Література

1. Зенкин А.С., Арпентьев Б.М. Сборка соединений термическими методами [Текст] / А.С. Зенкин, Б.М Арпентьев. – М.: Машиностроение, 1987. – 128 с.
2. Зенкин А.С., Кантур В.Г. Акустическое исследование прочности соединений с натягом / А.С. Зенкин, В.Г. Кантур //Прогрессивные технологические методы механообработки, сборки и обеспечения качества цилиндрических деталей. – Пенза: Пензенский дом научно-технической пропаганды. – 1982. – С. 20-21.
3. Грешников В.А., Доброхот Ю.В. Акустическая эмиссия. Применение для испытаний материалов и изделий [Текст] / В.А. Грешников, Ю.В. Доброхот. – М.: Изд-во стандартов.–1976. –272 с.
4. Филоненко С.Ф. Акустическая эмиссия. Измерение, контроль, діагностика [Текст] /. С.Ф. Филоненко. – К.: КМУГУ, 1999, -312 с.
5. Dornfeld D.A., Lisiewicz V. Acoustic emission feedback for precision deburring [Текст] / D.A. Dornfeld, V. Lisiewicz. – CIRP Ann, part C. – 1992, p. 93 – 100.
6. Девин Л.Н. Прогнозирование работоспособности металлорежущего инструмента [Текст] / Л.Н. Девин. – К.; Наукова думка. –1992. –131с.

Представлено модель сигналів кольорових смуг для використання в системах контролю якості роботи відеотрактів цифрового телебачення. Запропоновано набір параметрів цих сигналів для стандартів стандартної і високої чіткості з довільною розрядністю квантованого представлення для форматів дискретизації 4:2:2 та 4:4:4

Ключові слова: ЦТБ, відеотракт, ТБСЧ, ТБВЧ, сигнали кольорових смуг

Представлена модель сигналов цветных полос для использования в системах контроля качества работы видеотрактов цифрового телевидения. Предложен набор параметров этих сигналов для стандартов стандартной и высокой четкости с произвольной разрядностью квантованного представления для форматов дискретизации 4:2:2 и 4:4:4

Ключевые слова: ЦТ, видеотракт, ТСЧ, ТВЧ, сигналы цветных полос

The model of color bar signals is presented for use for digital television video paths performance control. The set of parameters of these signals is offered for SDTV and HDTV standards with arbitrary bit depth of the quantized presentation for sampling formats of 4:2:2 and 4:4:4

Keywords: digital television, video path, SDTV, HDTV, color bar signals

УДК 621.397.132

ПАРАМЕТРИ СИГНАЛІВ КОЛЬОРОВИХ СМУГ ДЛЯ СИСТЕМ СТАНДАРТНОЇ ТА ВИСОКОЇ ЧІТКОСТІ

О.В. Гофайзен
Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*
Контактний тел. 050-395-39-35
E-mail gofaizen@uniirt.com.ua

Мохаммед Хасан Хессейн Алі
Аспірант*
Контактний тел. (+249) 123-978-888, 050-395-39-35
E-mail ssafssaf.1975@yahoo.com

В.В. Пилявський
Викладач*
Контактний тел. 097-673 70 26, (048) 725-77-66
E-mail vova_pil@ukr.net
*Кафедра телебачення і радіомовлення
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова
вул. Ковальська, 1, м. Одеса, Україна, 65029

Вступ

Ця робота є продовженням робіт, присвячених дослідженню та вдосконаленню сигналів, призначених для оцінки й контролю якості роботи цифрового відеотракту системи цифрового телебачення. В роботі [1] було опубліковано дослідження сигналів активної частини рядків згідно з відміненою в теперішній час Рекомендацією ITU-R BT.801-1 (№ 1–№ 14).

В роботі проведено дослідження сигналів кольорових смуг, що їх було визначено в Рекомендації ITU-R BT.801-1, з метою усунути обмеження, що мали місце в тексті цієї рекомендації. Враховуючи, що сигнали кольорових смуг використовують найчастіше серед

наборів випробувальних сигналів, а також враховуючи, що їх реалізовано у широко застосовуваному в світі вимірювальному обладнанні, яке випускає промисловість (Tektronix [2,3], Rohde & Schwarz [4], DK-Technologies [5]), та що бажано поширити використання сигналів кольорових смуг на системи високої чіткості (з кількістю активних рядків 720 та 1080) з можливістю варіювати розрядність кодування та формат дискретизації 4:2:2 або 4:4:4, в цій роботі проведено відповідний аналіз і запропоновано новий адаптований до різних інтерфейсів набір параметрів кольорових смуг, який може бути стандартизовано на заміну набору сигналів, що його було визначено в Рекомендації ITU-R BT.801. Запропонований набір параметрів побудовано так, щоб задовольнити вимогу його сумісності з параметрами використовуваних у теперішній час випробувальних сигналів.

1. Склад кольорових смуг

Згідно з Рекомендацією ITU-R BT.801-1, визначення якої впроваджено в наборах випробувальних сигналів, визначено опис сигналів кольорових смуг 100/0/100/0 та 100/0/75/0 для системи телебачення стандартної чіткості (ТБСЧ), з такими характеристиками:

– форма переходів між сигналами окремих смуга відповідає інтегралу від функції вікна Блекмана;

– час наростання сигналу яскравості Y між відносними рівнями 10% та 90% дорівнює 150 нс;

– час наростання сигналів C_B та C_R між відносними рівнями 10% та 90% дорівнює 300 нс.

Перехідна характеристика $h_{\alpha\zeta}(\xi)$, що характеризує закон зміни сигналів в переходах, відповідає параметрам, представленим поряд з іншими параметрами в таблицях 1, 3, 4 та 7, в яких набори параметрів для системи ТБСЧ відповідають Рекомендації ITU-R BT.801-1, а параметри для систем ТБВЧ пропонуються в даній роботі. Закон зміни сигналів на переходах відповідає формулі:

$$h_{\alpha\zeta}(\xi)=\begin{cases}0 & \text{при} \quad \xi<-\zeta\Delta\xi\\ \dfrac{1}{2\pi}\left\{\dfrac{\pi\xi}{\zeta\Delta\xi}+\pi+\dfrac{\sin\dfrac{\pi\xi}{\zeta\Delta\xi}-\alpha\sin\dfrac{2\pi\xi}{\zeta\Delta\xi}}{1-2\alpha}\right\} & \text{при} \quad -\zeta\Delta\xi<\theta<\zeta\Delta\xi\\ 1 & \text{при} \quad \theta>\zeta\Delta\xi\end{cases} \quad (1)$$

де ξ – часова координата або пов'язана з нею координата в площині зображення по горизонталі, $\Delta\xi$ – крок дискретизації по координаті ξ; ζ – тривалість імпульсного відгуку, виражена кількістю кроків дискретизації, яку в Рекомендації ITU-R BT.801-1 прийнято рівною $\zeta=3$, α – параметр функції Блекмана, який в Рекомендації ITU-RBT.801-1прийняторівним0,08.При $\Delta\xi=1$ координата ξ є номер $i=\xi\in\overline{0,N_a-1}$ відліку сигналу яскравості (колірності) відповідного елемента зображення в активній частині рядка, що змінюється в інтервалі $\overline{0,N_a-1}$, де N_a – кількість елементів зображення в активній частині рядка в системі з кількістю активних рядків z_a.

Якщо виходити з того, що для ТБСЧ сигнал кольорових смуг в активній частині рядку оточений з двох боків інтервалами з рівнем чорного довжиною по 16 кроків дискретизації плюс дві половини довжини переходів, тобто сумарно 36 відліків, та з того, що розміщення кольорових смуг на протязі тривалості активної частини рядка мінус зазначені інтервали є рівномірним, тобто тривалість сигналу кольорової смуги дорівнює $\Xi=\dfrac{N_a-1-36}{8}\Delta\xi$, де $\Delta\xi$ є крок дискретного представлення сигналу Y, тобто дорівнює $\Delta\xi_Y$. Проміжок постійного значення сигналу кожної кольорової смуги міститься між відліками з рівнями $\xi'_{k1}=\xi_k-2\Delta\xi$, $\xi'_{k2}=\xi_k+2\Delta\xi$, де ξ'_{k1} та ξ'_{k2} – граничні координати k -го переходу, причому $k\in\overline{0;8}$. Таке саме розміщення сигналів колірних смуг доцільно прийняти для стандартів ТБВЧ.

1.1. Параметри сигналу яскравості Y цифрового активного рядка

Параметри сигналу яскравості в форматах 4:2:2 та 4:4:4 відповідають таблицям 1, 2, в якій L_R, L_G, L_B – яскравісні коефіцієнти основних кольорів, $Y_W, Y_{Ye}, Y_C, Y_G, Y_P, Y_R, Y_B, Y_{Bl}$ – значення квантованого сигналу яскравості білої, жовтої, блакитної, зеленої, пурпурової, червоної, синьої та чорної кольорових смуг. Довжина переходів дорівнює $2\Delta\xi$. Графічне представлення сигналу яскравості кольорових смуг з позначенням параметрів надано на рис. 1.

Значення яскравісних коефіцієнтів дорівнюють:

– для системи ТБСЧ:

$L_R=0,299$; $L_G=0,587$; $L_B=0,114$;

– для систем ТБВЧ:

$L_R=0,2126$; $L_G=0,7152$; $L_B=0,0722$;

Параметр s характеризує відносну яскравість кольорових смуг за винятком білої в залежності від типу кольорових смуг:

100/0/100/0	100/0/75/0
$s=1$	$s=0,75$

Параметр $D=2^{n-8}$ є параметр, що характеризує відмінність кількості рівнів квантування n від 8.

Таблиця 1

Координатні параметри сигналу яскравості Y (номери відліків, що є центрами переходів)

z_a	N_a	ξ_0	ξ_1	ξ_2	ξ_3	ξ_4	ξ_5	ξ_6	ξ_7	ξ_8	$(N_a-1)\Delta\xi_Y$
483	720	16	102	188	274	360	445	531	617	703	719
576	720	16	102	188	274	360	446	532	618	704	719
720	1280	16	172	328	484	640	796	952	1108	1264	1279
1080	1920	16	251	488	724	960	1196	1431	1667	1903	1919

Таблиця 2

Значення рівнів сигналу яскравості Y кольорових смуг

Колір смуги	Відносний рівень сигналу яскравості
Білий	$Y_W = 235$
Жовтий	$Y_{Ye} = \text{round}\{(s\cdot 219\cdot(L_R + L_G)+16)\times D\}/D$
Блакитний	$Y_C = \text{round}\{(s\cdot 219\cdot(L_B + L_G)+16)\times D\}/D$
Зелений	$Y_G = \text{round}\{(s\cdot 219\cdot L_G +16)\times D\}/D$
Пурпуровий	$Y_P = \text{round}\{(s\cdot 219\cdot(L_B + L_R)+16)\times D\}/D$
Червоний	$Y_R = \text{round}\{(s\cdot 219\cdot L_R +16)\times D\}/D$
Синій	$Y_B = \text{round}\{(s\cdot 219\cdot L_B +16)\times D\}/D$
Чорний	$Y_{Bl} = 16$

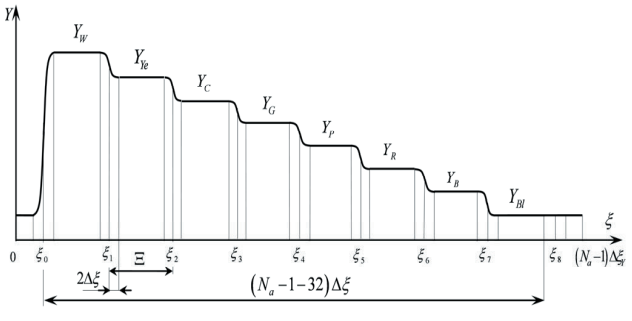

Рис. 1. Параметри сигналу яскравості Y

1.2. Параметри кольоророзницевих сигналів C_R, C_B цифрового активного рядка

Координатні параметри сигналів кольорових смуг C_R, C_B форматів 4:2:2 та 4:4:4 представлено в таблицях 3, 4, а рівневі параметри – в таблицях 5, 6, тобто рівні сигналів C_{RW}, C_{BW}, C_{RYe}, C_{BYe}, C_{RC}, C_{BC}, C_{RG}, C_{BG}, C_{RP}, C_{BP}, C_{RR}, C_{BR}, C_{RB}, C_{BB}, C_{RBl}, C_{BBl} – значення кольоророзницевих сигналів білої, жовтої, блакитної, зеленої, пурпурової, червоної, синьої та чорної кольорових смуг.

Для формату 4:2:2 передбачено протяжність активної частини рядка для сигналів C_R та C_B як $\left(\frac{N_a}{2}-1\right)\cdot\Delta\xi_C$, де $\Delta\xi_C = 2\Delta\xi_Y$, а для формату 4:4:4 як $(N_a-1)\cdot\Delta\xi_Y$.

Таблиця 3

Координатні параметри сигналів C_R, C_B формату 4:2:2 (номери відліків кольоророзницевих сигналів, тобто $\Delta\xi_C = 1$)

z_a	N_a	ξ_0	ξ_1	ξ_2	ξ_3	ξ_4	ξ_5	ξ_6	ξ_7	ξ_8	$\left(\frac{N_a}{2}-1\right)\Delta\xi_C$
483	720	8	51	94	137	180	222	266	308	351	359
576	720	8	51	94	137	179	223	266	309	351	359
720	1280	8	86	164	242	319	397	475	553	631	639
1080	1920	8	125	243	362	480	597	715	833	951	959

Таблиця 4

Координатні параметри сигналів C_R, C_B формату 4:4:4 (номери відліків кольоророзницевих сигналів, тобто $\Delta\xi_Y = 1$)

z_a	N_a	ξ_0	ξ_1	ξ_2	ξ_3	ξ_4	ξ_5	ξ_6	ξ_7	ξ_8	$(N_a-1)\Delta\xi_Y$
483	720	16	102	188	274	360	445	531	617	703	719
576	720	16	102	188	274	360	446	532	618	703	719
720	1280	16	172	328	484	640	796	952	1108	1263	1279
1080	1920	16	251	488	724	960	1196	1431	1667	1903	1919

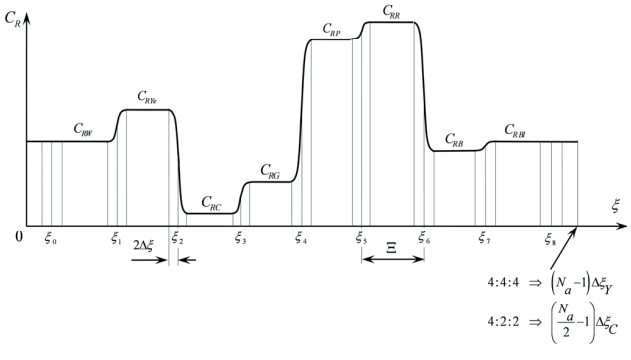

Рис. 2. Зображення кольоророзницевого сигналу C_R

Таблиця 5

Значення рівнів сигналу C_R для кольорових смуг з яскравістю 100 % та 75 %

Колір смути	Відносний рівень сигналу яскравості
Білий	$C_{RW} = 128$
Жовтий	$C_{RYe} = \text{round}\{(s\cdot 112\cdot L_B/(L_B + L_G)+128)\times D\}/D$
Блакитний	$C_{RC} = \text{round}\{(-s\cdot 112+128)\times D\}/D$
Зелений	$C_{RG} = \text{round}\{(s\cdot 112\cdot L_G/(L_B + L_G)+128)\times D\}/D$
Пурпуровий	$C_{RP} = \text{round}\{(s\cdot 112\cdot L_G/(L_B + L_G)+128)\times D\}/D$
Червоний	$C_{RR} = \text{round}\{(s\cdot 112+128)\times D\}/D$
Синій	$C_{BB} = \text{round}\{(-s\cdot 112\cdot L_B/(L_B + L_G)+128)\times D\}/D$
Чорний	$C_{RBl} = 128$

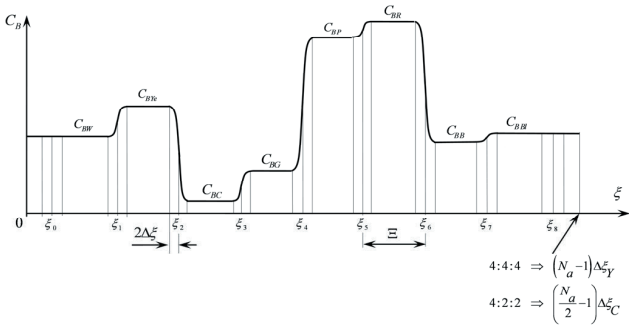

Рис. 3. Зображення кольоророзницевого сигналу C_B

Таблиця 6

Значення рівнів сигналу C_B для кольорових смуг з яскравістю 100% та 75%

Колір смути	Відносний рівень сигналу яскравості
Білий	$C_{BW} = 128$
Жовтий	$C_{BYe} = \text{round}\{(-s\cdot 112+128)\times D\}/D$
Блакитний	$C_{BC} = \text{round}\{(s\cdot 112\cdot L_R/(L_R+L_G)+128)\times D\}/D$
Зелений	$C_{BG} = \text{round}\{(s\cdot 112\cdot(L_B+L_G)/(L_R+L_G)+128)\times D\}/D$
Пурпуровий	$C_{BP} = \text{round}\{(s\cdot 112\cdot L_G/(L_R+L_G)+128)\times D\}/D$
Червоний	$C_{BR} = \text{round}\{(-s\cdot 112\cdot L_R/(L_R+L_G)+128)\times D\}/D$
Синій	$C_{BB} = \text{round}\{(s\cdot 112+128)\times D\}/D$
Чорний	$C_{BBl} = 128$

Висновок

Запропонована модель кольорових смуг є узагальненою порівняно з раніш використовуваним описом, який було стандартизовано в Рекомендації ITU-R BT.801-1, вона поширена на стандарти як стандартної, так і високої чіткості, форматів дискретизації 4:2:2 та 4:4:4 і не має обмежень щодо розрядності квантування. Ця модель є сумісною з вимірювальною апаратурою, що її в теперішній час випускає промисловість.

Література

1. Випробувальні сигнали для оцінювання якості роботи відеотрактів систем цифрового ТВ мовлення / О.В. Гофайзен, Мохаммед Хасан Хессейн Алі, В.В. Пилявський // Восточно-Европейский журнал передовых технологій. – 2011. – №4/9(52). – С.51.
2. http://www2.tek.com/cmsreplive/psrep/13328/20W_178-28_3_2011.01.05.13.16.16_13328_EN.pdf.
3. http://www.cnrood.com/PHP/files/instrum_pdf/TG-2000.pdf.
4. http://www.testequipmentsolutions.com.au/products/SAF_SFF.pdf.
5. http://chesterviewltd.com/pdf/CVBlackV96.pdf.