

UOT 621.396

**REGIONAL YERÜSTÜ MOBİL RABİTƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN QURULMASININ
PRAKTİKİ MƏSƏLƏLƏRİ**

Məmmədov İ.R., Hüseynov E.M.

*Azərbaycan Texniki Universiteti
AZ 1073, Bakı şəh., H.Cavid pr., 25*

E-mail: isamamedov@bk.ru, eldaniz.huseyn@huawei.com

Xülasə. *Məqalədə regional yerüstü mobil rabitə şəbəkələrində xidmət zonasının və radiovericilərdən tələb olunan tam gücün hesablanması məsələlərinə baxılmışdır. Trank tipli və şanvari yerüstü mobil rabitə şəbəkələrinin hesablanması xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Hesabat zamanı regional yerüstü mobil rabitə şəbəkələrinin xüsusiyyətləri nəzərə alınmışdır.*

Müxtəlif faktorlar və keçid maneələri nəzərə alınmaqla radiovericinin gücünün dəqiqləşdirilmiş qiymətinin hesablanması üçün riyazi ifadə çıxarılmışdır. Trank rabitəsində dinamik rejimdə radioqəbuledicinin xidmət zonasının radiusu qrafiki olaraq tapılmışdır. CDMA

sistemində qəbul məntəqəsində tələb olunan signal/manea nisbətini təmin edən güc ilə xidmət zonasının radiusu arasında qarşılıqlı əlaqəni əks etdirən riyazi ifadə çıxarılmışdır.

Abstract. *In this paper questions of calculation of service area and required power of transmitters in the network of regional terrestrial mobile communication are considered. Features of calculation of network of trunking and cellular mobile communication are studied. At the calculation the peculiarities of the types of regional terrestrial mobile communication systems are taken into account.*

Mathematical expression for more accurate calculation of the transmitter power, taking into account the cross distortions and other influencing factors is obtained. The radius of the service area in the trunked communication system is graphically determined taking into account the sensitivity of the receiver and the signal attenuation during propagation. An expression for the interconnection between the power providing the required signal-to-interference ratio at the receiving end and the radius of the service area in the CDMA system is found.

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы расчета зоны обслуживания и требуемой мощности передатчиков в сети региональной наземной мобильной связи. Изучены особенности расчета сети транкинговой и сотовой мобильной связи. При расчете учтены особенности видов региональной наземной мобильной связи.*

Получено математическое выражение для уточненного расчета мощности передатчика с учетом переходных помех и других влияющих факторов. Графически определен радиус зоны обслуживания в системе транкинговой связи с учетом чувствительности приемника и затухания сигнала при распространении. Найдено выражение для взаимной связи между мощностью, обеспечивающей требуемое отношение сигнал/помеха в точке приема и радиусом зоны обслуживания в системе CDMA.

Açar sözlər: *regional yerüstü mobil rabitə, xidmət zonası, radiovericinin şüalanma gücü, düz radiogörmə məsafəsi, şəbəkənin tezlik-ərazi planlaşdırılması, Fraunqofer zonası.*

Keywords: *regional terrestrial mobile communication, service area, radiated power of transmitter, distance of direct visibility, frequency-territorial planning of network, Fraunqofer zone.*

Ключевые слова: *региональная наземная мобильная связь, зона обслуживания, излучаемая мощность передатчика, расстояние прямой видимости, частотно-территориальное планирование сети, зона Фраунгофера*

Giriş. Mobil rabitə sistemləri yüksək tələblərə cavab verən, dünyada öz geniş tətbiqini tapmış, sürətlə inkişaf edən ikisəviyyəli rabitə sistemləridir. Radiosəviyyə və ümumi istifadəli telefon şəbəkəsi (ÜİTŞ) kimi uyğun olaraq birinci və ikinci səviyyədən təşkil olunmuş bu rabitə sistemlərində abonent eyni zamanda bir və ya bir neçə abonent ilə rabitə yaradaraq, verilənlər, səs və (və ya) təsvir signallarını mübadilə edə bilir [1, səh. 4, 2, səh. 13-18]. Mobil və baza stansiyalarının hər ikisi həm radioqəbuledicidən, həm də radiovericidən ibarət olur. Çox zaman onlar oxşar sxem üzrə qurulurlar [3, səh. 155-156]. Mobil rabitə sistemləri müxtəlif göstəricilərinə görə sinifləşdirilir və həm də nəsilərə bölünürlər. Şəbəkənin strukturuna görə regional yerüstü, qlobal peyk, fərdi radioçağırış tipli mobil rabitə sistemlərini fərqləndirirlər [1, səh. 6-12]. Regional yerüstü mobil rabitə sistemləri trank, şanvari və xətti mobil rabitə sistemlərinə bölünürlər. Burada regional yerüstü mobil rabitənin trank və şanvari növlərinə baxılacaqdır.

Baza stansiyasının (BS-in) xidmət zonası dedikdə, elə ərazi nəzərdə tutulur ki, burada faydalı signalın yaratdığı sahə gərginliyi zamanın və ərazinin verilmiş faizi müddətində radioqəbuledicinin məxsusi küylərindən və təsir edən maneələrin səviyyəsindən müəyyən dərəcədə artıq olsun [4, səh. 6-8]. Mobil rabitə şəbəkələri planlaşdırılan zaman müxtəlif faktorlar, o cümlədən mobil rabitənin tipi, radiodalğaların yayılma şəraiti və s. nəzərə alınır. Tezlik-ərazi planlaşdırılması radioqəbuledicinin həssaslığı, düz radiogörmə məsafəsi, signalın yayılma zamanı sönməsi və s. kimi faktorların hesablanmasına əsaslanır [2, səh. 267-271, 5, səh.145-147]. Həm də sistemdə təmin olunacaq maneədayanıqlığı digər prаметrlərin də tələb olunan qiymətlərinə ciddi təsir edir. Ona

görə də hər hansı tip mobil rabitə şəbəkəsinin tezlik-ərazi planlaşdırılmasının əsas prinsiplərinin araşdırılması və müqayisəsi elmi-texniki maraq doğurur.

Məqalənin məqsədi trunk və CDMA (Code Division Multiple Access – Koda görə bölünmüş çoxstansiyalı giriş) tipli şanvari mobil rabitə şəbəkələrinin tezlik-ərazi planlaşdırılmasının əsas prinsiplərinin təhlili və müqayisəli analizidir.

Şəbəkənin planlaşdırılması zamanı nəzərə alınan əsas faktorlar. Yerüstü mobil rabitə sistemlərinin işlədiyi tezlik diapazonunda etibarlı qəbul zonası olaraq səthi dalğaların düz radiogörmə məsafəsində yaratdığı sahə gərginliyinin minimal tələb olunan qiymətinin təmin olunduğu zona nəzərdə tutulur. Düz radiogörmə məsafəsindən daha uzaqda səthi dalğaların yayılması kəskin pisləşir. Düz radiogörmənin hesablanması zamanı Yerin sivriliyi, atmosferin refraksiyası, verici və qəbuledici antenaların ekvivalent hündürlükləri nəzərə alınmalıdır. Həmin məsafəni aşağıdakı ifadə ilə hesablamaq olar [4, səh. 14]:

$$R_d = 4,1(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}), \text{ km}, \quad (1)$$

burada h_1 və h_2 – uyğun olaraq verici və qəbuledici antenaların m-lə olan hündürlükləridir.

Yerüstü şanvari mobil rabitə şəbəkələrində qonşu klasterlər arasında məsafə klasterdəki kanalların sayından asılı olur. Klasterlər arasında minimal məsafə aşağıdakı məlum ifadə ilə tapılır [6, səh.16]:

$$R_{min} = R_s \sqrt{3N}, \quad (2)$$

burada N – klasterdəki kanalların sayı, R_s – sətun radiusudur.

Sahə gərginliyinin minimal tələb olunan qiyməti müxtəlif sistemlər üçün ədəbiyyatlarda verilmişdir. Məs., TETRA (Terrestrial Trunked Radio – Yerüstü trunk radiosu) sistemi üçün olan standartda statik və dinamik rejimdə BS və abonent stansiyalarının (AS-in) radioqəbuledicilərinin həssaslıqları ayrı-ayrılıqda dBm-lə verilmişdir [7, səh.2]. Bu parametrlərin qiymətlərindən şəbəkənin qurulması zamanı istifadə edirlər.

Sistem ilkin olaraq seçildikdən sonra onun parametrləri, yəni bu sistemi əks etdirən hər hansı variant qiymətləndirilə bilər. Əgər əvvəlki verilənlər çoxluğu analiz olunduqdan sonra sonrakı parametrlər həmişə dəqiqləşdirilir və düzəldilsə, onda planlaşdırma prosesi iterativ adlanır [8, səh. 579]. Trunk mobil rabitə şəbəkəsinin planlaşdırılması iterativ xarakter daşıyır və aşağıdakı üç faza üzrə yerinə yetirilə bilər: 1. İlkin qiymətləndirmə. 2. Daha dəqiq qiymətləndirmə. 3. Kommersiya və istismar faktorlarının qiymətləndirilməsi.

Bu şəbəkənin tezlik-ərazi planlaşdırılması mərhələlər üzrə aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilə bilər. Əvvəlcə xidmət zonası üzrə tələb olunan güc seli sıxlığının (və ya gücə görə signal/küy nisbətinin $w_{s/k}$) buraxıla bilən qiyməti hesablanır [2, səh. 245]:

$$w_{s/k} = P_s(R) - P_k, \quad \text{dB}, \quad (3)$$

burada $P_s(R)$ – R məsafəsində signalın faydalı gücü, dB; P_k – küylərin gücüdür, dB.

Bundan sonra maneələrin gücü, yəni interferensiya məsələləri öz həllini tapmalıdır. Yürüstü mobil rabitə sistemlərində sistem daxili maneələrin təsiri böyük olur. Qonşu klasterlərin BS-lərinin bu klasterdə yaratdığı maneələr sistem daxili interferensiyalara yol açır. CDMA sistemində bütün abonentlər eyni tezlik zolağında işlədiyindən, bir abonentin faydalı signalı digər abonent üçün maneə sayılır [3, səh. 147, 9, səh. 1788, 10, səh. 550-556]. Ona görə də signal/sistem daxili maneələr nisbəti tapılır [2, səh. 266]:

$$w_{S/I} = P_{s0} - P_{m0}, \quad \text{dB}, \quad (4)$$

burada P_{s0} və P_{m0} – uyğun olaraq siqnalın və maneənin güclərinin median (və ya orta) qiymətləridir.

Daha sonra trafik problemi, yəni tələb olunan telefon yükünün təmin olunması imkanı həll olunmalıdır.

BS-in xidmət zonasında etibarlı qəbul. Qəbul məntəqəsində yaradılan faydalı sahə gərginliyi BS-in radiovericisinin gücü və radiodalğaların yayılması zamanı baş verən sönmələrin səviyyəsi ilə müəyyən olunur. Sahə gərginliyinin qiymətini hesablamaq üçün radiovericisinin effektiv şüalanma gücünü təyin edirlər. BS-in i -ci kanalının radiovericisinin 1 Vt-a nəzərən dB ilə ifadə olunan effektiv şüalanma gücü belə tapıla bilər [4, səh. 10, 11, səh.40]:

$$P_{i0} = P_i + G_A + \eta_k, \quad \text{dBVt}, \quad (5)$$

burada P_i – i -ci kanalının radiovericisinin 1 Vt-a nəzərən dB ilə gücü, G_A – verici anteninin yarım dalğa vibratoruna nəzərən dB ilə ifadə olunmuş gücə görə gücləndirmə əmsalı, η_k – fiderin dB ilə gücü ötürmə əmsalıdır.

Lakin qeyd olunmalıdır ki, radiovericinin gücünün bir hissəsi faydalı olmayan məhsullara sərf olunur. Məs., genişzolaqlı siqnalların gücləndirilməsi zamanı AM-AM (amplitud-amplitud) və AM-FM (amplitud-faz) keçidləri kimi qeyri-xətti təhriflər yaranır [12, səh. 330, 13, səh. 214]. Ona görə də radiovericinin gücünün hesablanması zamanı bu itkilər nəzərə alınmalıdır.

Radiodalğaların yayılması zamanı baş verən sönmələrin səviyyəsinin təyin olunması üçün müxtəlif modellərdən istifadə edirlər. Mobil rabitənin işlədiyi tezlik diapazonu üçün EURO COST (Avropa Elmi və Texniki Tədqiqatlar Birliyi) modeli Okamura modeli, Okamura-Xata modeli, Li modeli və ya faydalı siqnalın gücünün məsafənin n -ci dərəcəsiindən (burada n – sönmə parametridir) asılı olaraq tərs mütənəsb qanunla azaldığı model xarakterik hesab olunur [6, səh.15]. Bu modellərdən hər hansı birini tətbiq etsək, onda qəbul məntəqəsində gücün qiymətini belə ifadə edə bilərik [2, səh. 207]:

$$P_q = P_{i0} - L_{s0}, \quad \text{dB}, \quad (6)$$

burada L_{s0} – siqnalın gücünün yayılma trassında dB ilə ifadə olunan sönməsidir.

Radioqəbuledicinin girişində lazımi güc təmin olunmalıdır. Qəbuledicinin girişində tələb olunan güc müxtəlif amillərdən asılı olur. Həmin güc rəqəmli sistemlər üçün, məs., aşağıdakı məlum ifadə ilə təyin oluna bilər [14, səh.55]:

$$P_t = h_b^2 T_k k / \tau_s, \quad (7)$$

burada $h_b^2 = E_b / N_0$ – energetiki parametr, E_b – bitin enerjisi, N_0 – küyün intensivliyi, T_k – küy temperaturu, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ C} / \text{K}$ – Bolsman sabiti, τ_s – kanal siqnalının davam etmə müddətidir.

Trank tipli yerüstü mobil rabitə sistemində şəbəkənin tezlik-ərazi planlaşdırılması zamanı həm AS-in, həm də BS-in radioqəbuledicilərinin həssaslığının müxtəlif qəbul şərtləri üçün standartlarda göstərilmiş qiymətlərindən istifadə etmək məqsədəuyğundur. Radiosiqnalların yayılma şərtlərindən asılı olaraq statik və dinamik qəbul şəraitində nitq siqnallarının qəbulu üçün bu həssaslıq -103...-115 dBm arasında olur, həm də statik rejim öz yüksək həssaslığı ilə fərqlənir (BS-in qəbuledicisi üçün bu həssaslıq -115 dBm-dir) [7, səh.2]. Şəbəkənin qurulması zamanı relyef də nəzərə alınmalıdır. Məs., Azərbaycan İnşaat Mühəndisləri Universitetinin binası üzərində olan trank rabitəsi BS-inin xidmət zonasının radiusu hesablandıqda ərazinin “kvazihamar” olması, sıx şəhər tikintilərindən ibarət olması nəzərə alınmalıdır. Bu halda TETRA standartında Bux modelindən istifadə olunur.

Dinamik rejimdə AS-in radioqəbuledicisinin həssaslığını -103dBm qəbul edək. Verici anteninin ekvivalent hündürlüyünün 94 m olduğunu hesablayırıq (bu zaman anteninin yerləşdiyi

yerin elektron xəritədən tapılmış dəniz səviyyəsindən hündürlüyünü, ətraf ərazinin qeyri-hamar olmasını və antenanın öz hündürlüyünü nəzərə alaraq, məlum üsulla ekvivalent hündürlüyü hesablayırıq).

BS-in radiovericisinin gücünün $P_i = 20$ Vt = 13 dBVt, $\eta_k = -0,15$ dB, $G_A = 3$ dB olduğunu bilərək, şüalanma gücünü hesablayırıq: $P_{i0} = 15,85$ dBVt. Xidmət zonasında ən azı radioqəbuledicinin həssaslığına P_{0A} bərabər güc təmin olunmalıdır: $P_q = P_{0A}$. Onda (6) ifadəsindən itkiləri hesablayırıq: $L_{s0} = P_{i0} - P_{0A} = 15,85 + 103 = 118,85$ dB.

Ədəbiyyatlarda siqnalın fəzada yayılması zamanı baş verən sönmələrin məsafədən asılılıq qarfikləri verilmişdir. Baxılan şərtlər üçün verilmiş asılılıqdan istifadə edək [7, səh. 2].

Şəkildən aydın olur ki, verilmiş şərtlər daxilində xidmət zonasının radiusu: $R_x \approx 3,5$ km. Aydındır ki, bu məsafə düz radiogörmə məsafəsindən kiçikdir.

Lakin daha böyük radiusa malik xidmət zonasının hesablanması zamanı digər modeldən istifadə olunması daha dəqiq nəticələr almağa imkan verir. Belə ki, uzaq zonanın “başlanğıcı” sayılan R_0 məsafəsində L_0 güc itkisi nəzərə alınmaqla R məsafəsində siqnalın gücü belə hesablanı bilər [6, səh.15]:

$$P_q(R) = P_{i0} - L_0 - 10n_1 \lg(R / R_0). \quad (7a)$$

Burada $n = 2...5$ – şəhər şəraitində elektromaqnit dalğalarının yayılması zamanı orta sönmə əmsəlidir. R_0 məsafəsi (Fraunqofer zonasının sərhəddi) aşağıdakı şərtlərdən tapılır: $\lambda < R_0$ və $2D^2 / \lambda < R_0$. Burada D – verici antenanın maksimal xətti ölçüsüdür.

Lakin müxtəlif maneələrin və əksölünmələrin təsiri, radiodalğaların yayılma şəraitinin dəyişməsi nəticəsində $P_q(R)$ gücü təsadüfi xarakter daşıyır və bunu nəzərə alaraq (7a) ifadəsini belə yazırıq:

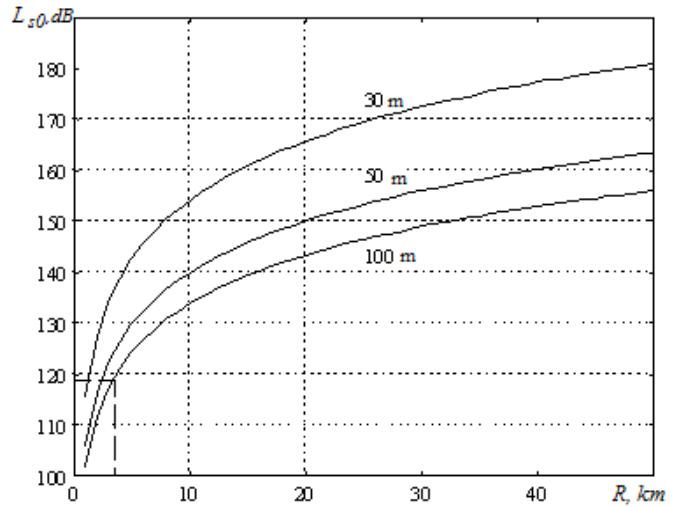
$$P_q(R) = P_{i0} - L_0 - 10n_1 \lg(R / R_0) + P(\sigma). \quad (7b)$$

Burada $P(\sigma)$ – gücün təsadüfi dəyişən hissəsidir.

Regional yerüstü şənvari mobil rabitədə CDMA tətbiq olunduqda qəbul məntəqəsində tələb olunan gücün qiyməti aşağıdakı ifadə ilə hesablanır [15, səh. 9, 16, səh.18]:

$$P_t = P_{OA} + \frac{1}{2} [10 \lg(\mathcal{V}_{fs} / r) - w_t + 1], \quad \text{dBVt}, \quad (8)$$

burada w_t – qəbuledicinin girişində gücə görə tələb olunan siqnal/küy nisbəti, dB; P_{OA} – radioqəbuleicinin həssaslığı, dBVt; r – simvolların veriliş sürəti, f_{ks} – küyəoxşar siqnalın



Şəkil. Şəhər yerlərində sıx tikinti olan ərazilərdə “kvazihamar” relyef üçün radiodalğaların yayılma zamanı məsafədən asılı olaraq sönməsi qrafiki

spektrinin enidir. γ – sabit əmsal olub, siqnalın radioqəbuledicidə işlənmə xüsusiyyətini xarakterizə edir. Bu ifadədəki 1 rəqəmi siqnal/küy nisbətinin buraxıla bilən qiymətinin 1 dB azaltmaq imkanını göstərir.

Tutaq ki, CDMA-nın tətbiq olunduğu yerüstü mobil rabitədə qəbul məntəqəsində tələb olunan güc təmin olunmuşdur $P_q = P_t$. Şüalanan gücün məsafənin n -ci dərəcəsiindən asılı olaraq tərs mütənasib qanunla azaldığı modeli tətbiq edərək, qəbul məntəqəsindəki gücü hesablaya bilərik [6, səh.15]:

$$P_q = P_{i0} A R_i^{-n}, \quad (9)$$

burada R_i – i -ci qəbuledicidən BS-ə qədər olan məsafə, A – sabit əmsaldır.

(9) ifadəsini dB ilə ifadə etmək üçün hər iki tərəfi 10-a vurub loqarifmləsək və nəticəni (8)-də nəzərə alsaq tapırıq:

$$P_{i0} = P_{OA} + \frac{1}{2} [10 \lg(\mathcal{V}_{ks} / r) - w_t + 1] - 10 \lg A + 10n \lg R_i, \quad \text{dBVt}, \quad (10)$$

(5) ifadəsini (10)-da nəzərə alaraq radiovericidən tələb olunan faydalı gücü hesablaya bilərik

$$P_i = P_{OA} + \frac{1}{2} [10 \lg(\mathcal{V}_{ks} / r) - w_t + 1] - G_A - \eta_k - 10 \lg A + 10n \lg R_i, \quad \text{dBVt} \quad (11)$$

Lakin CDMA sistemində küyəoxşar siqnallardan istifadə olunur ki, onların spektrinin eni geniş olur. Belə siqnalların gücləndirilməsi həmişə AM-AM və AM-FM tipli keçid maneələri ilə müşayiət olunur, yəni hasil olunan gücün bir hissəsi keçid maneələrinə sərf olunur [13, səh. 361-364]. Ona görə də radiovericinin hasil etdiyi güc $P_{\Sigma i}$ tələb olunan P_i gücündən artıq olmalıdır. Ədəbiyyatlarda AM-AM və AM-FM keçid maneələrinin gücü təyin olunmuşdur. Bu zaman radiovericinin hasil etdiyi cəm güc [11, səh.41]:

$$P_{\Sigma i} = P_i \left(1 + \frac{1}{4} b^2 P_i^2 + \frac{9}{64} b_3^2 P_i^2 \right). \quad (12)$$

Burada

$$P_{AM-AM} = \frac{9}{64} b_3^2 P_i^3 \quad (13)$$

AM-AM maneələrinin gücü,

$$P_{AM-FM} = \frac{1}{4} b^2 P_i^3 \quad (14)$$

AM-FM maneələrinin gücü, b_3 – polinomun kub həddinin əmsalı, b – AM-FM keçid maneələrinin səviyyəsini göstərən əmsaldır.

Güçü dBVt-la ifadə etmək üçün (12) ifadəsinin hər iki tərəfini loqarifmləyərək 10-a vururuq:

$$P_{\Sigma i} = P_i + 10 \lg \left(1 + \frac{1}{4} b^2 P_i^2 + \frac{9}{64} b_3^2 P_i^2 \right). \quad (15)$$

Burada $P_{\Sigma i}$ və P_i gücləri dBVt-la ifadə olunmuşdur.

(15)-dən (11) ifadəsində istifadə etsək alırıq:

$$P_{\Sigma i} - 10 \lg \left(1 + \frac{1}{4} b^2 P_i^2 + \frac{9}{64} b_3^2 P_i^2 \right) =$$

$$= P_{OA} + \frac{1}{2} [10 \lg (f_{ks} / R) - w_t + 1] - G_A - \eta_k - 10 \lg A + 10 n \lg R_i \quad (16)$$

Aydındır ki, bu ifadədə əmsalları ilə verilmiş P_i^2 gücü faydalı güc kimi istifadə oluna bilməz. Lakin radiovericinin gücü radioqəbuledicinin verilmiş həssaslığında gücə görə tələb olunan signal/maneə nisbətinin (və deməli, maneədayanıqlığının) təmin olunması üçün tələb olunan gücdən artıq olmalıdır. Həm də hesablamalar göstərir ki, həmin keçid maneələrinin gücü aktiv elementin xarakteristikasının qeyri-xəttiliyindən asılı olaraq müəyyən səviyyədə, hətta 20% ola bilər [17, səh. 1890].

Nəticə. Mobil rabitə şəbəkələri planlaşdırılan zaman mobil rabitənin tipi, radioqəbuledicinin həssaslığı, düz radiogörmə məsafəsi, signalın yayılma zamanı sönməsi kimi faktorlar əsas götürülür. Sistemdə təmin olunacaq maneədayanıqlığı digər prаметrlərin qiymətinə ciddi təsir edir.

Regional yerüstü mobil rabitə şəbəkələrinin planlaşdırılmasında radiodalğaların yayılması zamanı baş verən sönmələrin səviyyəsinin təyin olunması üçün müxtəlif modellərdən istifadə oluna bilər.

CDMA-nin tətbiq olunduğu şənvari mobil rabitə sistemində küyəoxşar siqnallardan istifadə olunur ki, onların spektrinin eni geniş olur. Belə siqnalların gücləndirilməsi həmişə AM-AM və AM-FM tipli keçid maneələri ilə müşayiət olunur və ona görə də radiovericinin hasil etdiyi güc tələb olunan gücdən artıq olmalıdır.

Məqalədə ilk dəfə olaraq AM-AM və AM-FM tipli keçid maneələri nəzərə alınmaqla radiovericidən tələb olunan gücün hesablanması üçün ifadə çıxarılmışdır. Alınmış nəticələr 3-cü nəsil GSM tipli yerüstü mobil rabitə şəbəkələrinin planlaşdırılması zamanı istifadə oluna bilər.

Литература

1. Мухин, А.М. Энциклопедия мобильной связи/ А.М. Мухин, Л.С. Чайников, -СПб: Наука и техника, -т. 1. -2001. -240 с.
2. Маковаева, М.М. Системы связи с подвижными объектами/ М.М. Маковаева, Ю.С. Шинаков, -М.: Радио и связь, -2002. - 440 с.
3. Берлин, А.Н. Цифровые сотовые системы связи/ А.Н. Берлин. -М.: Эко-Трендз, -2007. - 296 с.
4. Сети телевизионного и звукового ОБЧ ЧМ вещания: Справочник/ М.Г. Локшин, А.А. Шур, А.В. Кокорев [и др.]. - М.: Радио и связь, -1988. -144 с.
5. Мамедов, И.Р. Уточнение территориального разнеса ТВ станций с учетом быстрых замираний сигнала в канале ТВ вещания/ И.Р. Мамедов, И.Д. Ахадов// Метрология и измерительная техника в связи, -2005. № 6, -с.145-149.
6. Апович, А.Ф. Адаптация по энергетическим параметрам в системах сотовой связи / А.Ф. Апович, М.Б. Березка, Г.Н. Демидович// Электросвязь, -2001. №11, -с. 14-17.
7. <http://www.sagatelecom.ru/encyclopedia/protocol/detail>.
8. Телевидение/ Под ред. В.Е. Джакони. - М.: Горячая Линия-Телеком, -2007. -616 с.
9. Shimon Moshavi, Daniel Yellin, John S. Sadowsky, Yoni Perets, Kobby Pick. Pilot Interference Cancellation Technology for CDMA Cellular Networks// IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 54, No. 5, September, -2005, -p. 1781-1792
10. Галькин, В.А. Цифровая мобильная связь/ В.А. Галькин. -М.: Горячая линия-Телеком, - 2012. -592 с.
11. Мамедов, И.Р. Расчет требуемой мощности передатчика базовой станции мобильной связи / И.Р. Мамедов, М.А. Велиев, Н.Т. Керимов// Научн. Труды Азерб. Государственной Морской Академии, -2008. №7, -с. 40-42.

12. Мамедов, И.Р., Эфендиев, И.Д. Вопросы определения мощности искажения типа АМ-АМ переходов // Труды 19-й Международной НТК «Современные телевидение и радио-электроника», -Москва: -2011, -с. 329-332.
13. Варакин, Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами/ Л.Е. Варакин. –М.: Радио и связь, -1985. -384 с.
14. Мамедов, И.Р. Особенности применения многоканального ТВ в г. Баку и на Апшеронском полуострове/ И.Р. Мамедов, И.Д. Эфендиев// Электросвязь, -2016. №12, -с. 57-61.
15. Шинаков, Ю.С. Управление мощностью в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов // Электросвязь, -2001. № 2, -с.8-11.
16. Мамедов, И.Р. Выбор и управление мощностью абонентского передатчика в интерактивном телевидении с интеграцией служб // Электросвязь, -2008. №1, -с. 34-36.
17. Sanches-Garsia J., Smith D. Capture Probability in Rician Fading Channels With Power Control in the Transmitters// IEEE trans. On Communications, -2002. v.50, No 12, -p.1889 - 1891.

Мəqalə qəbul olunub: 01.04.2020
Təvsiyə edib: t.e.d., prof. V.H.Həsənov