi – bir tezlik qrupundan istifadə edildiyi hal üçün (erlanq/şanı/  $\Delta fMHS$ ), bir şanı ərazisində yol verilə bilən maksimal trafikin təyininə gətirilib çıxarılır [2].

Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıya xətt (uplink – siqnalın baza stansiyasından mobil stansiyaya ötürüldüyü xətt) və aşağıya xətt (downlink – siqnalın mobil stansiyasından baza stansiyaya ötürüldüyü xətt) üzrə informasiya mübadiləsi zamanı sistemin buraxma qabiliyyəti eyni olmur. Kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma sistemli mobil rabitə şəbəkələrində istifadəçilərin sayının məhdudluğu əsasən yuxarıya xətt üzrə olur. Aşağıya xətt üzrə buraxma qabiliyyəti – baza stansiyasının (B-qovşağı) şüalandırma gücünə qoyulan tələbatı müəyyənləşdirir.

Müasir texniki ədəbiyyatlarda kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma standartlaşdırılmış mobil rabitə şəbəkələrinin buraxma qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün müxtəlif yanaşmalar tətbiq edilir. Məsələn, buraxma qabiliyyətinin qiymətləndirilməsi üçün çox sadə, lakin dəqiqliyi aşağı olan analitik asılılıq təklif olunur [3]. Bu üsuldə əsas ilkin verilənlər kimi spektrin genişləndirilməsi əmsalı və siqnal/küy nisbətinin lazım olan qiyməti istifadə edilir.

Müəyyən qədər təkmilləşdirmələr aparılaraq iki parametrlə əlavə edilmiş, xidmətlərin aktivliyi amili də buraxma qabiliyyətinin təyində istifadə edilmişdir [4], yəni burada alınan analitik ifadənin dəqiqliyi [2]-dəkinə nisbətən yüksək hesab oluna bilər. Buraxma qabiliyyəti kanalların yüklənmələri baxımından dəyərləndirilir [5]. Bu halda alınan yekun analitik ifadənin əsas fərqi odur ki, qonşu şarılardan cari kanalın interferensiyası küylərinin təsiri də nəzərə alınır. Buraxma qabiliyyətinin qiymətinə qəbulədicinin girişindəki siqnal gücünün idarə olunması xətlərinin təsiri analiz edilmişdir [6].

Sistemin buraxma qabiliyyətinin qiymətinə, şəbəkənin işləməsindəki daha çox parametrlərin nəzərə alınması və alınan analitik ifadənin praktiki hesablamalar üçün yararlı olması variantını nəzərdən keçirək.

Kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma standartlaşdırılmış şəbəkənin yuxarı xətt üzrə buraxma qabiliyyətinin hesablanması bu növ şəbəkələrə xas olan xüsusiyyətlərin nəzərə alınmaması tələb edir. Məlum olduğu kimi, bu növ sistemlərdə ayrılmış tezlik diapazonundan bütün abunəçilər istifadə edə bilər. Burada hər bir abunəçi bir-birindən sistemdə ayrılmış olan genişləndirici kod (unikal kod) ilə fərqləndirilir. Bu hal bir sıra üstünlükləri təmin edir:

- sistem üçün ayrılmış radiospektrdən effektiv istifadə olunur;
- tezlik planlaşdırılmasına ehtiyac qalmır, çünki bütün istifadəçilər eyni tezlik zolağının istifadə edirlər;
- kanalların zamana görə ayrılması metodu (TDMA) ilə müqayisədə mobil stansiyanın vericisinin gücünə qoyulan tələbatların azalması;
- yuxarıya və aşağıya xətlər üzrə istifadə olunan tezliklərin bir-birindən asılı olmaması, bunun sayəsində informasiyanın asimmetrik ötürülməsinin realizəsi asanlaşır və tezlik ehtiyatlarının istifadəsi effektivliyi artır;
- bir tezlik zolağında həm nitq və faks məlumatlarını ötürmək üçün aşağısürətli, həm də videorabitə və İnternet üçün yüksək sürətli altkanalların yaradılmasının sadəliyi;
- statistiki multipleksləmə hesabına bir daşıyıcı tezlikdəki altkanalların sayının artırılması;
- sleep-mode effektiv rejimi hesabına mobil stansiyanın enerji tələbatının azaldılması, yəni akkumulyatorun istifadə müddətinin artırılması.

Yekun nəticəni almaq üçün, aşağıda göstərilən bəzi məhdudiyyətləri nəzərə alırıq: -baza stansiyasının təsir zonasında istifadəçilərin hamısı antenadan eyni məsafədədir; -bütün istifadəçilər şüalandırılan gücün eyni səviyyəsini istifadə edirlər; -onlar tərəfindən yaradılan maneələrin səviyyəsi eynidir; informasiya mübadiləsi prosesində simvolların ötürülməsində eyni sürətdən istifadə edilir.

Fərz edək ki, sektorda K-sayda aktiv istifadəçi var və ümumi tezlik zolağına eyni zamanda daxil ola bilərlər. Hər bir istifadəçinin özünün PN- ardıcılığı var.

Bir informasiya bitinə düşən enerjini aşağıdakı ifadə ilə təyin etmək olar:

$$E_b = P/f_{inf} \quad (1)$$

Burada P- siqnalın ümumi gücü;  $f_{inf}$  – isə informasiyanın ötürülmə sürətidir.

Küty gücünün sıxlığı, interferensiya küyləri səviyyəsinin, onun müşahidə olunduğu tezlik zolağına nisbəti kimi təyin edilə bilər:

$$N_0 = I/B_s \quad (2)$$

Burada I – interferensiya küylərinin gücü;  $B_s$  – genişləndirilmiş ardıcılıq zolağının enidir.

(1) və (2) ifadələrinin nisbəti kimi siqnal/küty nisbətinin qiyməti təyin edilir:

$$E_b/N_0 = P B_s / I f_{inf} \quad (3)$$

Bu ifadədəki  $B_s / f_{inf} = PG$  olduğundan (3)-ü aşağıdakı kimi yazmaq olur:

$$E_b/N_0 = (P/I) \cdot PG \quad (4)$$

Burada PG – hasili siqnalın emalı sayəsində əldə edilən uduşdur.

Əgər bütün aktiv istifadəçilərin baza stansiyalarının girişində siqnalın gücü eynidirsə, onda interferensiya küylərinin yekun gücünü aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$I = (K - 1)P \quad (5)$$

İnterferensiya küylərinin yekun gücünün faydalı gücə olan nisbətini təyin edək. Bunun üçün (5) ifadəsini P-yə bölmək:

$$I/P = (K - 1)P/P = K - 1 \quad (6)$$

(4) ifadəsindən I/P nisbətini təyin edərək (6) – da nəzərə alaq:

$$K = 1 + PG/(E_b/N_0) \quad (7)$$

(7) ifadəsində nəzərə alınmışdır ki, bütün istifadəçilər eyni tərtibli PN ardıcılığını istifadə edirlər. Bu sonuncu ifadə eyni vaxtda aktiv olan istifadəçilərin yol verilən sayını təyin edir.

(4)-dən alınır ki, PG-nin, yəni siqnalın emalı hesabına əldə edilən uduşun səviyyəsinin artması,  $E_b/N_0$  – nisbətinin dəyişməz olduğu halda sistemin buraxma qabiliyyətinin artmasına gətirib çıxarır. Əgər PG-nin qiyməti sabitdirsə və  $Q_{oS}$ , yəni keyfiyyətə qoyulan tələblərə uyğun gələrsə, onda  $E_b/N_0$  –nisbətini azaltmaqla sistemin buraxma qabiliyyətini artırmağa nail olmaq mümkündür.

Hərəkətli rabitə sistemlərində buraxma qabiliyyəti və müxtəlif xidmətlərdən istifadə edilməsinin davam etmə müddəti arasındakı qarşılıqlı əlaqə  $\vartheta$  – ilə işarə olunur və xidmətlərin aktivlik amili adlandırılan kəmiyyətlə əlaqəlidir. Bu halın fiziki mənası informasiya mübadiləsi prosesində, məsələn, danışıq siqnalının ötürülməsi zamanı danışıq məlumatları arasında fasilələr yaranır. Bu fasilələr iki növ ola bilər – susma sayəsində yaranan fasilə və fasiləsiz danışıqdakı fasilələr. Bu fasilələr, ayrı-ayrı elementlərin ötürülməsi prosesində ləngimələrə ciddi tələblər qoyulmadığı halda, belə verilənlər selini ötürmək üçün istifadə edilə bilər.

Beləliklə, xidmətlərin aktivlik amili termini buraxma qabiliyyətinə əks mütənəsbilik təsiri göstərəcəkdir, yəni xidmətlərin aktivlik amili nə qədər yüksək olarsa, yəni susma fasilələrinin davam etmə müddəti nə qədər az olarsa, onda sistemin buraxma qabiliyyəti bir o qədər az olur. Bu əks mütənəsbilik asılılığını aşağıdakı kimi təsvir etmək mümkündür:

$$K = 1 + \frac{PG}{E_b/N_0} \cdot \frac{1}{\vartheta} \quad (8)$$

Şüalanmaya nəzarət və mobil stansiyaların vericilərinin gücünün avtomatik tənzimi, adətən ideal nəticə almağa imkan vermir. Uzaqlaşdırılmamanın qiymətinə siqnalın yayılması prosesində yaranan çoxşüalı yayılma effekti də təsir göstərir. Bu xətaları nəzərə almaq üçün 1,5 – 2,5 dB addımı ilə loqarifmik sürüşmədən istifadə edilir. Burada  $\alpha_p$  - kimi işarə edilən və korrekləmə əmsalı adlandırılan kəmiyyət daxil edilir. Bu kəmiyyət baza stansiyasına gələn siqnal gücünə nəzarət edilməsinin kifayət qədər dəqiq olmadığını nəzərə alır. Onda (8) ifadəsini və (5)-i də nəzərə almaqla aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$K = 1 + \frac{PG}{E_b/N_0} \cdot \frac{\alpha_p}{(1 + \beta)\vartheta} \quad (9)$$

Burada  $\beta$  – digər sektorlardan olan interferensiyanın təsirini nəzərə alan əmsaldır.

Kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma standartlaşdırılmış şəbəkələr üçün bu parametrlərin nümunəvi qiymətləri verilmişdir [6].

Təcrübədə çoxsektorlu sistemlər üçün  $\beta$  – digər sektorlardan yaranan interferensiyanın təsirini nəzərə alan əmsalın qiymətini standart istismar şəraitlərinə əsasən -  $\beta = 0,85$  – üçsektorlu saytlar və  $\beta = 0,6$  – dairəvi istiqamət diaqramlı antenalar üçün qəbul edilir.

Kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma standartlaşdırılmış şəbəkələrin buraxma qabiliyyətinin qiymətinə, operatorların xidmət növləri də əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.

Kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma parametrlərin nümunəvi qiymətləri standartlaşdırılmış şəbəkələr üçün verilir. Buna görə də aşağıdakı ifadənin vasitəsilə həmin amillərin təsirini nəzərə almaq mümkündür:

$$K^* = \sum_{g=1}^G K_g = 1 + \alpha_p \sum_{g=1}^G \frac{\varepsilon_g S_{fg}}{(E_b/N_0)_g} \cdot \frac{1}{(1 + \beta_g)\vartheta_g} \quad (10)$$

Burada  $\varepsilon_g$  - operatorun təqdim etdiyi  $g = \overline{1, G}$  xidmətlərdən istifadə edən istifadəçilər hissəsidir;  $g = \overline{1, G}$  - operatorun təqdim etdiyi xidmətlərdir;  $S_{fg} = PG$  - spektrin genişləndirilməsi əmsalıdır;  $(E_b/N_0)_g$  - qəbul edicinin girişindəki siqnal/küty nisbətidir.

[6]-da alınmış ifadə ilə müqayisədə, (10) ifadəsində əmsallar nəzərə alınmışdır və son nəticədə hesablamaların dəqiqliyinə müsbət təsir edir.

Real zamandakı informasiya mübadiləsi prosesi ilə müqayisədə, verilənlərin ötürülməsi zamanı  $Q_{oS}$ , yəni keyfiyyətə qoyulan tələbatlar az olur ki, bunun sayəsində  $E_b/N_0$  – nisbətində qoyulan tələbatı da azaltmaq imkanı yaranır və son nəticədə sistemin buraxma qabiliyyətini artırmaq mümkündür.

Kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma standartlaşdırılmış şəbəkələr üçün qurulan sistemin buraxma qabiliyyətini, interferensiya ilə mübarizə üsullarını tətbiq etməklə artırmaq olar.

Təcrübələrlə müəyyən edilmişdir ki, 3-sektorlu antenalar sisteminin tətbiqi ilə sistemin buraxma qabiliyyətini təxminən 2–3 dəfə artırmaq mümkündür.

Ümumi halda, tətbiq edilən antena-fider sisteminin xarakteristikalarından asılı olaraq şanın buraxma qabiliyyətinin dəyişdirilməsini  $A_b$  - parametrinin dəyişdirilməsilə əldə etmək mümkündür. Bu kəmiyyət, istifadəçinin antenasının gücləndirmə əmsalı ilə, maneə mənbəyi antenasının gücləndirmə əmsalı arasındakı funksional asılılığı əks etdirir. Bu kəmiyyəti (9) ifadəsinə daxil etmək olar. Bu halda sistemin buraxma qabiliyyətinin şanın parametrlərindən analitik asılılığını, istifadəçilərə yalnız bir xidmət növünün təqdim edildiyi hal üçün aşağıdakı kimi olar:

$$K = 1 + \frac{S_f A_b}{E_b/N_0} \cdot \frac{\alpha_p}{(1 + \beta)\vartheta} \quad (11)$$

Bu ifadə, seçilmiş antena sisteminin kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma standartlaşdırılmış şəbəkənin buraxma qabiliyyətinin artırılmasındakı rolunu nəzərə almağa imkan verir. Buradakı  $A_b$  – düzəliş əmsalının, antena-fider sisteminin parametrlərindən asılılığı kifayət qədər mürəkkəbdir:

$$A_b = N_s \int_{-\varphi/2}^{\varphi/2} p(\theta)G(\theta) d\theta / \int_{-\pi}^{\pi} p(\theta)G(\theta) d\theta \quad (12)$$

Burada  $p(\theta)$ -antena tərəfindən  $\theta$  – bucağı istiqamətində qəbul olunan siqnalın gücüdür;  $G(\theta)$   $\theta$  – bucağı istiqamətində antenanın gücləndirmə əmsalıdır; antenanın gücləndirmə əmsalıdır;  $N_s$  – saytdakı sektorların sayıdır;  $\varphi = 2\pi/N_s$  – bir sektora düşən bucağın qiymətidir.

Antenanın istiqamətlənmə diaqramından və qəbul istiqamətindən asılı olmayaraq, siqnalın gücü sabit kəmiyyət olduqda, (12) ifadəsini aşağıdakı şəkildə yazmaq mümkündür:

$$A_b = N_s \int_{-\varphi/2}^{\varphi/2} p(\theta)G(\theta)d\theta / \int_{-\pi}^{\pi} p(\theta)G(\theta)d\theta = N_s(2p \int_0^{\varphi/2} G(\theta)d\theta / 2p \int_0^{\pi} G(\theta)d\theta) = N_s \int_0^{\varphi/2} G(\theta)d\theta / \int_0^{\pi} G(\theta)d\theta \quad (13)$$

Daha çox istifadə edilən standart antenalar üçün (13)-ə əsasən  $A_b$  - əmsali analitik hesablanır.

Xüsusi qeyri-standart antenaların tətbiqi zamanı (13) ifadəsi ilə təyin olunan kəmiyyətləri nəzərə almaq lazım gəlir.  $G$  xidmətlərinin təqdim edildiyi bu hala uyğun olaraq sistemin buraxma qabiliyyətinin təyin edilməsi üçün aşağıdakı ifadə istifadə edilə bilər:

$$K^* = \sum_{g=1}^G K_g = 1 + \alpha_p N_s \left( \int_0^{\varphi/2} G(\theta)d\theta \right) \sum_{g=1}^G \frac{\varepsilon_g S_{fg}}{(E_b/N_0)_g} \cdot \frac{1}{(1 + \beta_g)^{\theta_g}} \quad (14)$$

(14)-də birsektorlu saytlar üçün münaşib hesab olunur. Çoxsektorlu antenalardan istifadə edildikdə sistemin buraxma qabiliyyətinin analitik ifadəsi aşağıdakı kimi olar:

$$K_s = \zeta_p \cdot N_s \cdot K^* = \zeta_p \cdot N_s \cdot \sum_{g=1}^G K_g = \zeta_p \cdot N_s \cdot \left[ 1 + N_s \frac{\int_0^{\varphi/2} G(\theta)d\theta}{\int_0^{\pi} G(\theta)d\theta} \sum_{g=1}^G \frac{\varepsilon_g S_{fg}}{(E_b/N_0)_g} \cdot \frac{1}{(1 + \beta_g)^{\theta_g}} \right] \quad (15)$$

Burada  $\zeta_p$  iki sektorun ərazisində yerləşən, yəni ikiqat resurs tələb edən abunəçiləri nəzərə alan əmsəldir. Onun qiymətini aşağıdakı ifadədən tapmaq olar:

$$\zeta_p = 1 - \frac{\theta_{0,5} - 2\pi/N_s}{\theta_{0,5}} = 1 - \left( 1 - \frac{2\pi}{N_s \theta_{0,5}} \right) = \frac{2\pi}{N_s \theta_{0,5}} \quad (16)$$

burada  $\theta_{0,5}$  - baza stansiyası antenasının horizontal müstəvidə istiqamətlənmə diaqramının enidir. (16) ifadəsini (15) - də nəzərə alsaq, şanın buraxma qabiliyyətinin qiymətləndirilməsinin yekun ifadəsi alınar:

$$K_s = \frac{2\pi}{\theta_{0,5}} \left[ 1 + \alpha_p N_s \frac{\int_0^{\varphi/2} G(\theta)d\theta}{\int_0^{\pi} G(\theta)d\theta} \sum_{g=1}^G \frac{\varepsilon_g S_{fg}}{(E_b/N_0)_g} \cdot \frac{1}{(1 + \beta_g)^{\theta_g}} \right] \quad (17)$$

(17) analitik ifadəsi saytın buraxma qabiliyyətinin hesablanması prosesində eyni vaxtda həm parametrləri, həm də şəbəkənin qurulması üsulunu və tətbiq olunan texnologiyanın xüsusiyyətlərini nəzərə almağa imkan verir.

## NƏTİCƏLƏR

1. Kanalların koda görə ayrılması ilə genişzolaqlı çoxsaylı daxilolma standartlaşdırılmış şəbəkələr üçün buraxma qabiliyyətinin hesablanması məqsədilə daha çox parametrlər daxil olduğu analitik ifadə alınmışdır.

2. Sadələşdirilmiş analitik ifadə ilə bir sıra əsas təsiredici parametrlərin də daxil olduğu yeni ifadə ilə aparılmış hesablamalara əsasən müəyyən edilmişdir ki, burada dəqiqlik daha yüksəkdir, yəni real xidmət olunacaq istifadəçilərin sayını dəqiq təyin etmək mümkündür.

## ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov, İ.Ə. Naqilsiz rabitə texnologiyaları. Dərslük / İ.Ə.Məmmədov, E.B.Gözəlov, Ə.A.Məmmədov - Bakı: Təhsil NPM, - 2012. - 624 s.
2. Holma, H. WCDMA for UMTS - Third Edition / H. Holma, A. Toskala. - John Wiley & Sons, Sussex, England. - 2004. - 450 p.
3. Kaaranen, X. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы / X. Kaaranen, A. Axтиайнен [и др.]. - Москва: Техносфера, - 2007. - 464 с.
4. Griparis, T. The Capacity of a WCDMA Network - A Case Study / T. Griparis, T. Lee. // Bechtel Telecommunication Technical Journal, - 2005. Vol.3. No.1. p. 73-76.
5. Тихвинский, В.О. Управление и качество услуг в сетях GPRS/UMTS / В.О. Тихвинский, С.В. Тереньтев. - Москва: Эко-Трендс, - 2007. - 400 с.
6. Ramovic, A. S. The Modification of WCDMA // Capacity Equation, - Belgrad: November 25-27, - 2008. - p. 119-123.

## SUMMARY

- <sup>1</sup>A. A. MAMMADOV, candidate of technical sciences ;  
<sup>2</sup>A. R. RUSTAMOV, doctor of philosophy in technique sciences  
<sup>1</sup>Azerbaijan Technical University,  
<sup>2</sup>Azerbaijan Higher Military School named after Heydar Aliyev  
 E-mail: [ahmed.rt@list.ru](mailto:ahmed.rt@list.ru)

## SOME PROBLEMS IN EVALUATION OF RELEASE ABILITY IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS

In this article the method of estimating the bandwidth of the new generation of mobile communication systems, which is one of the main indicators of the broadband access system with the separation of channels by code, considers.

**Key-words:** bandwidth, broadband access system, the separation of channels by code

## РЕЗЮМЕ

- <sup>1</sup>A. A. МАММАДОВ, кандидат технических наук;  
<sup>2</sup>A. P. РУСТАМОВ, кандидат технических наук;  
<sup>1</sup>Азербайджанский технический университет,  
<sup>2</sup>Азербайджанское высшее военное училище имени Гейдара Алиева  
 Электронная почта: [ahmed.rt@list.ru](mailto:ahmed.rt@list.ru)

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ВЫПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

В статье анализируется новый подход оценивания пропускной способности систем подвижной связи широкополосного множественного доступа с кодовым разделением каналов.

**Ключевые слова:** пропускная способность, технология с расширением спектра, кодовое разделение каналов, потери распространения.

Məqalə redaksiyaya daxil olmuşdur: 05.01.21