



УДК 621.397

В. В. Пилявский

Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова,
Украинский научно-исследовательский институт радио и телевидения

Оценка искажений цветовоспроизведения в тракте системы телевидения высокой четкости по сигналам цветных полос

Проведен анализ метода оценки качества цветопередачи телевизионного тракта "от света до света" с использованием оптической и электронной испытательных таблиц, сформированных из стандартных цветных полос для системы телевидения высокой четкости. Для оптической испытательной таблицы использованы реализации основных цветов в виде оптимальных и реальных цветов, спектральные характеристики которых определены по разработанному для этой цели алгоритму. Приведены примеры оценок искажений цветопередачи (выраженные длиной векторов сдвига точек цветов в равноконтрастном цветовом пространстве), возникающих вследствие несоответствия источника освещения студии стандартному белому D_{65} , а также несоответствия спектральных характеристик камеры идеальным характеристикам, при которых обеспечивалось бы неискаженное цветовоспроизведение.

Качество цветовоспроизведения, телевидение высокой четкости, цветные полосы, спектральные характеристики камеры, спектральные характеристики источников освещения, CAM02-UCS

Нынешний этап развития мирового прогресса в области телевидения требует непрерывного контроля качества работы сквозного телевизионного (ТВ) тракта. Контроль качества осуществляется также с использованием оптических и электронных испытательных таблиц (ОИТ и ЭИТ). Цифровая часть тракта не вносит заметных искажений, поэтому все источники искажений сосредоточены в аналоговой части ТВ-тракта до узлов цифровой обработки на передающей стороне и после узлов цифровой обработки на приемной стороне. Для объективной оценки качества цветопередачи в аналоговой части ТВ-тракта используют ОИТ.

Настоящая статья посвящена оценке искажений цветопередачи, возникающих вследствие несоответствия распределения энергии источника освещения по спектру стандартному белому D_{65} и несоответствия спектральной характеристики ТВ-камеры идеальной характеристике, обеспечивающей неискаженную цветопередачу, в системе телевидения высокой четкости (ТВЧ) со стандартными основными цветами, определенными в Рекомендации ITU-RBT.709.

Оценке искажений цветовоспроизведения посвящены работы Кустарева [1], Певзнера [2] и других авторов. В них предметом оценки в основном был механизм проявления искажений применительно к системам аналогового телевидения стандартной четкости. Отличительной чертой настоящей статьи является то, что в ней для оценки цветковых искажений в сквозном тракте системы ТВЧ проведено сравнение цветностей элементов, полученных считыванием ОИТ, с цветностями аналогичных элементов, генерируемых ЭИТ. Такое сравнение позволило сосредоточиться на искажениях цветности, вызываемых, во-первых, отличием спектральной характеристики источника освещения ОИТ от стандартного источника D_{65} и, во-вторых, отличием спектральных характеристик телевизионной камеры от стандартных. Это сопоставление проведено в равноконтрастном цветовом пространстве CAM02-UCS [3], являющемся надстройкой над равноконтрастным пространством модели цветовосприятия CIECAM02 [4].

Для оценки указанных искажений необходимо исходить из конкретной возможной реализации ОИТ, поскольку спектральные характеристики

ки таблицы являются основой оценки. Ключевая задача заключается в задании спектральных характеристик пропускания/отражения $S(\lambda)$ элементов ОИТ, соответствующих заданным цветам. Связь между этими характеристиками и цветовыми координатами элементов таблицы XYZ МКО-31 определяется выражениями

$$\begin{aligned} X &= K \int_{360}^{720} P(\lambda) S(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda; \\ Y &= K \int_{360}^{720} P(\lambda) S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda; \\ Z &= K \int_{360}^{720} P(\lambda) S(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda, \end{aligned}$$

где K – нормирующий коэффициент; $P(\lambda)$ – спектральное распределение энергии источника освещения; $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ – удельные цветовые координаты; λ – длина волны составляющих светового излучения, изменяющаяся в пределах 360...720 нм. Координатам X , Y , Z соответствуют координаты цветности

$$x_{\text{цв}} = X/M, \quad y_{\text{цв}} = Y/M, \quad z_{\text{цв}} = Z/M,$$

где $M = X + Y + Z$.

В качестве предельного варианта реализации ОИТ принята таблица, элементы которой соответствуют оптимальным цветам.

Ограничимся для задания ОИТ и ЭИТ набором цветов, включающим основные цвета системы ТВЧ (красный (R), зеленый (G), синий (B)), опорный белый (D_{65} (W)) и дополнительные цвета (желтый (Ye), голубой (C) и пурпурный (M)), а также цвета половинной насыщенности – $R_{0.5}$, $G_{0.5}$ и $B_{0.5}$. Координаты цветности r , g , b в системе основных цветов и координаты цветности x , y в си-

стеме МКО-31, а также преобладающая длина волны λ_* для каждого цвета представлены в табл. 1.

В качестве предельного варианта реализации ОИТ принята таблица, содержащая элементы оптимальных цветов первого и второго родов [5], представляющих собой равноэнергетические спектральные излучения в одном участке спектра:

$$S(\lambda) = \begin{cases} K, & \lambda \in \overline{\lambda_1; \lambda_2}; \\ 0, & \lambda \notin \overline{\lambda_1; \lambda_2} \end{cases}$$

– для цветов Ye, C, G, $G_{0.5}$ и в виде двух участков

$$S(\lambda) = \begin{cases} K, & \lambda \in \overline{\lambda_{360}; \lambda_1} \cup \lambda \in \overline{\lambda_2; \lambda_{720}}; \\ 0, & \lambda \notin \overline{\lambda_{360}; \lambda_1} \cap \lambda \notin \overline{\lambda_2; \lambda_{720}} \end{cases}$$

– для цветов R, $R_{0.5}$, B, $B_{0.5}$, M, где $\lambda_{360} = 360$ нм и $\lambda_{720} = 720$ нм – синяя и красная границы спектра. Для определения значений λ_1 , λ_2 автором настоящей статьи разработан алгоритм, основанный на минимизации расстояния:

$$\Delta E(\lambda) = \sqrt{(x_0 - x_{\text{цв}})^2 + (y_0 - y_{\text{цв}})^2},$$

где x_0 , y_0 – заданные координаты цвета.

В табл. 1 для цветов элементов таблиц приведены значения λ_1 , λ_2 , K , а также $L_{\text{цв}}$ (относительной яркости), соответствующие стандарту системы ТВЧ, по которым рассчитаны значения K . Положение точек цветности для данных цветов на плоскости координат цветности x , y приведено на рис. 1; на плоскости координат цветности a'_M , b'_M равноконтрастного цветового пространства CAM02-USC [6] – на рис. 2. Модели CIECAM02 и CAM02-UCS учитывают изменения цветовосприятия в зависимости от яркости стимула, поэтому на рис. 2 указаны позиции опорных цветов для различных значений яркости. Интервал измене-

Таблица 1

Параметр	Цвет									
	R	G	B	Ye	C	M	$R_{0.5}$	$G_{0.5}$	$B_{0.5}$	W
r	1.0	0	0	0.5	0	0.5	0.667	0.167	0.167	0.333
g	0	1.0	0	0.5	0.5	0	0.167	0.667	0.167	0.333
b	0	0	1.0	0	0.5	0.5	0.167	0.167	0.667	0.333
$L_{\text{цв}}$	0.213	0.715	0.072	0.464	0.394	0.142	0.272	0.524	0.202	1.000
x	0.64	0.30	0.15	0.4193	0.2246	0.3209	0.4403	0.3058	0.2242	0.3127
y	0.33	0.60	0.06	0.5053	0.3287	0.1542	0.3293	0.4758	0.1827	0.3290
λ_* , нм	611	547	464	569	491	–	611	547	464	–
λ_1 , нм	412	481	497	480	378	496	445	460	526	360
λ_2 , нм	584	592	660	609	591	585	545	608	612	720
$K \cdot 100$	0.823	0.869	0.858	0.908	0.929	0.875	0.439	0.560	0.574	0.00946

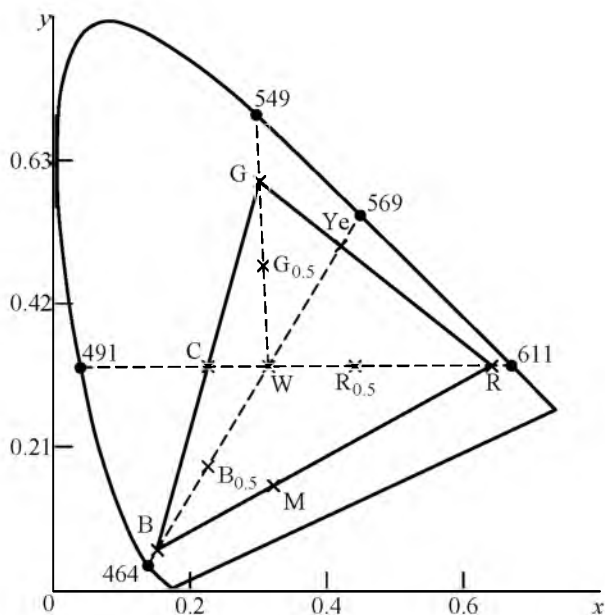


Рис. 1

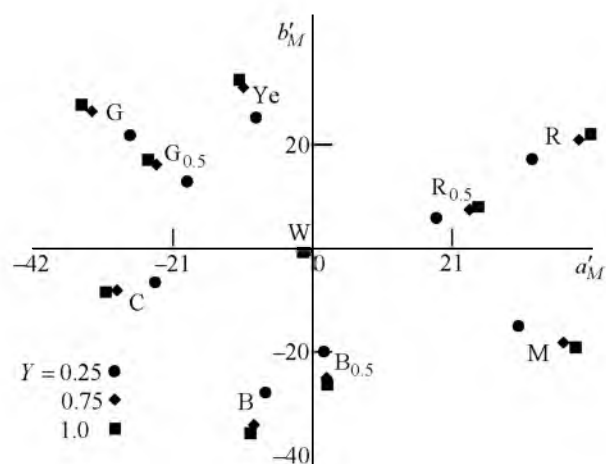


Рис. 2

ния яркости на обоих рисунках приведен к единице, как принято в работах по телевидению.

На рис. 3 представлены спектральные характеристики указанных оптимальных цветов.

Поскольку конкретный цвет может быть получен от излучений различного спектрального состава, однозначно задать ОИТ для оценки искажений цветопередачи, связанных с несовершенством спектральных характеристик, невозможно. Однако, оценивая искажения для возможных реализаций ОИТ, можно составить представление о возможном уровне искажений. При этом с целью повышения объективности оценок необходимо проводить их для нескольких вариантов реализации каждого

опорного цвета ОИТ при варьируемом спектральном составе. В настоящей статье представлены примеры оценки для двух вариантов ОИТ: ОИТ1, состоящей из элементов, имеющих при освещении стандартным источником D_{65} спектральные характеристики, представленные на рис. 3, и ОИТ2, элементы которой при том же условии освещения имеют спектральные характеристики, построенные на базе использования функции Гаусса (рис. 4).

Оценка искажений, связанных с несоответствием спектральных характеристик источников освещения спектру стандартного источника D_{65} и несоответствием спектральных характеристик камеры идеальным спектральным характеристикам, рассчитанным на неискаженную цветопередачу, проводилась сопоставлением изображений, соответствующих сигналам от ОИТ и ЭИТ, в равноконтрастном цветовом пространстве по структурной схеме, показанной на рис. 5. Полученные оценки представлены в равноконтрастном пространстве CAM02-USC. При представлении результатов индекс S характеризует принадлежность цвета стимула элементу модели ОИТ, индексы 1 и 2 – цвета изображений элементов модели на выходе тракта с искажениями и без искажений соответственно.

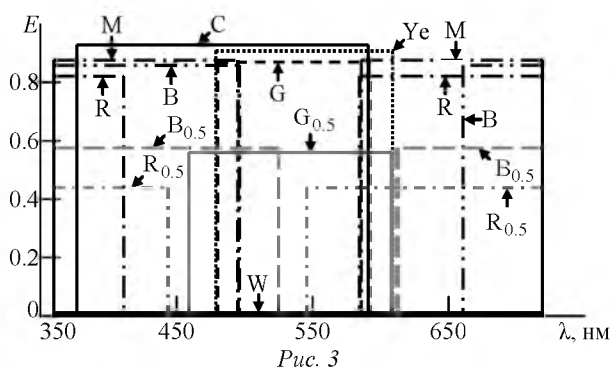


Рис. 3

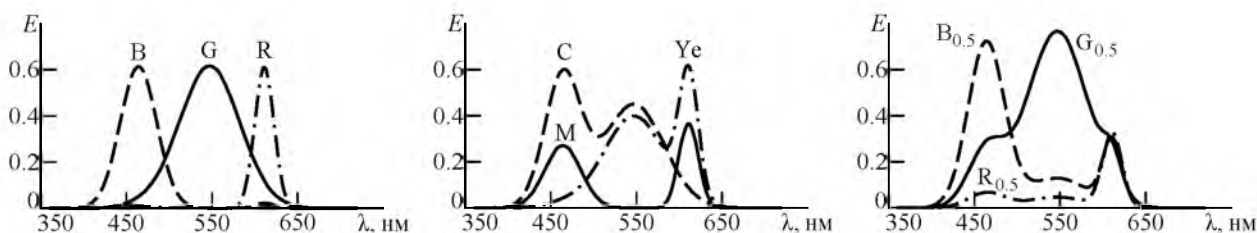


Рис. 4

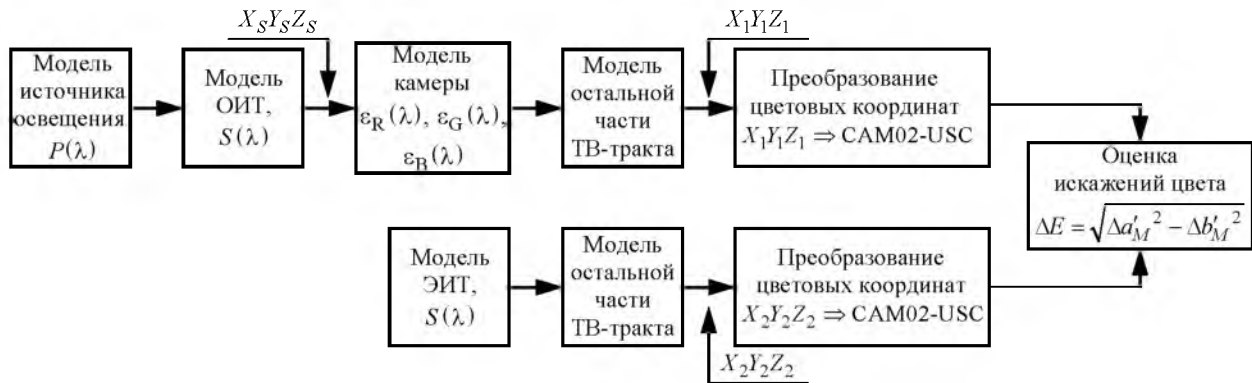


Рис. 5

Оценка искажений, возникающих вследствие несовершенства источника освещения, проведена для использования источников света FL3.15 и FL1 [7], по цвету свечения наиболее близких к стандартному источнику D_{65} . Координаты цветности x , y цветов ОИТ, освещаемых этими источниками, приведены в табл. 2. Оценки искажений ΔE в единицах МКО, представленные в равноконтрастном пространстве CAM02-UCS, рассчитанные для адаптирующей яркости $L_a = 50 \text{ кд/м}^2$, соответствующей яркости на белом $L_W = 250 \text{ кд/м}^2$ для средних условий наблюдения согласно определению [8], представлены в табл. 3 и на рис. 6, 7 для ОИТ1 и в табл. 4 и на рис. 8, 9 – для ОИТ2. На рисунках маркерами указаны позиции элементов ОИТ при освещении источником D_{65} , линиями – их смещение при смене источника освещения.

Из представленных результатов следует, что для различных цветов и различных уровней яркости искажения изменяются от незаметных (порог заметности порядка 3 ед. МКО) до значений, приближающихся к недопустимым (порядка 10 ед. МКО).

Искажения цветопередачи, возникающие за счет несоответствия спектральных характеристик камеры, исследованы путем оценки изменения цветов элементов ОИТ, возникающих в результате несоответствия спектральных характеристик

чувствительности реальной камеры $\bar{r}(\lambda)$, $\bar{g}(\lambda)$, $\bar{b}(\lambda)$ (черные кривые на рис. 10 для камеры, принятые в [9] в качестве эталонных) спектральным характеристикам идеальной камеры (серые кривые на рис. 10), соответствующим неискаженной цветопередаче при условии освещения стандартным источником D_{65} . Координаты цветности x , y цветов элементов ОИТ2, освещаемой источниками, приведены в табл. 5.

Оценки искажений ΔE в единицах МКО, представленные в равноконтрастном пространстве CAM02-UCS, рассчитанные для адаптирующей яркости $L_a = 50 \text{ кд/м}^2$ и средних условий наблюдения, при освещении стандартным источником освещения D_{65} (искажения возникают только за счет несовершенства характеристик камеры) представлены на рис. 11, при освещении источником FL3.15 – на рис. 12, источником FL1 – на рис. 13. В последних двух случаях искажения обусловлены несовершенством колориметрических характеристик как источника освещения, так и камеры. Численные результаты представлены в табл. 6.

В настоящей статье получены оценки верности цветовоспроизведения в системах ТВЧ для расширенного набора стандартных цветных полос. Использование стандартных цветных полос, нашедших применение в практике ТВ-вещания,

Таблица 2

Источник освещения	Координаты МКО	Цвет								
		R	G	B	Ye	C	M	R _{0.5}	G _{0.5}	B _{0.5}
		Цветовые координаты элементов ОИТ1								
FL3.15	<i>x</i>	0.6441	0.2878	0.1496	0.3388	0.2216	0.3249	0.4329	0.2988	0.2305
	<i>y</i>	0.3361	0.5953	0.0559	0.5571	0.3288	0.1541	0.3237	0.4706	0.1732
FL1	<i>x</i>	0.6255	0.3235	0.1467	0.3689	0.2450	0.3089	0.4131	0.3315	0.1995
	<i>y</i>	0.3537	0.5887	0.0469	0.5528	0.3366	0.1488	0.3408	0.4816	0.1491
		Цветовые координаты элементов ОИТ2								
FL3.15	<i>x</i>	0.6376	0.3252	0.1415	0.4195	0.2315	0.3194	0.4442	0.3059	0.2269
	<i>y</i>	0.3345	0.5825	0.0726	0.5062	0.3304	0.1665	0.3321	0.4801	0.1874
FL1	<i>x</i>	0.6303	0.3478	0.1445	0.4241	0.2521	0.3174	0.4419	0.3261	0.2342
	<i>y</i>	0.3414	0.5784	0.0660	0.5130	0.3435	0.1640	0.6421	0.4871	0.1926

Таблица 3

Y	Источник освещения	Цвет								
		R	G	B	Ye	C	M	R _{0.5}	G _{0.5}	B _{0.5}
		ΔE , ед. МКО								
0.25	FL3.15	2.3	1.8	0.6	3.2	0.5	0.8	1.0	1.2	3.8
	FL1	6.1	3.1	2.4	3.1	4.1	2.0	5.2	4.1	5.2
0.75	FL3.15	2.8	2.2	0.7	3.9	0.6	0.9	1.3	1.5	4.7
	FL1	7.3	3.7	2.9	3.8	4.9	2.4	6.3	5.1	6.2
1.00	FL3.15	3.0	2.3	0.7	4.1	0.7	1.0	1.3	1.6	5.0
	FL1	7.6	3.9	3.0	3.9	5.1	2.5	6.6	5.4	6.4

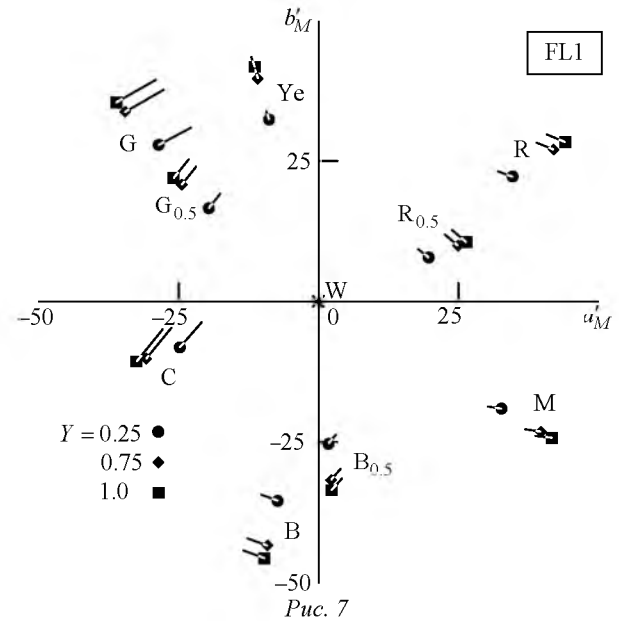
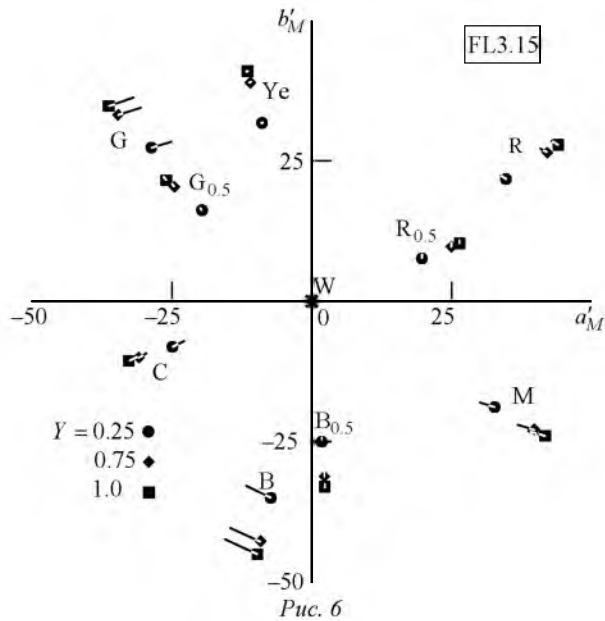
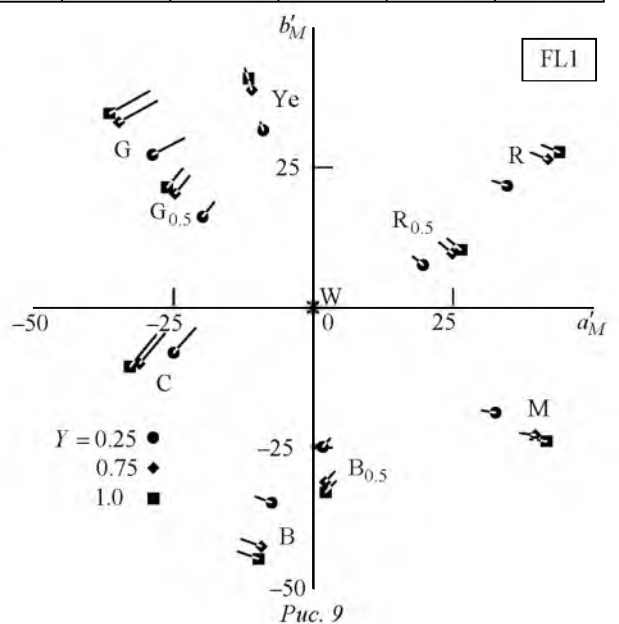
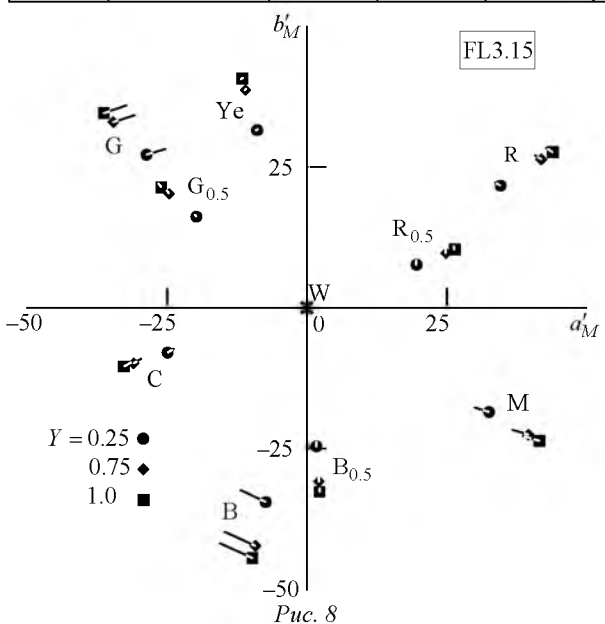


Таблица 4

Y	Источник освещения	Цвет								
		R	G	B	Ye	C	M	R _{0.5}	G _{0.5}	B _{0.5}
		ΔE , ед. МКО								
0.25	FL3.15	1.15	3.48	4.95	0.16	1.33	2.75	0.53	0.45	0.62
	FL1	2.83	6.52	3.13	1.60	5.89	2.56	2.47	3.30	2.11
0.75	FL3.15	1.38	4.15	6.08	0.19	1.56	3.12	0.67	0.54	0.73
	FL1	3.35	7.87	3.85	1.84	7.07	2.93	3.11	4.13	2.58
1.00	FL3.15	1.45	4.33	6.40	0.19	1.62	3.21	0.70	0.56	0.76
	FL1	3.50	8.23	4.05	1.90	7.39	3.03	3.29	4.36	2.72



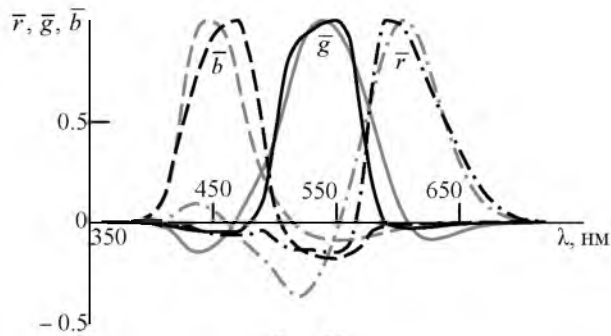


Рис. 10

колориметрические искажения при ограниченном требуемом ресурсе. Полученные оценки по своему уровню сопоставимы с оценками качества источников освещения в работах по колориметрии, в которых реализован индекс цветопередачи, оцениваемый по искажениям небольшого числа цветов.

В настоящей статье использован подход к определению спектральных характеристик цветов согласно правилу, обеспечивающему их необхо-

Таблица 5

Источник освещения	Координаты МКО	Цвет								
		R	G	B	Ye	C	M	R _{0.5}	G _{0.5}	B _{0.5}
D ₆₅	x	0.6458	0.3153	0.1434	0.3499	0.2248	0.2740	0.4269	0.2954	0.2244
	y	0.3138	0.5942	0.0490	0.5586	0.3258	0.1167	0.3614	0.4339	0.1847
FL3.15	x	0.6484	0.3126	0.1417	0.3466	0.2256	0.2756	0.4121	0.2952	0.2260
	y	0.3149	0.5870	0.0497	0.5526	0.3287	0.1186	0.3448	0.4349	0.1850
FL1	x	0.6449	0.3347	0.1341	0.3693	0.2387	0.2617	0.3909	0.3192	0.1986
	y	0.3164	0.5994	0.0431	0.5630	0.3394	0.1102	0.3613	0.4567	0.1646

позволяет в значительной мере упростить задачи как оценки, так и интерпретации характеристик систем ТВЧ, связанных с верностью цветопередачи, поскольку оценка осуществляется для ограниченного числа точек цветового пространства.

Использование равноконтрастного цветового пространства CAM02-UCS позволило полноценно оценить искажения цветопередачи в перцептуальном цветовом пространстве и тем самым сделало возможным их сопоставление с пороговыми значениями и уровнями допустимых искажений. Предложенная схема оценок верности цветопередачи сопоставлением цветов изображений ОИТ и ЭИТ в условиях, определяемых технологией цифрового ТВ, позволяет непосредственно оценивать

димые координаты цветности и заданный уровень относительной яркости и реализованному на примерах наборов оптимальных цветов и цветов, спектральные характеристики которых представляются в виде комбинации кривых, построенных на базе использования функции Гаусса.

Полученные оценки показывают, что для реализации цветов стандартных цветных полос в виде указанных наборов оценки могут различаться при различных возможных ситуациях. Это означает, что каждый из заданных цветов ОИТ должен формироваться в виде достаточного числа реализующих их метамеров, чтобы обеспечить достаточно представительные оценки.

Для реальных источников освещения, обеспечивающих наилучшую верность цветопередачи, но отличающихся по спектру от источника D₆₅, искажения могут быть достаточно велики (см. табл. 3, 4 и рис. 6–9). Эти искажения могут достигать значений, превышающих уровень заметности, а иногда приближаются к недопустимому.

В случае использования телевизионной камеры со спектральными характеристиками, отличающимися от спектральных характеристик, принятых в [9] за опорные, искажения могут возникать даже при источнике студийного освещения D₆₅, причем для некоторых цветов они могут иметь недопустимые значения (см. табл. 6 и рис. 11–13).

Полученные оценки демонстрируют роль и значение искажений цветовоспроизведения, возникающих в результате несоответствия источника освещения и спектральных характеристик каме-

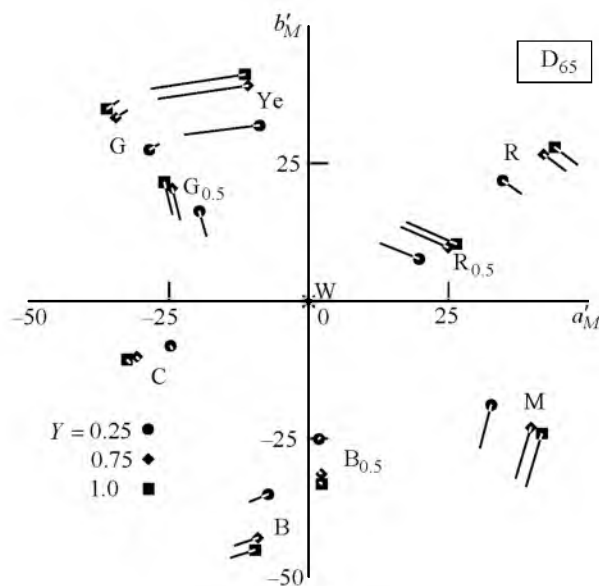


Рис. 11

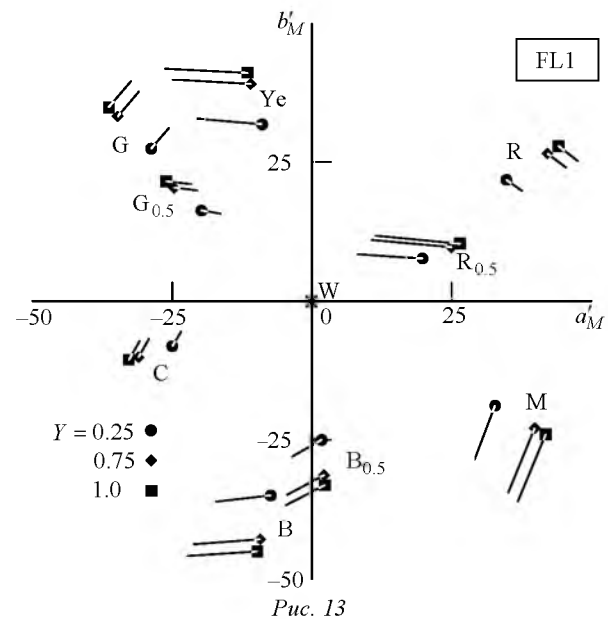
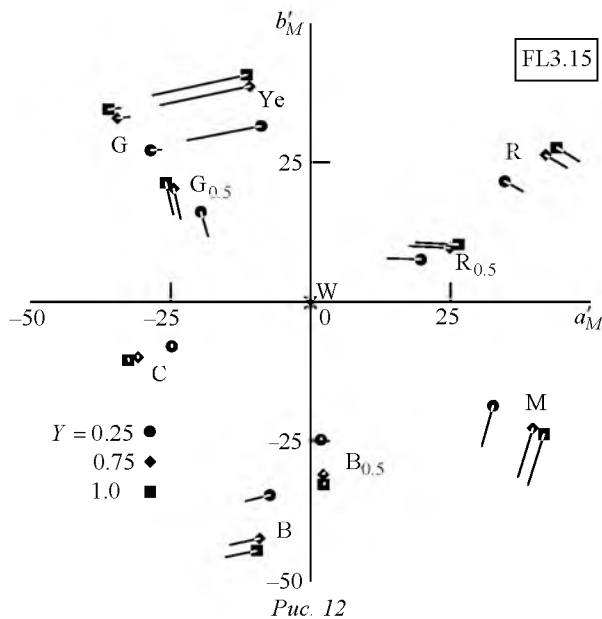


Таблица 6

Y	Источник освещения	Цвет								
		R	G	B	Ye	C	M	R _{0.5}	G _{0.5}	B _{0.5}
		ΔE , ед. МКО								
0.25	D ₆₅	4.1	2.0	3.7	13.5	0.5	7.9	7.4	4.7	0.3
	FL3.15	3.8	1.8	4.6	13.6	0.2	7.6	6.0	4.6	0.4
	FL1	3.5	4.8	10.0	11.8	3.1	10.4	11.6	3.4	6.0
0.75	D ₆₅	4.9	2.4	4.5	16.3	0.7	9.5	9.3	5.7	0.4
	FL3.15	4.5	2.1	5.6	16.4	0.2	9.2	7.3	5.6	0.4
	FL1	4.1	5.8	12.4	14.1	3.8	12.4	14.4	4.1	7.5
1.00	D ₆₅	5.2	2.5	4.82	17.1	0.7	9.9	9.8	6.0	0.4
	FL3.15	4.7	2.2	5.9	17.2	0.2	9.6	7.2	5.9	0.4
	FL1	4.4	6.2	13.1	14.7	4.0	13.0	15.2	4.3	7.9

ры, в системах ТВЧ для принятого упрощенного подхода к оценке цветопередачи. В дальнейшем исследования целесообразно продолжить в расширенном масштабе с использованием большего

числа метамеров для реализации цветов ОИТ и большего набора характеристик источника освещения, а также более широкого спектра искажений спектральных характеристик ТВ-камер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кустарев А. К. Колориметрия цветного телевидения. М.: Связь, 1967. 336 с.
2. Певзнер Б. М. Качество цветных телевизионных изображений. 2-е изд. М.: Радио и связь, 1988. 224 с.
3. Ronnier M. L., Cui Guihua, Li Changjun. Colour appearance model // Colour research and appl. 2005. Vol. 31, iss. 4. P. 255–290.
4. A colour appearance model for color management systems: CIECAM02 // CIE technical report 159:2004. CIE. Geneva, 2004. 15 p.
5. Телевидение: учеб. для вузов / В. Е. Джакония, А. А. Гоголь, Я. В. Друзин и др.; под ред. В. Е. Джаконии. 3-е изд. М.: Радио и связь, 2004. 616 с.
6. Гофайзен О. В., Пилявский В. В. Характеристики кольоросприйняття ТВ зображень: адаптивні властивості сприйняття // Цифрові технології. 2011. Вип. 9. С. 85–105.
7. Colorimetry. 3d ed. // CIE Technical report CIE 15.3:2004. CIE. Geneva, 2004. 72 p.
8. Fairchild M. D. Color appearance models. 3th ed. Chichester: Wiley-IS&T, 2013. 440 p.
9. Development of a "standard" television camera model implemented in the TLCI-2012 // EBU TECH 3353. EBU. Geneva, 2012. 17 p.

V. V. Pilyavskiy

Odessa national academy of telecommunications n. a. O. S. Popov,
Ukrainian scientific research institute of radio and television**An evaluation of color reproduction distortion in high definition television path
with use of color bar signals**

The analysis of the method of estimation of a color transmission quality of a television path "from light to light" with use of the optical and electronic test tables created from standard color bars for the high definition television system is carried out. Primary colors realizations in the form of the optimum and real colors which spectral characteristics determined by the developed for this purpose algorithm are used for the optical test table. Examples of estimates of the color transmission discrepancies arising owing to mismatch of a studio lighting source to standard white D_{65} , and also mismatch of spectral characteristics of the camera to ideal characteristics in case of which the undistorted color reproduction, expressed by length of vectors of colors points shift in constant contrast color space would be provided are given

Color reproduction quality, HDTV, color bars, spectral characteristics of the camera, spectral characteristics of lighting sources, CAM02-UCS

Статья поступила в редакцию 6 мая 2014 г.

УДК 621.391

Р. В. Подрезов, М. А. Райфельд

Новосибирский государственный технический университет

**Ранговый метод проверки однородности изображений
в задаче бинаризации¹**

Предложен статистический метод проверки гипотезы однородности изображений, состоящих из точек одного яркостного класса, против альтернативы – изображений, состоящих из точек двух яркостных классов. Условные плотности вероятности наблюдений классов, а также количество их элементов заранее неизвестны. Приведены характеристики алгоритма принятия решения об однородности, полученные с использованием метода статистического моделирования.

Проверка однородности, непараметрический алгоритм, пороговая обработка, ранговая статистика

Для решения многих практических задач требуется проведение сегментации изображения по яркостному признаку. Существует разнообразие методов сегментации, применяемых в условиях априорной неопределенности относительно распределений яркостей классов [1], [2]. Среди них из-за простоты применения можно отметить гистограммные методы, требующие лишь одного прохода по пикселям изображения. Однако они имеют и свои недостатки, такие как требование хорошей различимости мод и унимодальных классов [3]. Ряд недостатков гистограммных методов, как показано в [4], преодолевается применением ранговой сегментации.

Важным моментом является принятие решения об однородности изображения до выполнения процедуры сегментации. Под указанной задачей подразумевается определение того, состоит ли изображение из областей двух классов или все его точки при-

надлежат одному классу и сегментация изображения не имеет смысла. Ввиду применения ранговой бинаризации [4] представляет интерес проверка гипотезы однородности против сложной альтернативы – выборки, составленной из двух классов. Параметрами альтернативы являются количества элементов фона в рабочей выборке k и в изображении в целом l .

Неоднородность двухклассового изображения означает, что вероятность принадлежности яркостному классу ω_i наугад взятой точки из некоторой области изображения отличается от соответствующей вероятности для изображения в целом. Предположим, что изображение состоит из l точек класса ω_1 и $n-l$ точек класса ω_2 . Предположим также, что яркость любой точки x_j класса ω_2 больше яркости любой точки x_i класса ω_1 (т. е. плотности

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (государственное задание № 2014/138, проект № 1176).