

**TV YAYIM PARLAQLIQ SİQNALININ KVANTLANMASI ZAMANI YARANAN
İFRATYÜKLƏNMƏ KÜYLƏRİNİN SƏVİYYƏSİNİN TƏSVİRİN MÜŞAHİDƏ
MÜDDƏTİNDƏN ASILILIĞI**

***Məmmədov İ.R., **İsmayilov Z.Ə., ***Muradzadə E.İ.**

***Azərbaycan Texniki Universiteti, **Milli Aviasiya Akademiyası, *** “Azərsell” şirkəti**

Məqalə TV yayım parlaqlıq signalının analog-rəqəm çevrilməsi zamanı təsvirdəki parlaqlıq dəyişmələrinin onun müşahidə müddətindən asılı olaraq aşkar olunmasına görə ifratyüklənmə küylərinin buraxılabilən qiymətinin təyin olunmasına həsr olunmuşdur. İfratyüklənmə küylərinin məhdudlanması şərti parlaqlıq signalında baş verən dəyişmələrin insan gözü tərəfindən aşkar olunan səviyyəsinə görə təyin olunmuşdur.

Televiziya yayım təsvirlərində parlaqlıq tərs mütənəsib qanunla paylandıqda və loqarifmik kvantlama şkalası tətbiq edildikdə ifratyüklənmə küylərinin gücünün orta qiyməti hesablamaq üçün riyazi ifadə çıxarılmışdır.

İfratyüklənmə küylərinin normallaşdırılmış buraxıla bilən qiymətinin təsvirin müşahidə müddətindən asılılıq qrafiki qurulmuşdur.

Açar sözlər: *Analog-rəqəm çevrilməsi, kvantlama şkalası, kvantlama küyləri, ifratyüklənmə küyləri, TV yayım parlaqlıq signalı, paylanma modeli.*

Giriş. Proqramlı TV mərkəzində formalaşdırılmış ilkin tam televiziya signalının rəqəmli TV yayım sistemi ilə yayımlanması üçün onun analog-rəqəm çevrilməsi tələb olunur. Analog signalın bu cür çevrilməsi nəticəsində sonsuz sayda məlumat sonlu sayda məlumatla əvəz olunur və deməli, məlumat artıqlığının ixtisar olunması həyata keçirilir. Video və audio signalın kompakt şəkildə təqdim olunması mənbənin kodlanması adlanır [1]. İlkin təsvir signalının rəqəmli TV yayım signalına çevrilməsi üçün onun müvafiq alqoritm üzrə işlənməsi tələb olunur. Hazırda ölkəmizdə həm yerüstü, həm də peyk TV yayımında MPEG-4 alqoritm tətbiq olunur. Bu alqoritmın iş prinsipi və sxemi bəllidir [2]. Burada ilkin pillə olaraq analog-rəqəm çeviricisindən istifadə olunur. Bütün qalan hallarda olduğu kimi, analog-rəqəm çevirməsi zamana görə diskretləşdirmə, kvantlama və kodlamadan ibarət olur. Həm diskretləşdirmə, həm də kvantlama ümumi halda qabaqcadan bəlli olan təhriflərlə müşayiət olunur və bu təhriflər qeyri-xətti təhriflər sırasına aid edilir. Onların səviyyəsinin müəyyən olunması və azaldılması təsvirin keyfiyyətinin yüksəldilməsi nöqtəyi nəzərdən maraqlandırır. Analog-rəqəm çevrilməsi prosesinin birinci mərhələsi adətən onun zamana görə diskretləşdirilməsi olur və diskretləşdirmə teoremi əsasında həyata keçirilir. İsbat olunmuşdur ki, diskretləşdirmə və kvantlamanın yerinə yetirilmə ardıcılığı dəyişdirilərsə, onda nəticə yenə də eyni olacaqdır [1, 3].

TV signalının rəqəmli kodlanması üçün beynəlxalq standart kimi ITU-nun (International Telecommunication Union – Beynəlxalq Telekommunikasiya İttifaqı) ITU-R BT.601 tövsiyələri əsas götürülür [3]. Bu standartda görə TV signalının komponentləri – yəni parlaqlıq və iki rəng-fərq signalı ayrı-ayrılıqda kodlanır. Diskretləşdirmə tezliyinin artırılması signal/kvantlama küyləri nisbətinin yüksəlməsinə, verilməli olan simvolların sayının artmasına və tezlik spektrinin genişlənməsinə səbəb olur. TV yayımında parlaqlıq signalının diskretləşdirmə tezliyi 13,5 MHz olur, yəni tezlik zolağı tələb olunanndan artıq olur [1]. Ona görə də, müxtəlif sıxılma alqoritmlərindən istifadə etməklə videosignalın zolağını analog TV-dəki zolaqla eyniləşdirirlər.

Kvantlama (yəni analog signalın səviyyəyə görə diskretləşdirilməsi) zamanı ilkin signalın spektrində yeni tezlik təşkilədiciləri yaranır, signal/maneə nisbəti azalır və rabitə (yayım) kanalının buraxma qabiliyyəti aşağı düşür. Ədəbiyyatlarda kvantlama küyləri və rabitə kanalından istifadə effektivliyinin artırılması metodları öyrənilmişdir [1, 4]. CCIR-in (Consultative Committee on

International Radio – Beynəlxalq Radio üzrə Məsləhət Komitəsi) 601-ci tövsiyəsinə görə 4:2:2 və ya 4:2:0 formatları istifadə oluna bilər [1-2]. Bu tövsiyəyə görə standart sistemin signal təşkilədiciləri *YUV* ilə işarə olunur, burada *Y* – parlaqlıq, *UV* – rənglilik təşkilədiciləridir.

Weber-Fexner qanununa görə insan gözünün işığa həssaslığı sabit deyil və müşahidə olunan təsvirin parlaqlığından asılı olaraq loqarifmik qanunla dəyişir. Təcrübələr göstərir ki, TV-də parlaqlıq səviyyələrinin sayını 128-ə qədər azaltmaq olar. Bu zaman kod sözünün dərəcəsi 7-yə endirilə bilər [1-2].

Rabitə texnikasında müxtəlif kvantlayıcılardan istifadə edilir. Onların sintezini apararaq kvantlamanın parametrlərini seçirlər. Bu sintezin əsas məqsədi kvantlama küylərinin səviyyəsini azaltmaqla yanaşı, verilməli olan kod sözlərinin dərəcəsinin artmamasına və signalın dəqiq verilməsinə nail olmaqdır. Kvantlama addımı sabit və ya dəyişən ola bilər. İkinci halda kvantlama həddi kvantlamanın ilkin verilmə addımı qədər sürüşdürülür. Mürəkkəb olması səbəbindən bu metodun yayım avadanlıqlarında işlədilməsi məqsəduyğun hesab olunmur [5]. Optimal kvantlamada kvantlama şkalası kvantlanan signalın ehtimal sıxlığına uyğun seçilir.

TV yayım texnikasında, rənglilik signalları ilə müqayisədə, parlaqlıq signalının kvantlamasına daha sərt tələb qoyulur. Loqarifmik kvantlama şkalası seçilir və kvantlama səviyyələrinin sayı parlaqlıq və rənglilik signalları üçün müxtəlif olur [6].

Rəngli rəqəmli TV sistemlərdə rənglilik signalları parlaqlıq signalının spektri daxilində verilmir. Onların hər biri ayrı-ayrılıqda kodlanır. İnsanın görmə xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, rənglilik signallarının kvantlanma səviyyələrinin sayını azaltmaq olar. Məsələn, yaşıl signalın kvantlanması 128, qırmızının 64, göyün isə 32 səviyyə ilə məhdudlana bilər. Bu zaman istifadə olunan kod sözlərinin uzunluğu xeyli dərəcədə qısalar [1].

Beləliklə, TV rəqəmli yayımında signalın analoq-rəqəm çevrilməsi zamanı əsas diqqət parlaqlıq signalının kvantlanmasına verilməlidir. İnsan gözünün parlaqlıq signalının dəyişməsinə həssaslığı kvantlama zamanı yaranan dəyişikliyin canlanmış təsvirdə gözlə aşkar olunmasına və deməli, təsvirin canlandırılmasında nöqsanların üzə çıxmasına səbəb olur.

Məsələnin qoyuluşu. TV yayım signalının kvantlanması zamanı qabaqcadan bəlli olan müxtəlif təhriflər (küylər) baş verir. Bu küylər kvantlama küyləri, boş kanal küyləri və ifrat-yüklənmə küyləri kimi sinifləşdirilir. Qeyd edək ki, bu üç tip küyn öz xarakterik xüsusiyyətləri vardır. Lakin ümumi halda, kvantlanan signalın səviyyəsindən asılı olaraq, bu küylər bu və ya digər dərəcədə üzə çıxa bilər. Kvantlamanın zəif signallar hissəsi, kvantlamanın icazə verilən dinamik diapazonu və icazə verilən dinamik diapazonundan böyük olduğu hissə kvantlayıcının şərti olaraq üç hissəsini xarakterizə edir [4]. Kvantlama zamanı signalın səviyyəsindən asılı olaraq birinci və ya ikinci hissəyə aid küylər yaranır. Üçüncü hissəyə aid küylər (ifrat yüklənmə küyləri) isə yalnız signalın dinamik diapazonu kvantlayıcının icazə verilən dinamik diapazonundan böyük olduqda yaranacaqdır. Hesablamalar göstərir ki, məhdudlama əmsalının qiymətindən asılı olaraq, bu küylərin səviyyəsi kvantlama küylərinin səviyyəsi ilə müqayisədə, hətta ondan dəfələrlə artıq ola bilər [7-9]. Tərəfimizdən TV yayım parlaqlıq signalının kvantlanması zamanı yarana bilən boş kanal və kvantlama küylərinin gücünün hesablanması üçün ifadələr çıxarılmışdır [1, 10]. Qeyd edək ki, kvantlama küylərinin səviyyəsi onların gücü, energetik spektri və ya signal gərginliyinin cari qiyməti ilə kvantlanma qiyməti arasındakı fərqin kvadratı ilə qiymətləndirilə bilər [11]. Çox zaman birinci üsul daha əlverişli hesab olunur. Çünki sistemdə yaranan başqa küylər də öz gücləri ilə xarakterizə olunur. Ona görə də, kvantlama küylərinin səviyyəsinin başqa küylərin səviyyəsi ilə müqayisəsi onların güclərinin müqayisəsinə gətirilir.

İfratyüklənmə baş verdikdə və heç bir texniki tədbir görülmədikdə signalın maksimal səviyyəsi kvantlayıcının maksimal səviyyəsinə bərabər tutulacaqdır. Bu isə signalın yuxarıdan məhdudlanması deməkdir. TV yayımında bu, heç şübhəsiz, təsvirin keyfiyyətinə təsir edəcəkdir. Məs., ifratyüklənmə halında TV yayım pozitiv parlaqlıq signalı kvantlanan zaman, ifratyüklənmə küylərinin yaranması ilə yanaşı, yuxarı parlaqlığa uyğun olan elementlərin parlaqlıqları bir-birinə bərabər səviyyəyə endiriləcəkdir (ağ səviyyənin məhdudlanması baş verəcəkdir).

TV yayım parlaqlıq signalının kvantlanması zamanı yaranan ifratyükə küylərinin məhdudlaşdırma əmsalından asılılığı tərəfimizdən tədqiq olunmuşdur. Bu küylərin səviyyəsinin yüksək olduğu nəzərə alınaraq, onların qarşısının alınması üçün signalın dinamik diapazonunun kompressiyası sxemi təklif və tətbiq olunmuşdur. Lakin məhdudlaşdırma əmsalının kiçik qiymətlərində TV yayım parlaqlıq signalında yaranan kiçik dəyişikliklər insan gözü tərəfindən aşkar oluna bilmir [4]. Bu zaman həm də nəzərə alırıq ki, rəng signallarında baş verən dəyişmələr parlaqlıq signalının dəyişmələrinə nəzərən gözə daha az çarpır. Ona görə də, bu zaman hər hansı kompressiyaya ehtiyac qalmır. TV təsvirlərindəki təhriflərin gözlə aşkar olunması gözün psixovizual qabiliyyəti ilə müəyyən olunur və bir çox faktorlardan asılı olur.

İşin məqsədi TV yayım parlaqlıq signalının analoq-rəqəm çevirilməsi zamanı təsvirdəki parlaqlıq dəyişmələrinin onun müşahidə müddətindən asılı olaraq, aşkar olunmasına görə ifratyükə küylərinin buraxıla bilən qiymətinin təyin olunmasıdır.

Məsələnin həlli. Unipolyar signal üçün ifratyükə küylərinin gücünün orta qiyməti aşağıdakı məlum ifadə ilə hesablanır [4, 7]:

$$\bar{P}_{ly}(u_{gir}) = \frac{U_{maks}^2}{U_{kv maks}^2} \int_{U_{kv maks}}^{U_{maks}} (u_{gir} - U_{maks})^2 w(u_{gir}) du_{gir}, \quad (1)$$

burada: $w(u_{gir})$ – kvantlanan signalın amplitudunun ehtimal sıxlığı; U_{maks} – signalın maksimal səviyyəsi; $U_{kv maks}$ – kvantlayıcının maksimal icazə verilən kvantlaşdırma səviyyəsidir.

(1) ifadəsini unipolyar TV yayım parlaqlıq signalı üçün istifadə edək. Bu halda $w(u_{gir})$ parlaqlıq signalının ehtimal sıxlığını ifadə edəcəkdir. Ədəbiyyatlarda TV yayım təsvirlərində parlaqlığın paylanma modelləri verilmişdir. Tərs mütənasib paylanma, eksponensial azalan paylanma, normal paylanma, Reley və normal paylanmanın cəmi olan paylanma təsvirlərinin böyük əksəriyyətində müşahidə olunan paylanmalardır. Təsvirlərin az bir qisminə müxtəlif digər paylanmalar müşahidə olunmuşdur. Çoxsaylı təcrübələr vasitəsilə TV yayım təsvirlərinin neçə faizində parlaqlığın hansı paylanmaya tabe olması müəyyən edilmişdir. Ona görə də, ifratyükə küyləri hər tip paylanmaya uyğun olaraq ayrı-ayrılıqda hesablanmalıdır. (1) ifadəsində təsvirlərdəki parlaqlığın deyil, parlaqlıq signalı gərginliyinin ehtimal sıxlığı yer almışdır. TV yayım təsvirlərində parlaqlığın paylanma modellərinin xarakterik çevirmələrindən istifadə edərək, parlaqlıq signalı gərginliyinin ehtimal sıxlığı üçün ifadə çıxara bilərik. Tərəfimizdən TV yayım təsvirlərində parlaqlığın tərs mütənasib qanunla paylandığı hal üçün, parlaqlıq signalı gərginliyinin ehtimal sıxlığı üçün ifadə çıxarılmışdır [4, 7]:

$$w(u_{gir}) = \frac{\gamma}{\ln \frac{\alpha_0 + 1}{\alpha_0}} \frac{u_{gir}^{\gamma-1}}{u_{gir}^{\gamma} + \alpha_0 U_{maks}^{\gamma}}, \quad (2)$$

burada: γ – “ışığ-signal” çeviricisinin “qamma” əmsalı; α_0 – qiyməti təcrübələrlə müəyyən olunan sabit kəmiyyətdir.

(2)-ni (1)-də nəzərə alsaq, unipolyar pozitiv TV yayım parlaqlıq signalı üçün tapa bilərik:

$$\bar{P}_{ly}(u_{gir}) = \frac{U_{maks}^2}{K_U^2 \ln \frac{\alpha_0 + 1}{\alpha_0}} \left[\frac{K_U^2 - 1}{2} - (2 + \alpha_0 K_U)(K_U - 1) + (1 + \alpha_0 K_U)^2 \ln \frac{1 + \alpha_0}{1/K_U + \alpha_0} \right], \quad (3)$$

burada: $K_U = \frac{U_{maks}}{U_{kv maks}}$ – məhdudlaşdırma əmsalıdır.

İfratyükə küylərinə signal/küy nisbətinin buraxıla bilən həddi nəzərə alınmaqla məhdudiyyət qoyulur. Lakin bu küylərin kiçik qiymətlərində təsvir signalında baş verən dəyişikliklər

təsvirin canlandırılması zamanı gözlə aşkar oluna bilmir. Bizim məqsədimiz həmin aşkar olunmanın həddini tapmaqdır. Lakin dəyişikliklərin aşkar olunması təsvirin müşahidə şəraitindən və müşahidə dəqiqliyinə təsir edən faktorlardan asılıdır. Bu faktorlar əsasən fonun parlaqlığı, fluktuasiya küylərinin effektiv qiyməti, təsvir elementinin müşahidə müddəti, təsvir elementinin baxış bucağı, parlaqlığın buraxılabilən həddə dəyişməsinin aşkar olunması ehtimalı, təsvirin vertikal xətlərinə qədər olan məsafədir.

İfratyüklənmə küylərinin gücünün TV yayım parlaqlıq signalının buraxılabilən (aşkar oluna bilən) dəyişməsinə uyğun gərginliyin 1Om müqavimətində yaratdığı gücdən böyük olmaması şərtini belə yazırıq:

$$\Delta U_{bur}^2 \geq \overline{P}_{ly}(u_{gir}). \quad (4)$$

TV yayım parlaqlıq signalının buraxılabilən (aşkar oluna bilən) dəyişməsinə təyin edək. Təsvirdəki hər hansı dəyişikliyin aşkar olunmasını müəyyən etmək üçün TV texnikasında kontrast həssaslıq və ya astana kontrastı kimi parametrlərdən istifadə olunur. Bu iki parametr arasında qarşılıqlı əlaqə mövcuddur. Tərəfimizdən parlaqlıq signalının buraxılabilən dəyişməsinə uyğun gərginlik üçün ümumi riyazi ifadə çıxarılmışdır [4]:

$$\Delta U_{bur} = \frac{U \left(\exp \left(0,023 \prod_{i=1}^6 f_i \right) - 1 \right)}{\gamma}, \quad (5)$$

burada: U – parlaqlıq signalı gərginliyinin cari qiyməti; f_i – parlaqlığın dəyişməsinin gözlə görünməsinə təsir edən i -ci faktorun determinə olunmuş funksiyası; $i \in \overline{1,6}$ – təsvirdəki dəyişmələrin gözlə görünməsinə təsir edən faktorların sayıdır.

Unipolyar TV yayım parlaqlıq signalının tərs mütənasib qanunla dəyişdiyi halda parlaqlıq dəyişmələrinin gözlə görünməsinin minimal buraxılabilən həddinə uyğun ifratyüklənmə küylərinin gücünün orta qiymətini (3), (4) və (5) ifadələrindən istifadə edərək belə tapırıq:

$$\begin{aligned} & \frac{U \left(\exp \left(0,023 \prod_{i=1}^6 f_i \right) - 1 \right)}{\gamma} \geq \\ & \geq \frac{U_{maks}^2}{K_U^2 \ln \frac{\alpha_0 + 1}{\alpha_0}} \left[\frac{K_U^2 - 1}{2} - (2 + \alpha_0 K_U)(K_U - 1) + (1 + \alpha_0 K_U)^2 \ln \frac{1 + \alpha_0}{1/K_U + \alpha_0} \right] \end{aligned} \quad (6)$$

(4) və (5) ifadələrindən istifadə edərək sadə riyazi çevirmələrdən sonra alarıq:

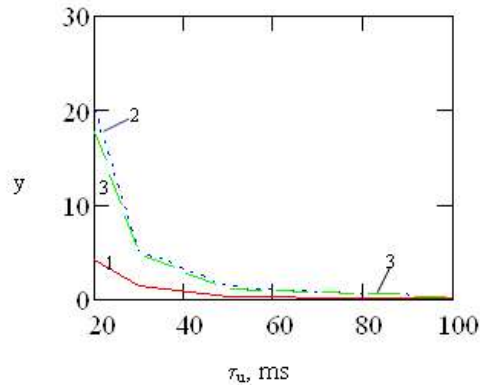
$$\prod_{i=1}^6 f_i \geq 43,47 \ln \left(1 + \frac{\gamma \sqrt{\overline{P}_{ly}(u_{gir})}}{U} \right). \quad (7)$$

$\overline{P}_{ly}(u_{gir})$ gücünün normallaşdırılmış buraxılabilən qiymətinin məlum faktorlardan asılılığını almaq üçün (6) bərabərsizliyini qrafiki yol ilə həll edə bilərik. Bunun üçün (7) bərabərsizliyinin sol tərəfindəki $y = \prod_{i=1}^6 f_i$ asılılıqlarının qrafiklərini qurmalıyıq. f_i funksiyalarının ifadələri ədəbiyyatlarda verilmişdir [4]. Lakin burada yalnız müşahidə müddətindən asılı olaraq parlaqlıq dəyişmələrinin gözlə görünməsinin minimal buraxılabilən həddinə uyğun ifratyüklənmə küylərinin gücünü hesablamaalıyıq. Ona görə də, $y = \prod_{i=1}^6 f_i$ asılılığını aşağıdakı kimi yazırıq [4]:

$$y = f(u, v_f, v_s, \alpha, x_p) \frac{1}{1 - \exp(-\tau_u / \theta_s)}, \quad (8)$$

burada: u – adaptasiyanın parlaqlığının fonun parlaqlığına nisbətinin loqarifmi; v_f – fluktuasiya küylərinin effektiv qiyməti; $v_s = 0,1$ – insan gözü üçün məxsusi küylərinin effektiv qiyməti; α – təsvir elementinin açılış bucağı (bucaq dəqiqləri ilə ölçülür); x_p – parlaqlığın hədd dəyişməsinin aşkar olunması ehtimalını xarakterizə edən parametir; $\theta_s = 50 \text{ ms} = \text{const}$ – insan gözü üçün ətalət müddəti; τ_u – təsvir elementinin müşahidə müddətidir.

(8) ifadəsində parlaqlığın dəyişməsinin aşkar olunmasına təsir edən digər faktorları sabit saxlayaraq, bu aşkar olunmanın müşahidə müddətindən asılılığını çıxara bilərik (şəkil 1).



Şəkil 1. Parlaqlığın dəyişməsinin aşkar olunması üçün müşahidə müddətindən asılılığı

1. $u = -0,2$; $v_f = 0,1$; $\alpha = 5^0$; $x_p = 0,5$.
2. $u = 0$; $v_f = 0,3$; $\alpha = 5^0$; $x_p = 1$.
3. $u = 0,3$; $v_f = 0,3$; $\alpha = 5^0$; $x_p = 1$.

Qrafiklərdən görünür ki, təsvir elementini uzun müddət müşahidə etdikdə parlaqlığın çox kiçik dəyişmələrini də aşkar etmək olur. Aydın ki, TV yayımında təsvirlərin müşahidə olunma müddəti böyük deyil. Çünki D/K standartında kadr tezliyi 25 Hz-dir. Bu isə parlaqlığın kiçik dəyişmələrinin aşkar olunmasına imkan vermir. Bu isə ifratyüklənmə küylərinin gücünün müşahidə olunma müddətinə görə təyin olunan buraxılabilən qiymətinin artımına səbəb olur.

Nəticə. TV yayım təsvirlərində parlaqlığın dəyişmələrinin insan gözü tərəfindən aşkar olunan minimal buraxılabilən həddinə görə ifratyüklənmə küylərinin gücünə məhdudiyyət qoyulur.

İnsan gözü üçün psixovizual imkanları ilə müəyyən olunan bu qabiliyyəti bir çox faktorlarla yanaşı, təsvirin müşahidə müddətindən də asılıdır. Lakin TV yayımında təsvirlərin müşahidə olunma müddəti böyük deyil. Bu, parlaqlığın kiçik dəyişmələrinin aşkar olunmasına imkan vermir və ona görə də, ifratyüklənmə küylərinin gücünün müşahidə olunma müddətinə görə təyin olunan buraxılabilən qiyməti yüksək olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Телевидение/ Под ред. В.Е. Джаконии. М.: Радио и связь, 2000, 640 с.
2. Карякин В.Л. Цифровое телевидение. – М.: Салон-Пресс, 2008, 351 с.
3. Зубарев Ю.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы. М.: НИИР, 2001, 568 с.
4. Мамедов И.Р., Ахадов И.Д., Шарифов А.М., Аббасов М.Г. Цифровое телевидение: Формирование и передача сигнала (монография). Баку: Азернешр, 2010, 150 с.
5. Monet P., Dubois. Block Adaptive Quantization of Images // IEEE Transaction on Communication, 1993, v. 41, No 2, p. 303-306.
6. Misra V., Goyal V.K., Varshney L.R. Distributed Scalar Quantization for Computing: High-Resolution Analysis and Extensions// IEEE Transactions on Information Theory, 2011, v. 57, No 8, August, pp. 5298 -5325.

7. Мамедов И.Р., Исмаилов З.А. Мощность шума ограничения при передаче сигналов ТВ вещания по цифровым системам связи/Труды 21-ой Международной НТК «Современные телевидение и радиоэлектроника», г. Москва, 2013, с.45-48.
8. Məmmədov İ.R., Muradzadə E.İ. TV yayım siqnallarının kvantlanması zamanı yaranan kvantlama və məhdudlama küyləri nisbətinin hesablanması//Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri, 2020, cild 22, № 1-2, səh. 16-21.
9. Məmmədov İ.R., Muradzadə E.İ. Interaktiv TV yayım sistemlərinin əks kanalında maneə-dayanıqlığı, veriliş sürəti modulyasiya üsulu arasında kompromisin seçilməsinə dair//Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərin Xəbərləri, 2020, cild 01, buraxılış 01, səh. 57-60.
10. Chen H., Chen W., Chung C. Spectrally Precoded OFDM and OFDMA with Cyclic Prefix and Unconstrained Guard Ratios// IEEE Transactions on Wireless Communications, 2011, v. 10, May, N0 5, pp 1211-1215.
11. Мамедов И.Р., Исмаилов З.А., Мурадзаде Е.И., Расчет отношения шумов квантования и ограничения, возникающие при квантовании сигналов ТВ вещания// Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов, г. Москва, 2021, №3, с. 20-25.

REFERENCES

1. Televideniye/ Pod red. V.E. Djakonii. M.: Radio i svyaz, 2000, 640 s.
2. Krayakin V.L. Tsifrovoye televideniye. – M.: Salon-Press, 2008, 351 s.
3. Zubarev Y.B., Krivosheev M.I., Krasnoselskiy I.N. Tsifrovoye televizionnoye veshaniye. Osnovi, metodi, sistemi. – M.: NIIR, 2001, 568 s.
4. Mamedov I.R., Axadov I.D., Sharifov A.M., Abbasov M.Q. Tsifrovoye televideniye: Formirovaniye i peredacha signala (monoqrafiya). – Baku: Azerneshr, 2010, 150 s.
5. Monet P., Dubois. Block Adaptive Quantization of Images // IEEE Transaction on Communication, 1993, v. 41, No 2, p. 303-306.
6. Misra V., Goyal V.K., Varshney L.R. Distributed Scalar Quantization for Computing: High-Resolution Analysis and Extensions// IEEE Transactions on Information Theory, 2011, v. 57, No 8, August, pp. 5298 -5325.
7. Mamedov I.R., Ismailov Z.A. Moshnost shuma ogranicheniya pri peredache signalov TV veshaniya po tsifrovim sistemam svyazi /Tridi 21-oy Mejdunarodnoy NTK “Sovremenniy televideniye i radioelektronika”, q. Moskva, 2013, s.45-48.
8. Mammadov İ.R., Muradzadə E.İ. TV yayım siqnallarının kvantlanması zamanı yaranan kvantlama və məhdudlama küyləri nisbətinin hesablanması//Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri, 2020, cild 22, № 1-2, səh. 16-21.
9. Mammadov İ.R., Muradzadə E.İ. Interaktiv TV yayım sistemlərinin əks kanalında maneədayanıqlığı, veriliş sürəti, modulyasiya üsulu arasında kompromisin seçilməsinə dair //Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərin Xəbərləri, 2020, cild 01, buraxılış 01, səh. 57-60.
10. Chen H., Chen W., Chung C. Spectrally Precoded OFDM and OFDMA with Cyclic Prefix and Unconstrained Guard Ratios// IEEE Transactions on Wireless Communications, 2011, v. 10, May, N0 5, pp 1211-1215.
11. Mamedov I.R., Ismailov Z.A., Muradzade E.I. Raschet otnisheniya shumov kvantovaniya i ogranicheniya, voznikayushie pri kvantovanii signalov TV veshaniya // Sistemi sinxronizatsii, formirovaniya i obrabotki signalov, q. Moskva, 2021, №3, s. 20-25.

THE DEPENDENCE OF THE PERMISSIBLE LEVEL OF RESTRICTION NOISE ARISING AT THE QUANTIZATION OF THE TV BROADCAST LUMINANCE SIGNAL ON IMAGE OBSERVATION TIME

Mammadov I.R., **Ismailov Z.A., * Muradzada E.I.*

Azerbaijan Technical University, **National Aviation Academy, *"Azersell" company*

This paper is devoted to determining the minimum allowable value of the restriction noises power in the analog-to-digital conversion of the TV broadcast luminance signal in relation to the observation of brightness changes of the image depending on the duration of the image observation. The condition for the

allowable level of restriction noises is defined in terms of the allowable level of change in the luminance signal of a television broadcast that can be detected by the observer eye.

Analytical expressions were obtained to calculate the mean value of the restriction noise power, when the distribution of brightness on TV programs images is determined inversely proportional model and the logarithmic quantization scale is applied.

A dependence graph of the allowable value of restriction noises on the effective value of fluctuation noises is constructed.

Key words: Analog-to-digital conversion, quantization scale, quantization noise, restriction noise, TV broadcast luminance signal, distribution model.

ЗАВИСИМОСТЬ ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ШУМОВ ПЕРЕГРУЗКИ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ КВАНТОВАНИИ СИГНАЛА ЯРКОСТИ ТВ ВЕЩАНИЯ ОТ ВРЕМЕНИ НАБЛЮДЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

***Мамедов И.Р., **Исмаилов З.А., ***Мурадзаде Е.И.**

Азербайджанский Технический Университет, **Национальная Авиационная Академия, *Компания "Азерселл"*

Статья посвящена определению минимально допустимого значения мощности перегрузки при аналого-цифровом преобразовании сигнала яркости ТВ вещания относительно обнаружения изменения яркости на изображении в зависимости от длительности наблюдения изображения. Условие для допустимого уровня шумов перегрузки определено с точки зрения допустимого уровня изменения яркостного сигнала телевизионного вещания, которое может быть обнаружено глазом наблюдателя.

Получены аналитические выражения для расчета среднего значения мощности шумов перегрузки, когда распределение яркости на изображениях телевизионных программ определяется обратно пропорциональной модели и при применении логарифмической шкалы квантования.

Построен график зависимости нормированного допустимого значения шумов перегрузки от времени наблюдения изображения.

Ключевые слова: аналого-цифровое преобразование, шкала квантования, шумы квантования, шумы ограничения, яркостной сигнал ТВ вещания, модель распределения.

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 t.e.d., prof.	isamamedov@bk.ru mob: (+994) 50 353 45 87
İsmayilov Zəfər Ələsgər oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	"Radioelektronika" kafedrası, t.f.d., dos.	zafar.aleskeroqlu@mail.ru mob: (+994) 50 631 21 82
Muradzadə Elvin İlqar oğlu	"Azərsell" şirkəti	ADNSU-nin doktorantı	muradzade.elvin36@gmail.com mob: (+994) 50 277 00 36