

## İTERAKTİV YERÜSTÜ TELEVİZİYA YAYIM SİSTEMİNİN ƏKS KANALINDA BAZA STANSİYASININ RADİOVERİCİSİNİN KANALLAR ÜZRƏ GÜCÜNÜN SEÇİLMƏSİ VƏ TƏNZİM OLUNMASI

Məmmədov İ.R., Muradzadə E.İ.  
Azərbaycan Texniki Universiteti

*İnteraktiv televiziya (TV) yayım sistemlərində abonent və baza stansiyalarının güclərinin tənzim olunması qarşılıqlı maneələri minimuma endirməyə imkan verir. Burada əks kanal adətən şanvari prinsiplə, simpleks və ya dupleks rabitə üzrə qurula bilər. Hazırda bu kanalda rəqəmli modulyasiya üsulları tətbiq olunur. Abonentlər baza stansiyasına və onun qoşulduğu rabitə xətti ilə TV mərkəzinə qoşula bilər. Qəbul məntəqəsində gücün tələb olunan qiyməti və təmin olunan maneədayanıqlıq həm də qəbul üsulundan asılıdır.*

*Məqalədə idarəetmənin tətbiqi nəticəsində interaktiv TV yayım sisteminin əks kanalında baza stansiyasının çoxkanallı radiovericisində kanallar üzrə güclərin tənzimlənməsi və bunun nəticəsində signal/maneənin necə dəyişməsi araşdırılmış və tənzimləmə yolu ilə signal/maneə nisbətinin tələb olunan qiymətinin təmin olunması məsələsi həll olunmuşdur.*

*Signal/maneə nisbətinin hesablanması üçün riyazi ifadə çıxarılmış, baza stansiyasının çoxkanallı radiovericisində kanallar üzrə güclərin tənzimlənməsinin stoxastik sxemi qurulmuşdur.*

**Açar sözlər:** *interaktiv televiziya yayım sistemi, əks kanal, gücün adaptiv tənzimlənməsi signal/maneə nisbəti, tənzimləmənin stoxastik sxemi, energetik parametr, simpleks, dupleks.*

**Məsələnin qoyuluşu.** İnteraktiv televiziya yayım sistemlərində əks kanal adətən şanvari prinsiplə qurulur [1]. Abonent qəbulunun stasionar, portativ və mobil formaları məlumdur və hər üç tip qəbul üçün sahə gərginliyinin minimal tələb olunan qiyməti rəqəmli modulyasiyanın parametrlərindən və veriliş sürətindən asılı olaraq ITU (International Telecommunication Union – Beynəlxalq Telekomunikasiya İttifaqı) tərəfindən standartlaşdırılmışdır. Əks kanal özü də simpleks və ya dupleks rabitə üzrə qurula bilər. Bu kanalda rəqəmli modulyasiya üsulları tətbiq olunur. Abonentlər baza stansiyasına (BS) və onun qoşulduğu rabitə xətti ilə TV mərkəzinə qoşula bilər [1, 2].

Ədəbiyyatlarda mobil rabitə sistemində radiovericilərin gücünün tənzimlənməsi üsulları verilmişdir [2, 3]. İnteraktiv TV-də abonent və BS-lərin güclərinin tənzim olunması qarşılıqlı maneələri minimuma endirməyə imkan verir. Radiovericinin gücü tənzim olunduqda radio-qəbuledicinin girişində signal/maneə nisbətinin dəyişməsinin hesablanması məsələsi qarşıya qoyulmuşdur. Aydındır ki, qəbul məntəqəsində gücün tələb olunan qiyməti və təmin olunan maneədayanıqlıq həm də qəbul üsulundan asılıdır.

Gücün tənzim olunması əvəzinə modulyasiya üsulunu və veriliş sürətini dəyişməklə də qəbul məntəqəsində signal/maneə nisbətinin tələb olunan qiymətinin təmin olunmasına nail ola bilərik. Veriliş sürətinin azalması ilə kanal signalının davam etmə müddəti və deməli, energetik parametrlərin qiyməti artmış olur [1, 4].

Radioqəbuledicidə müxtəlif qəbul üsulları tətbiq oluna bilər. Koherent korrelyasiya qəbulu ən yüksək maneədayanıqlığı təmin edən qəbuldur [5]. Lakin bütün hallarda maneədayanıqlıq energetik parametrlərin qiymətindən asılı olur. Bu parametrlərin artması maneədayanıqlığın müəyyən artımına səbəb olur. Ona görə də, əsas məqsədimiz energetik parametrlərin artımının müəyyən edilməsi olacaqdır.

CDMA (Code Division Multiple Access – Koda görə bölünməli çoxstansiyalı giriş) sistemində bütün abonentlər eyni bir tezlik zolağında işlədikləri üçün hər bir abonent qəbuledicisinin girişinə qalan kanallarda işləyən radiovericilərin siqnalı təsir edir. Aydındır ki, kənar mənbələrin

yaratdığı maneələr nəzərə alınmazsa, onda BS-in  $L$  kanallı radiovericisinin təsiri ilə radioqəbuledicinin girişində siqnal/maneə nisbəti təxminən  $1/(L-1)$ -ə bərabər olacaqdır. Bundan başqa, qonşu sotlarda işləyən BS-lərin radiovericilərinin də bir qədər zəif olan təsirləri nəzərə alınmalıdır. Lakin bizim məqsədimiz şəbəkədaxili maneələrin səviyyəsini və bunun nəticəsində alınan siqnal/maneə nisbətini müəyyən etmək deyil. Bu məsələ CDMA prinsipi üzrə işləyən mobil rabitə sistemləri üçün artıq müəyyən edilmiş və ədəbiyyatlarda mobil rabitə sistemində radiovericilərin gücünün tənzimlənməsi üsulları verilmişdir [2, 3, 6]. İnteraktiv TV-də abonent və BS-lərin güclərinin tənzim olunması ümumi halda qarşılıqlı maneələri minimuma endirməyə imkan verəcəkdir. Burada məqsədimiz idarəetmənin tətbiqi nəticəsində interaktiv TV yayım sisteminin əks kanalında BS-in çoxkanallı radiovericisində kanallar üzrə güclərin və bunun nəticəsində siqnal/maneə nisbətinin necə dəyişməsinə araşdırmaq və tənzimləmə yolu ilə onun tələb olunan qiymətini təmin etməkdir.

**Məsələnin həlli.** Gücün adaptiv olaraq tənzim olunması müəyyən texniki tədbirlərin aparılmasını tələb etdiyindən, praktikada bəzən gücün məsafədən asılı olaraq qabaqcadan müəyyən olunması üsulu tətbiq olunur. Yavaş dəyişən sönmələr şəraitində gücün idarə olunması üçün təklif olunmuş metodların birində BS-in radiovericisinin gücü aşağıdakı məlum ifadə ilə tənzim olunur [2]:

$$P_{ji} = P_{ji0} \varphi(R_{ji}) \quad (1)$$

burada  $P_{ji}$  – idarəetmə zamanı  $j$ -ci BS-in  $i$ -ci abonent üçün verdiyi cari güc,  $R_{ji}$  –  $j$ -ci BS-lə  $i$ -ci abonent arasında olan məsafə,  $\varphi(R_{ji})$  – gücün  $R_{ji}$  məsafəsindən asılı olaraq idarə olunması alqoritmi,  $P_{ji0}$  – idarəetmə tətbiq olunmadığı halda  $j$ -ci BS-in  $i$ -ci kanal vericisinin gücüdür.

Tutaq ki, interaktiv yerüstü TV yayım sistemində gücün idarə olunması tətbiq olunmuşdur. Ədəbiyyatlarda TV yayım sistemlərində işlədilən idarəetmə sistemləri haqqında ətraflı məlumat verilmişdir [1, 2, 6, 7, 8]. Baxılan sistemin əks kanalında verilən pilot-siqnalın səviyyəsinə görə gücün tənzim olunması sxemini tətbiq edək. Bu zaman  $j$ -ci BS-in  $L$  kanallı radiovericisinin hər kanalı öz maksimal gücündə deyil, bu kanal üçün cari müddətdə tələb olunan gücdə işləyəcəkdir. Gücün tənzimlənməsi səlis və ya pilləli ola bilər. İkinci halda gücün dəqiq seçilməsi tənzimləmə səviyyələrinin sayından da asılı olacaqdır.

Maneələrin təsiri nəzərə alınmadıqda siqnalın normal canlandırılması üçün onun girişində siqnalın gücünün radioqəbuledicinin həssaslığına bərabər olması kafi şərt hesab oluna bilər. Əgər radioverici  $L$  kanaldan ibarət olarsa, onda  $j$ -ci BS üçün bu şərti belə yazmaq olar [2]:

$$P_{j1} = P_{j2} = \dots = P_{jL} = P_{0A} \quad (2)$$

burada  $P_{0A}$  – radioqəbuledicinin həssaslığıdır.

Lakin interaktiv TV yayım sisteminin əks kanalında maneələr təsir etdiyi halda lazım olan siqnal/maneə nisbəti təmin olunmalıdır. Məsələn, CDMA-nın tətbiq olunduğu sistemdə siqnal/maneə nisbətinin tələb olunan qiymətinə uyğun güc dB ilə belə hesablanır [1, 2]:

$$P_t = P_{0A} + \frac{1}{2} [10 \lg(\gamma_{ks} / R) - w_t + I] \quad (3)$$

burada  $P_{0A}$  – radioqəbuledicinin həssaslığı,  $R$  – veriliş sürəti (bit/san),  $f_{ks}$  – tezlik zolağı,  $w_t$  – radioqəbuledicinin girişində siqnal/maneə nisbətinin tələb olunan qiyməti,  $\gamma$  – sabit əmsaldır. CDMA sistemində  $\gamma = 2$ -dir. (3) ifadəsində orta mötərizə daxilindəki 1 rəqəmi siqnal/maneə nisbətinin 1 dB azalmasının buraxıla bilən olmasını göstərir.

Göstərilən  $P_t$  gücü BS-in radiovericisinin şüalandırdığı güc deyildir. Şüalanan güc efirdə yayılma zamanı müəyyən sönmələrə məruz qalır. Sönmələrin səviyyəsini təxmini hesablamaq üçün müxtəlif determinə olunmuş, statistik və ya kvazistatistik modellərdən istifadə edilir. Bütün hallarda

alınan nəticələr tələb olunan gücün bəlli qiymətində şüalanma gücünün təxmini qiymətini hesablamağa imkan verir. Baxılan halda qəbul məntəqəsində  $i$ -ci kanalın  $P_{jiQ}$  gücünə görə  $j$ -ci BS-in radiovericisinin şüalanma gücünü hesablamaq üçün ən çox istifadə olunan, daha sadə hesablamlar tələb edən və sahə gərginliyinin həqiqətə uyğun qiymətini təyin etməyə imkan verən aşağıdakı model tətbiq olunur [1, 6]:

$$P_{jiQ} = AR_{ji}^{-n} P_{ji\Sigma} \quad (4)$$

burada  $n$  – radiodalğaların fəzada yayılması zamanı sönmənin dərəcəsi,  $A$  – sabit əmsal,  $P_{ji\Sigma}$  –  $j$ -ci BS-in radiovericisinin  $i$ -ci kanal üzrə şüalanma gücüdür.

Tutaq ki, BS-in  $L$  kanallı radiovericisində heç bir tənzimləmə aparılmır. Onda BS-in bütün kanalları üzrə radiovericinin gücü elə seçilməlidir ki, o, sətun daxilində bütün abonentlər üçün etibarlı qəbulu təmin etsin, yəni ən pis qəbul şəraitində ən uzaq abonentlər üçün qəbul məntəqəsində radioqəbuledicinin  $P_{OA}$  həssaslığından bir qədər böyük olan güc təmin etdirilməlidir:

$$P_{jiQ} \geq P_t > P_{0A} \quad (5)$$

Onda baxılan  $j$ -ci BS-in  $L$  kanallı radiovericisinin hər kanal üzrə gücü maksimal tələb olunan qədər olmalıdır:

$$P_{j1,M} = P_{j2,M} = \dots = P_{jL,M} \quad (6)$$

$L$  kanallı  $j$ -ci BS-in cəm gücü bu halda  $LP_{jL,M}$ -ə bərabər olacaqdır. Tənzimləmə səviyyələrinin sayının  $M$ , BS-in radiovericisinin kanallarının sayının  $L$  olduğunu bilərək,  $j$ -ci BS-in radiovericisinin gücünü hesablamaq bilərik [2]:

$$P_j = \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^M P_{ji,k} p_{ji,k} \quad (7)$$

burada  $P_{ji,k}$  –  $j$ -ci BS-in radiovericisinin  $i$ -ci kanalının  $k$ -cı səviyyəyə uyğun gücü,  $p_{ji,k}$  –  $j$ -ci BS-in radiovericisinin  $i$ -ci kanalının  $k$ -cı səviyyədə olması ehtimalıdır.

İdarəetmənin tətbiqi nəticəsində signal/maneə nisbətinin və ya energetiki effektivliyin artmasını hesablamaq bilərik. Bu isə buraxma qabiliyyətinin və maneədayanıqlığın artımını qiymətləndirməyə imkan verəcəkdir. Ən sadə halı nəzərdən keçirək. Yalnız sətun daxilində yaranan maneələr nəzərə alınır, qonşu səturların və digər maneə mənbələri tərəfindən baxılan tezliklər diapazonunda yaradılan maneələrin təsiri nəzərə alınmır. Artıq qeyd edildiyi kimi, signal/maneə nisbətinin artımını qiymətləndirmək baxımından bütün maneələrin nəzərə alınması o qədər də əhəmiyyətli deyil. Bütün maneələrin təsiri nəzərə alındıqda idarəetmə nəticəsində bu nisbət ekvivalent olaraq dəyişəcəkdir.

Qəbul edək ki, çoxkanallı radiovericinin hər kanalı üzrə gücün idarə olunması həyata keçirilir. Bu zaman  $j$ -ci BS-in radiovericisinin  $l$ -ci kanalının gücü

$$P_{jl} = \sum_{k=1}^M P_{jl,k} p_{jl,k} \quad (8)$$

ifadəsindən hesablana bilər. Onda baxılan hal üçün signal/maneə nisbətini aşağıdakı ifadə ilə hesablamaq bilərik:

$$w' = \frac{\sum_{k=1}^M P_{jl,k} p_{jl,k}}{\sum_{i=1}^{L-1} \sum_{k=1}^M P_{ji,k} p_{ji,k}} \quad (9)$$

Lakin (9) ifadəsi interaktiv TV yayım sistemində idarəetmənin tətbiqi nəticəsində signal/maneə nisbətinin necə dəyişməsinə aydın şəkildə təsəvvür etməyə imkan vermir. Ona görə də bu ifadədə müəyyən sadələşdirmə aparmaq və ya xüsusi halları nəzərdən keçirmək məqsədəuyğun hesab oluna bilər.

Ayındır ki, sətun daxilində  $j$ -ci BS-in radiovericisinin bütün kanallar üzrə maksimal gücləri bir-birinə bərabər seçilməlidir.  $k$  səviyyəli gücün maksimal gücə olan nisbətini  $\gamma_{jl,k} = \frac{P_{jl,k}}{P_{jl,M}}$  ilə,  $j$ -ci BS-in radiovericisinin  $i$ -ci kanalının maksimal güclə işləmə ehtimalını  $p_{ji,M}$  ilə,  $j$ -ci BS-in radiovericisinin  $i$ -ci kanalının  $\kappa$ -cı səviyyədə olması ehtimalını  $p_{ji,k}$  ilə və  $\kappa$ -cı səviyyədə olması ehtimalının maksimal güclə işləmə ehtimalına nisbətini  $p_{jl,k0} = \frac{P_{jl,k}}{P_{jl,M}}$  ilə işarə edək. Onda  $j$ -ci BS-in radiovericisinin gücünü (7) düsturundan istifadə etməklə belə yazı bilərik:

$$P_j = \sum_{i=1}^L P_{ji,M} p_{ji,M} \left( 1 + \sum_{k=1}^{M-1} \gamma_{ji,k} p_{ji,k0} \right) \quad (10)$$

Yuxarıda işlədilmiş işarələmələrdən istifadə edərək (8) ifadəsini belə yazı bilərik:

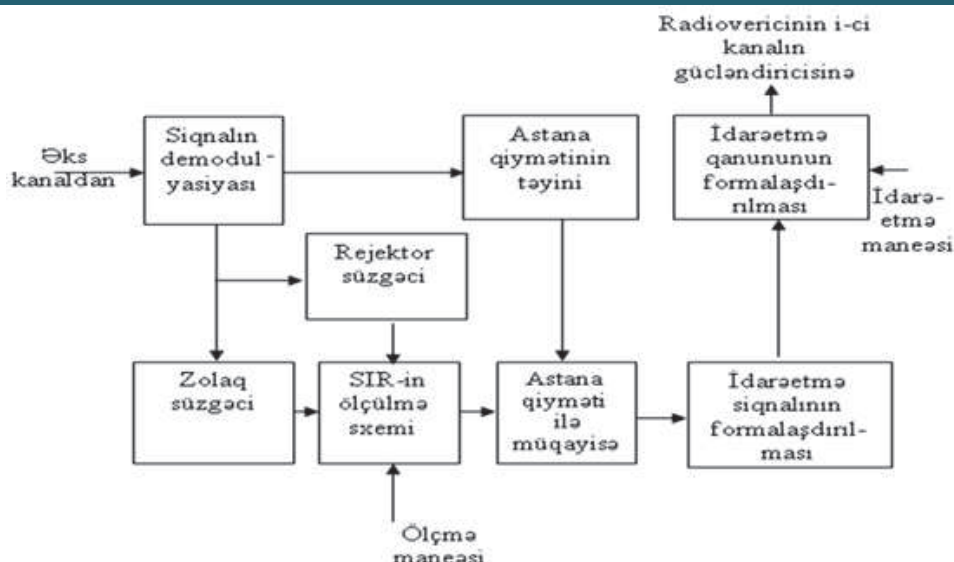
$$P_{jl} = P_{jl,M} p_{jl,M} \left( 1 + \sum_{k=1}^{M-1} \gamma_{jl,k} p_{jl,k0} \right) \quad (11)$$

(9) və (11) ifadələrini (9)-da nəzərə alsaq tapırıq:

$$w' = \frac{p_{jl,M} \left( 1 + \sum_{k=1}^{M-1} \gamma_{jl,k} p_{jl,k0} \right)}{\sum_{i=1}^{L-1} p_{ji,M} \left( 1 + \sum_{k=1}^{M-1} \gamma_{ji,k} p_{ji,k0} \right)} \quad (12)$$

(12) ifadəsi interaktiv yerüstü TV yayım sistemində idarəetmənin tətbiqi ilə gücün idarə olunmasında signal/maneə nisbətinin artmasını birbaşa göstərmir. Əgər radiovericinin kanalları üzrə bərabər ehtimalla hər hansı  $k$ -cı səviyyəyə uyğun güc hasil olunarsa, onda signal/küy nisbəti  $1/(L-1)$ -ə bərabər olacaqdır. (12) ifadəsi həm də belə nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, gücün tənzimlənməsinin tətbiqi halında bu nisbətdə artım olmaya da bilər. Belə ki, idarəetmənin tətbiqi ilə baxılan  $l$  kanalı və digər kanallar üzrə güclərdən asılı olaraq signal/maneə nisbəti artmaya, hətta müəyyən hallarda azala da bilər. Məsələn, radiodalğaların fəzada yayılması zamanı baş verən sönmələrin qiymətləndirilməsi üçün seçilmiş modeldən asılı olaraq baxılan  $l$ -ci kanalın gücü kiçik, qalan kanalların böyük əksəriyyətinin gücü çox böyük, sayı isə çox ola bilər. Bu halda radioqəbuledicinin girişində signal/maneə nisbəti  $1/(L-1)$ -dən kiçik ola bilər. Belə çıxır ki, ümumi halda idarəetmənin tətbiqi signal/maneə nisbətini artırmağa xidmət etmir. Lakin bu halda radioqəbuledicinin girişində tələb olunan güc təmin olunur. Deməli, BS-in radiovericisinin kanalları üzrə maksimal güc deyil, qəbul şərtlərindən asılı olaraq ümumi halda ondan kiçik güc hasil edilir. Bu isə o, deməkdir ki, radioverici bu rejimdə işlədikdə onda energetiki qazanc olacaqdır.

Rabitə sistemlərində müxtəlif parametrlərin tənzimlənməsinin determinə olunmuş və stoxastik metodları və sxemlərinin analizi göstərir ki, idarəetmə zamanı müxtəlif ölçmə və idarəetmə maneələrinin təsirinin olduğunu əsas tutaraq, BS-in çoxkanallı radiovericisində kanalları üzrə signal/maneə nisbətinin tənzimlənməsində stoxastik idarəetmənin tətbiqini məqsədəuyğun hesab etmək olar (şəkil 1).



Şəkil 1. BS-in çoxkanallı radiovericisinin kanallar üzrə gücünün stoxastik idarəetmə sxemi

Alınmış ifadələrdən aydın olur ki, yerüstü interaktiv TV yayımının əks kanalında BS-in çoxkanallı radiovericisində gücün kanallar üzrə tənzimi ümumi halda maneədayanıqlığı artırmağa xidmət etmir, lakin maneələrin səviyyəsini azaltmağa və radiovericidə energetiki qazanc əldə etməyə imkan verir. Ona görə də bu kanalda maneədayanıqlığı artırmaq və ya müəyyən hədd daxilində sabit saxlamaq üçün signal/maneə nisbətinin tələb olunan qiymətinin təmin olunmasına ehtiyac vardır. Bu məqsədlə BS-in çoxkanallı radiovericisində kanallar üzrə signal/maneə nisbətinin tənziminin həyata keçirilməsini təklif edirik.

Tətbiq olunmuş stoxastik tənzimləmə sxeminin girişinə təsir edən siqnallar əvvəlcə demodulyasiya olunaraq aşağıtezlilikli siqnallara çevrilir. Sonra bu signal paralel olaraq zolaq süzgəcinə və rejektor süzgəcinə verilir. Zolaq süzgəcinin çıxışında bu diapazonda təsir edən bütün siqnallar (maneələr), rejektor süzgəcinin çıxışında isə ölçmə üçün nəzərdə tutulan pilot-signal ayrılır. Sonra SIR (Signal-to-Interference Radio – signal/maneə nisbəti) ölçmə sxemi ilə signal/maneə nisbəti ölçülür və astana qiyməti ilə müqayisə olunur.

Ölçmənin nəticəsinə görə kanal vericisinin gücünü elə tənzim edirik ki, signal/maneə nisbətinin tələb olunan qiyməti təmin olunsun. Bu zaman idarəetmə signalının formalaşdırılması və idarəetmə qanununun seçilməsi üçün müvafiq sxemlərdən istifadə edirik.

**Nəticə.** İnteraktiv yerüstü TV yayım sisteminə pilot-signalın səviyyəsinə görə gücün idarə olunması tətbiq olunduqda BS-in çoxkanallı radiovericisinin hər kanalı tələb olunan gücü hasil edəcəkdir. Bu tənzimləmə, ümumi halda maneələrin ümumi səviyyəsini azaltmağa və radiovericidə energetiki qazanc əldə etməyə imkan verir. Çoxkanallı radiovericinin gücünün kanallar üzrə tənzimlənməsi zamanı signal/maneə nisbəti arta, hətta müəyyən hallarda azala da bilər.

BS-in çoxkanallı radiovericisində stoxastik idarəetmənin tətbiqi ilə kanallar üzrə signal/maneə nisbətinin tələb olunan qiymətinin təmin olunması üsulu məqsəduyğun hesab oluna bilər.

## ƏDƏBİYYAT

1. Мамедов И.Р., Ахадов И.Д., Мусаев М.Б. Повышение помехоустойчивости в обратном канале интерактивного ТВ вещания // Метрология и измерительная техника в связи. - Москва, - 2006, - №3, с. 33-36.
2. Шинаков Ю.С. Управление мощностью в сотовых системах связи с кодовым разделением каналов // Электросвязь. - Москва, - 2001, - №2, с. 8-11.
3. Мамедов И.Р., Эфендиев И.Д. Адаптивный метод выбора вида модуляции в беспроводных системах широкополосного радиодоступа / Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. - Москва, - 2016, - №3, с. 40-43.

4. Zhou T., Kenney S. Predicting Spectral Regrowth of Nonlinear Power Amplifiers // – New York: IEEE Trans. On Communications, 2002, Vol. 50, №5, pp. 718–722.
5. Мамедов И.Р. Велиев М.А., Керимов Н.Т. Алгоритм оптимального когерентного посимвольного приема в системах мобильной связи с учетом характеристик внутрисистемных помех // Ученые записки АзТУ. - Баку, - 2008, - №1, с. 21-23.
6. Hu D., He L., Wang X. An Efficient Pilot Design Method for OFDM-Based Cognitive Radio Systems // IEEE Transactions on Wireless Communications, - New York, - 2011, v. 10, April, N0 4, pp. 1252-1259.
7. Hakegard J.E. Coding and Modulation for LMDS and Analysis of the LMDS Channels // Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, New York, - 2000, Vol. 105, №5, pp. 721-734.
8. Ksairi N., Bianchi P., Ciblat P. Nearly Optimal Resource Allocation for Downlink OFDMA in 2-D Cellular Networks // IEEE Transactions on Wireless Communications, - New York, - 2011, v. 10, July, N0 7, pp. 2101-2115.

## REFERENCES

1. Mamedov I.R., Akhadov I.D., Musaev M.B. Povishenie pomexoustoychivosti v obratnom kanale interaktivnogo TV veshaniya // Metrologiya i izmeritelnaya tekhnika v svyazi. - Moskva, - 2006, - №3, s. 33-36.
2. Shinakov Y.S. Upravleniye moshnostyu v sotovikh sistemakh svyazi s kodovim razdeleniem kanalov // Elektrosvyaz. - Moskva, - 2001, - №2, s. 8-11.
3. Mamedov I.R., Efendiyev I.D. Adaptivniy metod vibora vida modulyatsii v besprovodnikh sistemakh shirokopolosnogo radiodostupa // Sistemi sinkhronizatsii, formirovaniya i obrabotki signalov. - Moskva, - 2016, - №3, s. 40-43.
4. Zhou T., Kenney S. Predicting Spectral Regrowth of Nonlinear Power Amplifiers // IEEE Trans. On Communications, - New York, - 2002, Vol.50, №5, pp. 718-722.
5. Mamedov I.R., Veliyev M.A., Kerimov N.T. Algoritm optimalnogo kogerentnogo posimvolnogo priema v sistemakh mobilnoy svyazi s uchetom kharakteristik vnutrisistemnikh pomekh // Uchenie zapiski AzTU. - Baku, - 2008, - №1, s. 21-23.
6. Hu D., He L., Wang X. An Efficient Pilot Design Method for OFDM-Based Cognitive Radio Systems // IEEE Transactions on Wireless Communications, - New York, - 2011, v. 10, April, N0 4, pp. 1252-1259.
7. Hakegard J.E. Coding and Modulation for LMDS and Analysis of the LMDS Channels // Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, - New York, - 2000, Vol. 105, №5, pp. 721-734.
8. Ksairi N., Bianchi P., Ciblat P. Nearly Optimal Resource Allocation for Downlink OFDMA in 2-D Cellular Networks // IEEE Transactions on Wireless Communications, - New York, - 2011, v. 10, July, N0 7, pp. 2101-2115.

## **SELECTION AND ADJUSTMENT OF POWER ON THE CHANNELS OF THE RADIO TRANSMITTER OF THE BASE STATION IN THE REVERSE CHANNEL OF THE INTERACTIVE TERRESTRIAL TELEVISION BROADCAST SYSTEM**

**Mammadov I.R., Muradzade E.I.**  
**Azerbaijan Technical University**

*Adjusting the power of subscriber transmitters and transmitters of base stations in interactive television broadcasting systems can reduce the level of mutual interference. Here, the reverse channel is usually built according to the cellular principle; communication in this channel can be simplex or duplex. This channel currently uses digital modulation. Subscribers can connect to the base station and through the communication line to which it is connected - to the television center. The required power at the receiving point and the provided noise immunity also depend on the receiving method of signals.*

*In this paper the issues of power adjustment through the channels of a multichannel radio transmitter of a base station in the reverse channel of an interactive television broadcasting system is considered and changes in the signal-to-noise ratio as a result of this adjustment, the problem of providing the required value of the signal-to-noise ratio by adjusting is investigated and solved.*

*A mathematical expression for calculating the signal-to-noise ratio is obtained and a stochastic scheme for power control over the channels of a multichannel base station radio transmitter is constructed.*

**Keywords:** *Interactive television broadcasting system, reverse channel, adaptive power control, signal-to-noise ratio, stochastic scheme for power control, energy parameter.*

**Rəyçi:** *t.e.d., prof. X.İ. Abdullayev*

**Müəlliflər haqqında məlumat**

| Soyadı, adı, atasının adı  | İş yeri                                                                      | Vəzifəsi, elmi dərəcəsi, elmi adı | Əlaqə                                                   |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Məmmədov İsa Rəhman oğlu   | Azərbaycan Texniki Universiteti, Radiotexnika və telekommunikasiya kafedrası | Professor, t.e.d.                 | isamamedov@bk.ru<br>mob: 050 353 45 87                  |
| Muradzadə Elvin İlqar oğlu | Azercell şirkəti                                                             | Doktorant                         | muradzade.elvin36@gmail.com<br>mob. (+994) 50 277 00 36 |