

ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра радиоэлектронных устройств и систем

557-2015

ИЗУЧЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА

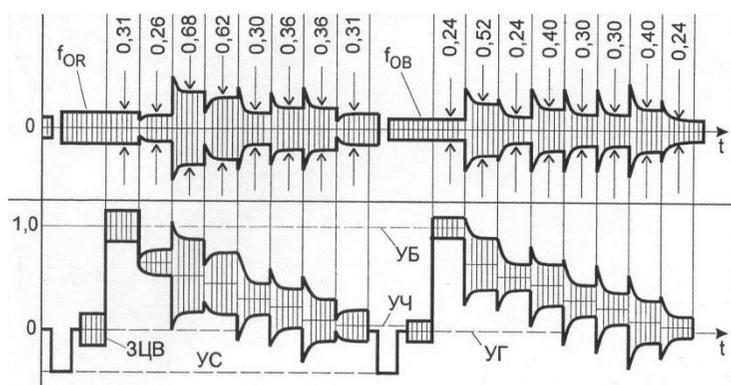
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе по дисциплинам
«Основы телевидения»,
«Основы телевидения и видеотехники»
и «Телевизионная техника»

для студентов

направлений 11.03.01, 11.04.01 «Радиотехника»
и специальности

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»
всех форм обучения



Воронеж 2015

Составитель доцент И.А. Зеленин

УДК 621.397.132 (07)

Изучение телевизионного сигнала: методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Основы телевидения», «Основы телевидения и видеотехники» и «Телевизионная техника» для студентов направлений 11.03.01, 11.04.01 «Радиотехника» и специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. И.А. Зеленин. Воронеж, 2015. 60 с.

Методические указания содержат домашнее и лабораторное задания, рекомендации по их выполнению. Представлены основные теоретические сведения и справочный материал по структуре, форме и параметрам сигналов вещательного телевидения, а также испытательных сигналов, формируемых электрическим способом. Приведены конкретные примеры типов сигналов и расчета их параметров.

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2010 и содержатся в файле Зеленин_ИА_ПЦВС.pdf.

Ил. 18. Табл. 2. Библиогр.: 5 назв.

Рецензент канд. техн. наук, доц. А.С. Самодуров
Ответственный за выпуск зав. кафедрой д-р физ.-мат. наук, проф. Ю.С. Балашов

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015

1. ОБЩИЙ ПОРЯДОК И ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1. Перед выполнением *цикла* лабораторных работ студенты обязаны пройти инструктаж по технике безопасности у преподавателя, ведущего лабораторные занятия, и расписаться в контрольном листе (журнале).

1.2. До начала лабораторного занятия каждому студенту необходимо выполнить домашнее задание (согласно своему варианту) и показать его в начале занятия преподавателю. К выполнению лабораторного задания допускаются студенты, полностью подготовившие домашнее задание и правильно ответившие на его контрольные вопросы.

1.3. Лабораторная работа выполняется бригадой из двух-трех человек. При этом некоторым бригадам преподаватель может предложить выполнение разных работ.

1.4. Работа считается законченной после одобрения преподавателем результатов проведенных экспериментов, представленных студентом в графическом виде.

1.5. По мере проведения лабораторных занятий студенты отчитываются на них по проделанным работам. Студент, не защитивший одну и более работ, к дальнейшему выполнению работ не допускается.

1.6. Отчеты по лабораторным работам оформляются и представляются к защите индивидуально каждым членом бригады.

1.7. Отчеты оформляют в соответствии с требованиями стандарта СТП ВГТУ 62-2007. При этом отчеты можно выполнить рукописным способом на белой бумаге формата А4 или в общей тетради (в клетку) разборчивым почерком. Структурные и функциональные схемы выполняют в соответствии с действующими стандартами ЕСКД.

При исследовании периодических сигналов необходимо, чтобы осциллограмма содержала один или два периода этого сигнала. На всех осциллограммах следует провести координатные оси, обозначив величины, отложенные по осям, а также нулевые значения напряжений (токов). Измеренные параметры сигналов следует указывать непосредственно на осциллограммах.

1.8. После окончания всех работ успешно защищенные письменные отчеты сдают преподавателю.

2. ОСОБЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Проверьте наличие и надежность присоединения корпусов лабораторного стенда и измерительных приборов к шине нулевого потенциала.

2.2. Включать лабораторный стенд (телевизор) и измерительные приборы в электрическую сеть можно только с разрешения преподавателя или лаборанта, ведущего занятия.

2.3. В случае появления на экране кинескопа яркой линии (узкой полосы) или яркой сфокусированной точки немедленно выключите телевизор (во избежание прожога кинескопа); при наблюдении на экране электронно-лучевой трубки осциллографа неподвижной точки необходимо установить минимальную яркость (с той же целью).

2.4. При возникновении неисправности в работе телевизора, приведшей к пропаданию свечения кинескопа, не производите повторного его включения.

2.5. О всех замеченных нарушениях в работе стенда и приборов, а также их неисправностях сообщите преподавателю или лаборанту.

2.6. Пользуйтесь только теми органами управления и регулировки, назначение которых вы четко представляете.

2.7. Включение и выключение тумблеров, переключение штекеров и соединителей производите одной рукой.

2.8. Во всех случаях работы с включенным телевизором пользуйтесь инструментом с изолированной ручкой.

2.9. Особую осторожность соблюдайте в обращении с кинескопом: предохраняйте его от ударов, царапин и других механических воздействий, которые могут вывести кинескоп из строя. При выходе кинескопа из строя по причинам, указанным в данном пункте, студент обязан в течение месяца возместить материальный ущерб (ст. 119 КЗОТ РФ): вернуть рабочий кинескоп с параметрами, соответствующими требованиям ГОСТа на данный тип кинескопа.

2.10. Не переносите измерительные приборы с одного рабочего места на другое.

2.11. По окончании выполнения лабораторной работы поставьте все органы управления и регулировки в положения, которые они занимали перед началом работы, отключите электропитание и приведите свое рабочее место в надлежащий порядок.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

2.1. Выполнять лабораторную работу при отсутствии заземления (зануления) корпусов стенда и приборов.

2.2. Включать телевизор в электросеть при снятой задней стенке (за исключением случаев, предусмотренных методическим руководством).

2.3. Устанавливать яркость подсвета экрана осциллографа больше яркости линии сигнала.

2.4. Вставлять и вынимать вилку сетевого кабеля при включенной кнопке (тумблере) «СЕТЬ». При подключении осциллографа к сети ручка «*» («ЯРКОСТЬ») должна находиться в крайнем левом положении.

2.5. Касаться руками (при включенной аппаратуре) одновременно токоведущих элементов (в основном штекерных гнезд, расположенных на передней панели) и заземленных корпусов стенда и приборов.

2.6. Замыкать выводы радиоэлементов и штекерные гнезда перемычками или какими-либо соединительными проводами на корпус или между собой (кроме случаев, предусмотренных в методическом руководстве).

2.7. Вскрывать стенд и устранять самостоятельно неисправности. Категорически запрещено применять самодельные предохранители.

В остальном при выполнении лабораторной работы следует руководствоваться типовыми правилами техники безопасности кафедры радиоэлектронных устройств и систем и «Инструкцией по технике безопасности при выполнении лабораторных работ».

3. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

3.1. Цель работы:

- изучение телевизионных (ТВ) испытательных сигналов и сигналов вещательного телевидения;

- практическое освоение методов измерения параметров ТВ сигнала;

- экспериментальное исследование влияния изменений параметров составляющих ТВ испытательного сигнала на его форму и качество изображения на экране телевизора.

3.2. При выполнении домашнего задания студенты должны изучить назначение составляющих, уровни и форму стандартного полного цветового ТВ сигнала (ПЦТС) (видео-сигнала – ПЦВС) и рассчитать параметры сигнала вертикальных цветных полос.

В процессе выполнения лабораторного задания студенты снимают осциллограммы различных видов ТВ испытательных сигналов, а также сигналов вещательного телевидения; измеряют амплитуды, временные и частотные параметры этих сигналов; изучают влияние отдельных составляющих

ТВ испытательного сигнала на его форму и качество воспроизводимого ТВ изображения.

3.3. Для выполнения работы используют следующие приборы и оборудование:

- лабораторный стенд на базе цветного телевизора ЗУСЦТ;
- телевизионный тестовый прибор «Ласпи ТТ-03»;
- осциллограф с блоком выделения ТВ строки С1-81.

4. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

4.1. Изучить назначение составляющих, уровни и формы стандартных видеосигналов ПЦВС систем SECAM и PAL.

4.2. Изучить сигналы:

- белого, сетчатого, точечного и шахматного полей;
- серой шкалы (градационного клина);
- вертикальных и горизонтальных цветных полос;
- испытательных строк, вводимых в видеосигнал во время обратного хода по полю.

4.3. Рассчитать амплитуды сигналов яркости (E'_Y), цветоразностных (E'_{R-Y} , E'_{B-Y} , D'_R , D'_B), цветности (E_{UR} , E_{UB}); определить текущие значения девиаций частот ($\Delta f'_R$, $\Delta f'_B$) и частот цветковых поднесущих (f_R , f_B). Построить форму сигналов основных цветов (E'_R , E'_G , E'_B) и рассчитанных сигналов, а также полного цветкового видеосигнала системы SECAM для одной строки изображения вертикальных цветных полос согласно данным своего варианта (табл. 1).

В табл. 1 приняты следующие обозначения цвета полос: Б – белый, СС – светло-серый, ТС – темно-серый, Ж – желтый, Г – голубой, З – зеленый, П – пурпурный, К – красный, С – синий, Ч – черный.

4.4. Рассчитать верхнюю граничную частоту видеосигнала согласно данным своего варианта (табл. 2).

4.5. Изучить правила эксплуатации (подготовку и проведение измерений) измерительных приборов, используемых в данной работе.

Таблица 1

Номер варианта	Строка	Цвет полос			
		Б	Ж	Г	З
01	Р	Б	Ж	Г	З
02	В	СС	П	Ж	К
03	Р	Ч	С	Ж	Г
04	В	Б	Ж	Г	З
05	Р	ТС	П	Ж	К
06	В	Ч	С	Ж	Г
07	Р	Б	П	К	С
08	В	СС	Г	С	З
09	Р	Ч	К	З	П
10	В	Б	П	К	С
11	Р	ТС	Г	С	З
12	В	Ч	К	З	П

Начать выполнение задания (*n. 4.1*) следует с изучения полного видеосигнала: его уровней, состава, формы [1, с. 50-52; 2, с. 107; 3, с. 118-122]. При этом обратите внимание на необходимость и особенность выполняемых в процессе формирования ПЦВС операций. С терминологией, используемой для обозначения сигналов в отечественной системе вещательного телевидения, можно ознакомиться в [4] и приложении 1 данного руководства.

Изучить сигналы белого, сетчатого, точечного и шахматного полей (*n. 4.2*) можно на основе анализа материала из приложения 2 руководства. Описание сигналов и изображений цветных полос представлено также в приложении 2 и [1, с. 270-271, 280-281].

Вводимые на телецентре сигналы испытательных строк достаточно подробно рассмотрены в [1, с. 585-588; 3, с. 385-388].

Таблица 2

Наименование параметра	Вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Число строк разложения, Z	405	525	625	819	1125	1249	525	625	1250	405	819	1125
Число полей (кадров) в секунду, n	50	60	50	50	60	50	(60)	(50)	(50)	(50)	(50)	(60)
Формат кадра, K_{Φ}	4:3	4:3	4:3	4:3	16:9	16:9	1:1	5:4	2:1	1:1	5:4	5:3
Коэффициент Келла, p	0,78	0,75	0,81	0,75	0,78	0,85	0,75	0,82	0,85	0,78	0,83	0,75
Относительная длительность гасящего импульса: строк, α	0,16	0,17	0,18	0,16	0,19	0,17	0,16	0,19	0,18	0,17	0,19	0,16
полей (кадров), β	0,07	0,09	0,08	0,07	0,09	0,08	0,07	0,09	0,07	0,08	0,09	0,07
Развертка	Чересстрочная						Построчная					

При выполнении *n. 4.3* необходимо рассчитать амплитуды цветоразностных (красного и синего) сигналов, а также яркости и цветности, текущее значение девиации частоты поднесущей и ее амплитуды при условии использования сигнала вертикальных цветных полос типа 100/0/75/0. Расчет производите по формулам из приложения 3.

При построении формы ПЦВС покажите на рисунке строчный синхронизирующий и гасящий импульсы, отметьте числовые значения длительностей и периодов их следования, а также значения уровней черного, белого, гашения и синхронизации в соответствии с действующим стандартом [5] и рисунком из приложения 4. Считайте, что светло-серому в изображении соответствует уровень, расположенный на (20...25) % ниже уровня белого, а темно-серому – на (20...25) % выше уровня черного. Форму сигнала покажите в позитивной полярности.

Расчет уточненного значения максимальной (высшей) частоты видеосигнала (*n. 4.4*) выполняйте по формуле (3.6) [1, с. 57]. При этом помните, что коэффициенты относительных потерь на гасящие интервалы вычисляются по формулам: $\alpha = t_{СГИ} / T_C$, $\beta = t_{ГИП} / T_{II}$, где $t_{СГИ}$ и $t_{ГИП}$ – длительности гасящих импульсов по строке и по полю (кадру), T_C и T_{II} – периоды строк и полей (кадров) соответственно. Учтите также, что термины «поле» и «кадр» указывают здесь на применение соответственно чересстрочной и построчной разверток. Коэффициент Келла p учитывает некоторое снижение вертикальной четкости из-за строчной структуры телевизионного изображения.

Литература по правилам эксплуатации используемых в данной работе измерительных приборов (*n. 4.5*) находится в лаборатории телевидения и видеотехники.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ

- 5.1. Перечислите составляющие полного цветового видеосигнала.
- 5.2. Поясните назначение каждой составляющей сигнала ПЦВС.
- 5.3. Нарисуйте форму стандартного ПЦВС на интервале двух строк.
- 5.4. Укажите временные параметры ПЦВС согласно действующему в настоящее время стандарту.
- 5.5. Какие требования предъявляют к форме синхронизирующих и гасящих сигналов?
- 5.6. Назовите уровни ПЦВС. Каковы их значения (в процентах или относительных единицах)?
- 5.7. Поясните структуру стандартного сигнала на интервале гасящего импульса поля.

5.8. Какую функцию выполняют уравнивающие импульсы и врезки? (Ответ поясните с помощью рисунка).

5.9. Чему равны частоты повторения уравнивающих импульсов и врезок?

5.10. Каково назначение сигналов цветовой синхронизации и в какие интервалы времени их передают?

5.11. Чему равны периоды кадровой и строчной разверток?

5.12. От чего зависит верхняя граничная частота видеосигнала? Поясните возможные пути сокращения этой частоты.

6. ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

6.1. Просмотреть, зарисовать, измерить амплитуды, уровни и временные параметры (период следования, длительность) следующих сигналов:

- а) синхронизации и гашения;
- б) белого, сетчатого, точечного и шахматного полей;
- в) горизонтального и вертикального градиационного клина (серой шкалы);
- г) вертикальных и горизонтальных цветных полос;
- д) цветовой синхронизации;
- е) красного, зеленого и синего полей;
- ж) принимаемых ТВ программ (эфирных сигналов).

6.2. Проанализировать сигнал вещательного телевидения.

6.3. Оценить параметры ТВ тракта по сигналам испытательных строк.

6.4. Изучить влияние синхронизирующих и гасящих импульсов, а также сигналов цветовой синхронизации на форму ПЦВС и качество воспроизводимого ТВ изображения.

Сначала ознакомьтесь с лабораторным стендом, назначением кнопок и ручек управления телевизором, осциллографом

и тестовым прибором, контрольных точек для подключения осциллографа. Затем подайте напряжение питания на лабораторный стенд (включите телевизор, тестовый прибор и осциллограф). Подключив выход тестового прибора ко входу телевизора, добейтесь устойчивого изображения серой шкалы на экране кинескопа. По этому изображению установите нормальные яркость и контраст соответствующими ручками на передней панели телевизора. По изображению сетчатого поля проверьте правильно ли установлены его центровка, размер и линейность. В случае необходимости подрегулируйте соответствующими построечными резисторами на передней панели стенда. После этого переходите к выполнению п. 6.1 лабораторного задания.

П Р И М Е Ч А Н И Е. Операции по измерению параметров сигналов необходимо выполнять при двух режимах развертки осциллографа: *по строке* и *по полю*. В первом случае следует установить период горизонтальной развертки осциллографа примерно равным длительностям одной или двух строк разложения, во втором – одному полю. При этом все сигналы, вырабатываемые тестовым прибором, можно подавать на телевизор и осциллограф поочередно, либо сначала выполнить измерения параметров всех сигналов при развертке по строке, а затем – по полю.

Для детального исследования сигналов во время обратного хода по полю (например, синхронизирующих импульсов полей, сигналов цветовой синхронизации системы SECAM) следует использовать осциллограф в режиме выделения ТВ строки.

Измерить параметры строчных и полевых синхронизирующих (ССИ и СИП) и гасящих импульсов (п. 6.1, а) можно при воспроизведении изображения белого поля. В строчном синхроимпульсе ССИ измерьте длительности фронта ($t_{фр}$) и спада (t_{cn}) (на уровнях 0,1 и 0,9); рассчитайте верхнюю граничную частоту канала синхронизации $f_{ВКС}$ по формуле:

$f_{ВКС} = 0,35/t_{фр}$. По измеренной длительности строчных синхроимпульсов (на уровне 0,5) и периоду их следования рассчитать скважность и частоту повторения этих импульсов. Затем снимите осциллограммы синхросигналов для нечетного и четного полей с врезками и уравнивающими импульсами; измерьте перекося горизонтальной части синхроимпульсов полей СИП; рассчитайте скважность и частоты повторения СИП, уравнивающих импульсов и врезок. После этого необходимо снять осциллограммы гасящих импульсов строк (СГИ) и полей (ГИП). Определите по осциллограммам частоты их повторения ($f_{СГИ}$ и $f_{ГИП}$) и рассчитайте относительные длительности ($\Delta t_{СГИ}$ и $\Delta t_{ГИП}$) по формулам: $\Delta t_{СГИ} = t_{СГИ} / T_{СГИ}$, $\Delta t_{ГИП} = t_{ГИП} / T_{ГИП}$, где $t_{СГИ}$ и $t_{ГИП}$ – длительности строчных и полевых гасящих сигналов (измеренные по осциллограммам), а $T_{СГИ}$ и $T_{ГИП}$ – измеренные периоды следования гасящих импульсов строк и полей соответственно. Сравните полученные данные параметров синхронизирующих и гасящих сигналов со стандартными значениями.

При изучении сигнала сетчатого поля (*н. 6.1,б*) обратите внимание на иногда неодинаковые амплитуды импульсов вертикальных и горизонтальных линий, а также на различные яркости этих линий на экране кинескопа. Сравните количество импульсов, укладываемых на активных интервалах строк и полей, с числом вертикальных и горизонтальных линий на экране телевизора. В случае несовпадения определите причину.

В сигнале серой шкалы (*н. 6.1,в*) определите число ступеней напряжения на осциллограмме и сравните его с количеством воспроизводимых градаций яркости ТВ изображения.

При исследовании сигнала вертикальных цветных полос (*н. 6.1,г*) сначала зарисуйте осциллограмму сигналов системы SECAM для двух соседних строк. Обратите внимание на раз-

ную их форму и размахи сигналов цветности. Для определения в этом случае формы и значений уровней яркостного сигнала отключите сигнал цветности или цветовой синхронизации (СЦС) соответствующей кнопкой в тестовом приборе. Затем повторите операцию для сигнала системы PAL.

После этого снимите осциллограммы сигналов цветовой синхронизации (*н. 6.1,д*) систем SECAM и PAL, а также красного, зеленого и синего полей (*н. 6.1,е*).

Изучение сигнала принимаемой ТВ программы (эфирного сигнала) (*н. 6.2*) начните со сравнения формы видеосигнала какой-нибудь активной строки с соответствующим распределением яркости на ТВ изображении. Проанализируйте таким образом несколько строк с различным распределением яркости, используя для этого блок выделения ТВ строки. После этого сопоставьте форму ТВ сигнала на активном интервале поля с яркостью и контрастом всего ТВ изображения. Определите на осциллограмме участок, соответствующий верхней части изображения на экране телевизора. Затем переходите к детальному изучению синхроимпульсов полей, сигналов цветовой синхронизации и сигналов испытательных строк (*н. 6.3*). Измерьте отношение сигнал-помеха, линейные и нелинейные искажения ТВ тракта по сигналам испытательных строк.

О влиянии синхросигналов, уравнивающих импульсов, гасящих сигналов и сигналов цветовой синхронизации на форму ПЦВС и качество изображения (*н. 6.4*) можно убедиться при поочередном исключении этих составляющих из ПЦВС. Влияние первых двух составляющих оцените по устойчивости синхронизации ТВ изображения, третьей – по изменению контраста (при отсутствии строчных гасящих импульсов) и появлению белых наклонных линий на изображении (если исключены гасящие импульсы полей), четвертой – по пропаданию цветного изображения. Кроме того, амплитуды строчных синхроимпульсов и (или) синхроимпульсов по-

лей можно плавно уменьшать соответствующими регулировочными элементами в тестовом приборе или телевизоре.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОМУ ЗАДАНИЮ

7.1. Какие существуют различия между полным цветным видеосигналом, формируемым на телецентре, и сигналом, полученным от тестового прибора «Ласпи ТТ-03»?

7.2. Что представляют собой сигналы испытательных строк, вводимые (на телецентре) в полный видеосигнал во время гасящего импульса поля?

7.3. Поясните назначение всех испытательных сигналов, вырабатываемых тестовым прибором.

7.4. Охарактеризуйте сигналы белого, сетчатого, точечного и шахматного полей. Какие существуют различия между реальными (формируемыми тестовым прибором) и идеальными такими сигналами и в чем причина?

7.5. Нарисуйте форму яркостного сигнала для предложенного преподавателем изображения вертикальных (горизонтальных) цветных полос.

7.6. Опишите методы измерения уровней в полном видеосигнале и отношения сигнал-помеха.

7.7. Расскажите о методах измерений линейных искажений в процессе ТВ передачи и необходимых в этом случае испытательных сигналах.

7.8. Охарактеризуйте методы измерений нелинейных искажений ТВ тракта. Какие требуются для этого испытательные сигналы?

7.9. Какие появляются искажения ТВ изображения при отсутствии строчных гасящих импульсов? А при отсутствии гасящих импульсов полей?

7.10. Как влияет на воспроизводимое изображение уменьшение амплитуды синхроимпульсов?

7.11. Опишите принцип действия блока выделения ТВ строки в осциллографе С1-81.

7.12. Как при помощи осциллографа С1-81 просмотреть синхроимпульсы для четного и нечетного полей?

7.13. Как отличить на осциллограмме синхроимпульсы четного и нечетного полей в стандартном видеосигнале (т.е. при наличии врезок и уравнивающих импульсов, следующих с двойной строчной частотой)?

7.14. Нарисуйте изображения, которые будут воспроизведены на экране телевизора при последовательной модуляции токов лучей импульсными напряжениями с частотами: $f_{\Pi}, 2f_{\Pi}, 3f_{\Pi}, \dots, k \cdot f_{\Pi}; f_{\Sigma}, 2f_{\Sigma}, 3f_{\Sigma}, \dots, k \cdot f_{\Sigma}$, где f_{Π} и f_{Σ} – частоты полей и строк соответственно; k – любое целое положительное число.

7.15. Определить, какую форму и частоту имеет модулирующий сигнал, поступающий на кинескоп, если на его экране воспроизводится 10 белых и черных вертикальных (горизонтальных) полос (5+5). Время обратного хода развертки не учитывать.

8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

8.1. Результаты выполнения домашнего задания (пп. 4.3, 4.4) и лабораторного (пп. 6.1-6.4) заданий.

Осциллограммы напряжений должны быть выполнены в двух временных масштабах (по строке и по полю) одна под другой с соблюдением синфазности процессов.

8.2. Краткие выводы по каждому пункту выполненного лабораторного задания и по работе в целом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО ТЕЛЕВИЗИОННЫМ СИГНАЛАМ

Активная часть видеосигнала – *Active Video* – информационная часть видеосигнала, соответствующая отображаемой на экране воспроизводящего устройства визуальной информации (видимому телевизионному изображению).

Аналоговый видеосигнал – *Analog Video Signal* – телевизионный сигнал, амплитуда которого в диапазоне между уровнями черного и белого изменяется практически непрерывно в зависимости от освещенности передаваемого объекта при формировании сигнала с помощью преобразователей свет-сигнал и только непрерывно при его формировании электрическим способом (например, в устройствах формирования измерительных сигналов). В последнем случае сигнал описывается (на интервале активной части строки) только непрерывными функциями.

Видеосигнал – *Video Signal* – широкополосный электрический сигнал, содержащий информацию о телевизионном изображении и связанной с ним информации и занимающий исходную полосу видеочастот $\Delta f = f_B - f_I$. Нижняя частота видеосигнала (f_H) ограничивается частотой полей, которая в зависимости от стандарта телевизионного вещания составляет 50 или 60 Гц, а верхняя (f_B) находится в пределах от 4,2 до 6,0 МГц. С учетом частоты постоянной составляющей видеосигнала ($f_{ПС} = 0 \dots 3$ Гц) отечественным стандартом установлено $f_H = 0$ Гц, $f_B = 6$ МГц и $\Delta f = 6$ МГц. Видеосигнал является информационной частью полного видеосигнала.

Вещательный видеосигнал формируется преобразователем свет-сигнал (оптикоэлектронным преобразователем), роль которого в настоящее время обычно выполняет *фоточувствительный прибор с зарядовой связью* (ФПЗС). Измерительный (испытательный) видеосигнал синтезируется электрическим способом (без ФПЗС).

Видеосигнал, несущий информацию о черно-белом изображении, называют *яркостным* сигналом и обозначают буквами E_Y или Y .

Гасящие импульсы строк (полей) – импульсы напряжения прямоугольной формы строчной (полевой) частоты, обеспечивающие гашение (запирание) развертывающих лучей в преобразователях свет-сигнал и сигнал-свет во время обратного хода строчной (полевой) развертки.

При использовании в качестве преобразователей электронно-лучевых трубок на передающей стороне эта операция необходима для того, чтобы электронный луч не считывал заряды и не оставлял следов на фотомишени.

На экране телевизора или монитора след обратного хода луча должен быть невидимым. Это позволяет исключить паразитную засветку экрана и, соответственно, снижение контраста изображения, а также появление светлых наклонных линий.

Импульсы гашения являются одной из составляющих полного видеосигнала и передаются вместе с ним. Они образуют постоянный уровень в видеосигнале во время обратных ходов разверток и служат пьедесталами, на которые помещают синхроимпульсы разверток и сигналы цветовой синхронизации. Уровень гашения практически соответствует уровню черного, что позволяет использовать его в качестве фиксирующего. Длительность гасящих импульсов должна быть больше длительности синхронизирующих во избежание «заворота» изображения.

Генератор цветных полос – генератор сигналов, создающих на экране воспроизводящего устройства изображение в виде вертикальных или горизонтальных полос обычно восьми цветов: белой, желтой, голубой, зеленой, пурпурной, красной, синей и черной.

Задняя площадка строчного интервала гашения – *Back Porch* – интервал постоянного уровня между спадами импульсов строчной синхронизации и гашения.

Защитный интервал – *Pedestal* – незначительная (от 0 до 7,5 % в зависимости от системы цветного телевидения) ступенька напряжения в видеосигнале, равная разности между уровнями черного и гашения, отделяющая по амплитуде активную часть видеосигнала от гасящего уровня и соответствующая уровню черного в изображении. Позволяет уменьшить влияние импульсных помех и всплесков видеосигнала на качество строчной синхронизации.

Композитный (объединенный) видеосигнал – *Composite Video Signal* – полный цветовой видеосигнал, содержащий в себе информационные составляющие о яркости и цветности передаваемого изображения, объединенные в единый сигнал по соответствующему стандарту какой-либо вещательной системы, например, *SECAM*. Включает в свой состав сигнал цветовой синхронизации, а также гасящие и синхронизирующие импульсы. См. также *Полный цветовой видеосигнал*.

Компонентный (разъединенный) видеосигнал – *Component Video Signal* – сигнал, содержащий информацию о яркости и цветности в виде отдельных составляющих – компонент, передаваемых по параллельным каналам. Примером такого видеосигнала является сигнал S-Video.

Негативный видеосигнал – полный (полный цветовой) видеосигнал такой полярности, при которой потенциал уровня белого ниже потенциала уровня черного.

Номенклатура цветных полос – перечень уровней сигналов основных цветов (красного, зеленого и синего) при формировании полного цветового видеосигнала цветных полос, обозначаемый последовательностью четырех чисел, записываемых через дробь, из которых первое показывает уровень сигналов основных цветов при формировании сигнала белой полосы, второе – черной полосы, третье – максимальный уровень тех же сигналов при формировании сигналов цветных полос (желтой, голубой, зеленой, пурпурной, красной и синей), четвертое – минимальный уровень тех же сигналов при формировании сигналов тех же полос. При этом значения уровней даются в процентах размаха сигнала яркости от уровня гашения, принимаемого за 0, до уровня белого, принимаемого за 100 %.

Номинальный уровень белого – уровень сигнала яркости (или полного цветового видеосигнала без учета сигнала цветности) при передаче нормированного белого в объекте.

Нормированный сигнал – сигнал яркости на выходе видеоусилителя в черно-белых телевизорах или сигнал основного цвета зеленого в цветных телевизорах, уровни черного и белого которого равны соответственно уровням черного и белого сигнала на том же выходе видеоусилителя при воспроизведении нормированного изображения.

Опорный импульс белого (импульс белого) – эталонный прямоугольный импульс с амплитудой от уровня гашения до номинального уровня белого.

Позитивный видеосигнал – полный (полный цветовой) видеосигнал такой полярности, при которой потенциал уровня белого превышает потенциал уровня черного, а синхроимпульсы направлены вниз. В России стандартизована именно такая, *позитивная* (положительная) полярность.

Полный видеосигнал – *Composite video signal* – сигнал, состоящий из видеосигнала, сигналов гашения обратных ходов и синхронизации разверток.

Согласно отечественному стандарту во всех характерных (контрольных) точках тракта передачи изображения с номинальной шириной полосы видеочастот $\Delta F = 6$ МГц полный видеосигнал должен иметь позитивную полярность, номинальный размах полного видеосигнала (от уровня синхронизирующих импульсов до уровня белого) 1,0 В, размах сигнала синхронизации (от уровня гашения до уровня синхронизирующих импульсов) 0,3 В, защитный интервал от 0 до 7 % размаха полного видеосигнала. В качестве опорного (нулевого) уровня в видеосигнале рекомендуется использовать номинальный уровень гашения.

Полный сигнал яркости – *Composite picture signal* – сигнал, содержащий сигналы яркости, гашения и синхронизации.

Полный цветовой видеосигнал – *Composite colour video signal* – сигнал, содержащий полный сигнал яркости и сигнал цветности.

Взаимное расположение составляющих (сигналов яркости, цветности, гашения и синхронизации) в полном цветном видеосигнале системы SECAM на интервале двух строк для изображения из восьми вертикальных цветных полос представлено на рис. П2.14, м.

Радиосигнал вещательного телевидения – совокупность радиосигналов изображения и звукового сопровождения одной телевизионной программы.

Радиосигнал звукового сопровождения – радиосигнал, получаемый путем модуляции несущей звука сигналом звукового сопровождения.

Радиосигнал изображения – радиосигнал, получаемый в результате модуляции несущей изображения полным видеосигналом или полным цветным видеосигналом.

Сигнал гашения – сигнал в виде смеси гасящих импульсов строк и полей, предназначенных для гашения (запирания) развертывающего элемента (электронного луча) на время обратных ходов телевизионных разверток.

См. также *Гасящие импульсы строк (полей)*.

Сигнал изображения – сигнал на выходе анализирующего устройства (преобразователя свет-сигнал) телевизионной системы, несущий информацию о яркости элементов изображения.

Сигнал основного цвета – видеосигнал, несущий информацию о яркости изображения одного из основных цветов (красного R, зеленого G или синего B) цветовой координатной системы телевизора или телевизионного датчика.

Сигнал синхронизации (*синхросигнал*) – *Synchronizing signal* – сигнал в виде совокупности синхронизирующих импульсов строк, полей и уравнивающих импульсов, предназначенный для установления и поддержания синхронности и синфазности работы генераторов телевизионной развертки при анализе и синтезе изображений.

Сигнал синхронизации приёмников – смесь строчных и полевых синхронизирующих импульсов, передаваемых по общему с видеосигналом каналу во время соответствующих гасящих импульсов и располагаемых на вершинах последних в виде насадок. Это позволяет легко их отделить от видеосигнала обычным амплитудным ограничителем в телевизоре. После разделения (по временному признаку) смеси на строчные и полевые их используют для синхронизации соответствующих генераторов развертки.

Сигнал цветности – *Chrominance signal* – сигнал, несущий кодированную информацию о цветности (цветовом тоне и насыщенности) и состоящий из одной или двух цветовых поднесущих, модулированных цветоразностными сигналами в соответствии с параметрами совместимой системы цветного телевидения. Согласно отечественному стандарту в состав сигнала цветности входит и *сигнал цветовой синхронизации*.

В системах *NTSC* и *PAL* сигнал цветности равнозначно можно рассматривать либо как одну поднесущую с амплитудно-фазовой модуляцией, либо как две независимых квадратурных составляющих. В любом случае сигнал цветности передается в каждой строке.

В системе *SECAM* сигнал цветности представляет собой две разные поднесущие (с номинальными значениями $f_{OR} = 4406$ кГц и $f_{OB} = 4250$ кГц), модулированные по частоте и передаваемые последовательно (через строку).

Сигнал цветовой синхронизации – *Color synchronizing signal* – сигнал цветового опознавания (идентификации) передаваемой информации, представляющий собой: а) сигнал в виде цветовых поднесущих (красной и синей), промодулированных трапецеидальными импульсами и передаваемых во время обратного хода каждого поля в течение активных ин-

тервалов девяти строк – с 7-й по 15-ю в нечетном поле и с 320-й по 328-ю – в четном (при кадровой цветовой синхронизации в системе *SECAM*); б) немодулированные цветовые поднесущие с частотами $f_{OR} = 4406$ кГц и $f_{OB} = 4250$ кГц, передаваемые последовательно во время строчных гасящих импульсов (при строчной цветовой синхронизации в системе *SECAM*); в) пакеты из 8...10 периодов немодулированной цветовой поднесущей, передаваемые в каждой строке на задней площадке строчного гасящего импульса (в системах *NTSC* и *PAL*).

Сигнал яркости – *Luminance signal* – видеосигнал, несущий информацию о яркости передаваемых элементов изображения, мгновенные значения которого находятся в динамическом диапазоне от уровня черного до уровня белого. Такой сигнал формируют в процессе телевизионной развертки и преобразования передаваемого изображения во время активных интервалов строк и полей. Образуется на выходе преобразователя свет-сигнал.

Синхронизирующие импульсы (синхроимпульсы) строк (полёй) – *Line (field) synchronizing pulses* – прямоугольные импульсы строчной (полевой) частоты, предназначенные для управления (синхронизации) генератором строчной (полевой) развертки. Они устанавливают и поддерживают синхронность и синфазность электрических процессов при анализе и синтезе изображений в телевизионной системе путем одновременной синхронизации соответствующих генераторов развертки на передающей и приемной сторонах, что обеспечивает геометрическое подобие воспроизводимых деталей телевизионного изображения передаваемым.

Составной 20Т-импульс – телевизионный измерительный сигнал в виде модулированного синусоидального коле-

бания (верхняя огибающая которого представляет собой синусно-квадратичный $20T$ -импульс, а нижняя – прямую линию), полученный суммированием синусно-квадратичного $20T$ -импульса и синусоидального колебания, модулированного этим импульсом. Кроме такого составного импульса может быть использован составной $10T$ -импульс и др.

2Т-импульс – телевизионный измерительный сигнал, имеющий форму синусно-квадратичной функции за один ее период между нулевыми значениями и длительность $2T$ на половине размаха импульса, где T – полупериод верхней граничной частоты номинальной полосы частот сигнала яркости. При $\Delta F_B = 6$ МГц полупериод $T \approx 167$ нс.

Кроме 2Т-импульса допускается использовать T - и $10T$ -импульсы.

Телевизионный видеосигнал (часто, просто, *видеосигнал*) – телевизионный сигнал, занимающий исходную полосу видеочастот (см. *Видеосигнал*).

Телевизионный измерительный сигнал – *Television test signal* – (*измерительный сигнал*) – видеосигнал заданной формы с установленными допусками, предназначенный для измерения определенных параметров или характеристик телевизионной и видеоаппаратуры и оборудования.

Телевизионный сигнал – *Television signal* – электрический сигнал несущий информацию о телевизионном изображении и связанную с ним информацию.

Телевизионный сигнал опознавания (*сигнал опознавания*) – кодовая последовательность импульсов, вводимая в установленные строки на интервале гашения полей для обоз-

начения пункта формирования телевизионных программ или пункта введения сигналов испытательных строк.

Уравнивающие импульсы – *Equalizing Pulses* – импульсы, входящие в состав полного видеосигнала и обеспечивающие точное перемежение строк смежных полей на воспроизводимом телевизионном изображении при чересстрочной развертке путем уравнивания формы и фазы соседних полевых синхронизирующих импульсов, выделяемых в телевизоре из полного синхросигнала фильтром нижних частот (интегрирующей цепью). Кроме этого, они обеспечивают и непрерывность строчной синхронизации во время полевого гасящего импульса.

Импульсы имеют в два раза меньшую по сравнению со строчными синхроимпульсами длительность, следуют с двойной строчной частотой и располагаются непосредственно до и после полевого синхронизирующего импульса.

Отсутствие уравнивающих импульсов при чересстрочной развертке может привести к нарушению чересстрочности разложения, проявляющемуся в частичном или, даже, полном слиянии («спаривании») строк смежных полей. На телевизионном изображении отсутствие импульсов проявляется в виде его дрожания по вертикали и ухудшении вертикальной четкости, а также нарушении строчной синхронизации в его верхней части.

Уровень белого – *White level* – уровень, соответствующий напряжению (или току) видеосигнала при передаче наиболее ярких элементов (фрагментов) оптического изображения. Отсчитывается относительно *уровня черного*.

Уровень гашения – *Blanking level* – уровень сигнала яркости или полного (полного цветового) видеосигнала во время передачи плоской горизонтальной части гасящих им-

пульсов. Этот уровень соответствует такому уровню напряжения на модуляторе кинескопа, при котором электронный луч становится невидимым (гасится).

Уровень чёрного – *Black level* – уровень сигнала яркости, соответствующий самым темным (черным) элементам передаваемого оптического изображения. При позитивной полярности этого сигнала является его минимальным уровнем. Служит опорным уровнем для других полутонов. Мгновенные значения сигнала яркости отсчитываются также от уровня черного.

Уровень «чернее чёрного» – любой уровень, расположенный по отношению к уровню черного по другую сторону от видеосигнала. Например, при позитивном видеосигнале он находится ниже уровня черного. Поэтому в области «чернее черного» можно разместить синхронизирующие импульсы, передать и на приемной стороне отделить их от видеосигнала простым способом – амплитудным ограничением, что и используется во всех вещательных телевизионных системах (не использующих закрытие канала изменением уровня синхронизации).

Цветовая вспышка – *Color Burst* – сигнал цветовой синхронизации в аналоговых системах цветного телевидения с квадратурной балансной модуляцией (*NTSC*, *PAL*), передаваемый в составе полного цветового видеосигнала после строчного синхронизирующего импульса и располагаемый на задней площадке каждого строчного гасящего импульса. Представляет собой радиоимпульс – пакет синусоидальных колебаний цветовой поднесущей длительностью 8...10 ее периодов.

Частота вспышки равна частоте цветовой поднесущей: 3,579545 и 4,43361875 МГц в системах *NTSC* и *PAL* соответственно.

Фаза вспышки в системе *NTSC* ($\varphi_{CB\ NTSC}$) равна -180° и ее вектор совпадает с отрицательным направлением оси В–У.

Цветовая поднесущая – *Chrominance subcarrier* – синусоидальное колебание, предназначенное для модуляции цветоразностными сигналами. В зависимости от принятого в вещательных телевизионных системах способа модуляции (амплитудно-фазовый или частотный) используют одну (в системах *NTSC* и *PAL*) или две (в системе *SECAM*) цветовые поднесущие.

Цветоразностный сигнал – *Color difference signal* – видеосигнал, равный разности двух сигналов, а именно, сигналов основных цветов и яркости:

$$E'_R - E'_Y = E'_{R-Y}; \quad E'_G - E'_Y = E'_{G-Y}; \quad E'_B - E'_Y = E'_{B-Y}.$$

Из этих выражений видно, что цветоразностные сигналы получаются вычитанием яркостной составляющей из сигналов основных цветов, содержащих информацию и о яркости и о цветности.

Цифровой телевизионный видеосигнал (*цифровой видеосигнал*) – видеосигнал, полученный в результате цифрового кодирования аналогового видеосигнала – дискретизированный во времени и квантованный по уровню с присвоенным каждому из уровней, как правило, двоичным числом определенной (6...12) разрядности.

Для обозначения цифровых сигналов к термину добавляют слово «цифровой», например, «цифровой цветоразностный сигнал» и т. д.

Частотные пакеты – телевизионный измерительный сигнал, состоящий из группы пакетов синусоидальных коле-

баний заданных частот. В соответствии с отечественным стандартом это 6 пакетов фиксированных частот (0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 4,8; 5,8; МГц), имеющих целое число периодов в каждом пакете.

Ширина полосы частот аналогового видеосигнала – разность между верхним (максимальным) (F_{max}) и нижним (минимальным) (F_{min}) значениями полосы частот:

$$\Delta F_{BC} = F_{max} - F_{min}.$$

Для идеализированной развертки (без учета времени обратного хода и коэффициента Кэлла) верхняя частота видеосигнала, несущего информацию о черно-белом изображении, т.е. яркостного сигнала

$$F_{max} = \frac{1}{2 \cdot \tau_{эл}} = \frac{\Phi_K \cdot Z^2 \cdot f_K}{2},$$

где $\tau_{эл}$ – время развертки одного элемента изображения;

Φ_K – формат кадра (отношение ширины кадра к его высоте);

Z – номинальное число строк разложения;

f_K – номинальная частота кадров.

В соответствии с отечественным вещательным стандартом $\Phi_K = 4/3$, $Z = 625$, $f_K = 25$ Гц. Поэтому $F_{max} = 6510417$ Гц $\approx 6,5$ МГц. Этот случай соответствует передаче изображения, состоящего из регулярной структуры черных и белых квадратов (расположенных в виде шахматной доски) минимальных размеров, т.е. это предельный случай тонкой структуры изображения, на который должна быть рассчитана телевизионная система.

С учетом наличия реальных длительностей обратных ходов (по строке и по кадру) и коэффициента Кэлла значение

F_{max} оказывается несколько ниже. В отечественном стандарте $F_{max} = 6$ МГц.

Яркостный сигнал – сигнал, несущий информацию о яркости как черно-белого, так и цветного изображения. Его мгновенные значения пропорциональны яркостям передаваемых элементов изображения независимо от их цветностей. Является единственной информационной составляющей полного видеосигнала черно-белого телевидения (ЧБТ) и одной из основных (наряду с сигналом цветности) информационных составляющих полного видеосигнала цветного телевидения. Он определяет яркость изображения на экранах как цветных телевизоров, так и обычных черно-белых телевизоров в случае цветных передач. Таким образом яркостный сигнал обеспечивает совместимость систем черно-белого и цветного телевидения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СИГНАЛЫ И ТАБЛИЦЫ

Общие сведения

Для оценки основных характеристик передающей и приемной телевизионной и видеоаппаратуры, а также для проверки качества цветного изображения используют различные ТВ испытательные сигналы и соответствующие им испытательные изображения (таблицы), которые делят на два вида: специальные и универсальные. *Специальные* испытательные таблицы служат для проверки ограниченного числа (одного или нескольких) специфических параметров ТВ изображения (тракта). *Универсальные* таблицы (например, используемую в вещательном телевидении УЭИТ) строят из совокупности элементов, составляющих содержание специальных таблиц, и, следовательно, позволяют одновременно комплексно оценить важнейшие параметры воспроизводимого изображения. В этом случае можно осуществить контроль многих параметров и характеристик различной видеоаппаратуры (телевизора, видеокамеры, видеомагнитофона и др.) по одному испытательному изображению.

Телевизионные испытательные сигналы можно также подразделить на сигналы черно-белых и цветных таблиц. В первых отсутствует сигнал цветности, хотя они могут применяться и для проверки некоторых параметров цветных телевизоров. Главными из этих сигналов являются:

а) сигнал белого (серого) поля – для проверки однородности цвета свечения экрана;

б) сигнал сетчатого (точечного) поля – для оценки линейности по вертикали и горизонтали, геометрических

искажений, а также точности совмещения трех растров на экране цветного кинескопа;

в) сигнал градаций яркости (серая шкала) – для контроля амплитудных соотношений, динамического баланса белого цвета.

Основные испытательные сигналы, служащие для получения цветных таблиц, следующие:

а) сигнал вертикальных (горизонтальных) цветных полос;

б) сигнал для проверки установки нулевых точек демодуляционных характеристик частотных детекторов;

в) сигнал для контроля устройства цветовой синхронизации.

Сигналы белого, сетчатого, точечного и шахматного полей

Испытательный сигнал белого (серого) поля формирует на экране ТВ приемника изображение белого (серого) поля (рис. П2.1), которое используют для проверки и регулировки однородности цвета свечения экрана (чистоты цвета), а также статического баланса белого цвета.

Форма такого испытательного сигнала показана на рис. П2.2. Как видно из этого рисунка, в состав сигнала входят импульсы гашения и синхронизации, а также яркостный сигнал. Уровень последней составляющей выбирают из условия формирования белого или серого поля. Сигналы цветности и цветовой синхронизации обычно отсутствуют. Если подать такой сигнал на вход яркостного канала или видеовход телевизора, то высокий постоянный уровень во время активной части последовательно передаваемых строк разложения $H_{акт}$ обусловит яркое и равномерное свечение экрана кинескопа. Вследствие чего на последнем и воспроизводится чистый, т.е. равномерно светящийся засинхронизированный растр.

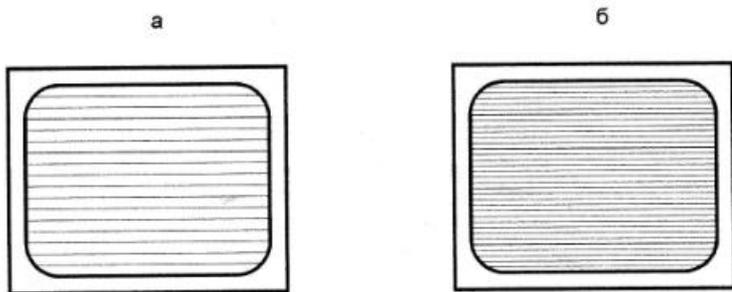


Рис. П2.1. Испытательное изображение:
a – белого поля, *б* – серого поля

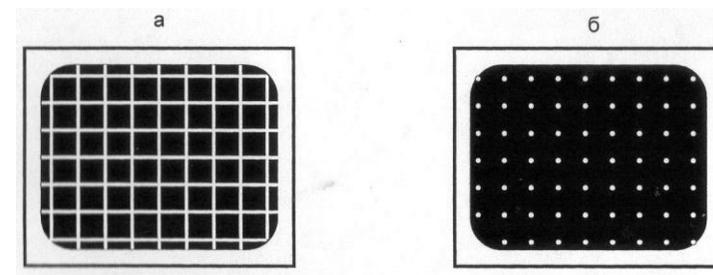


Рис. П2.3. Испытательное изображение:
a – сетчатого поля, *б* – точечного поля



Рис. П2.2. Сигнал белого (серого) поля на интервале строки: СГИ, ССИ – строчные гасящий и синхронизирующий импульсы соответственно

Сигнал сетчатого поля формирует на темном фоне экрана изображение светлой сетки, состоящей из перекрещивающихся горизонтальных и вертикальных прямых линий (рис. П2.3,*a*). Эти линии, пересекаясь под прямым углом, образуют ряды горизонтальных и вертикальных квадратов. Сигнал

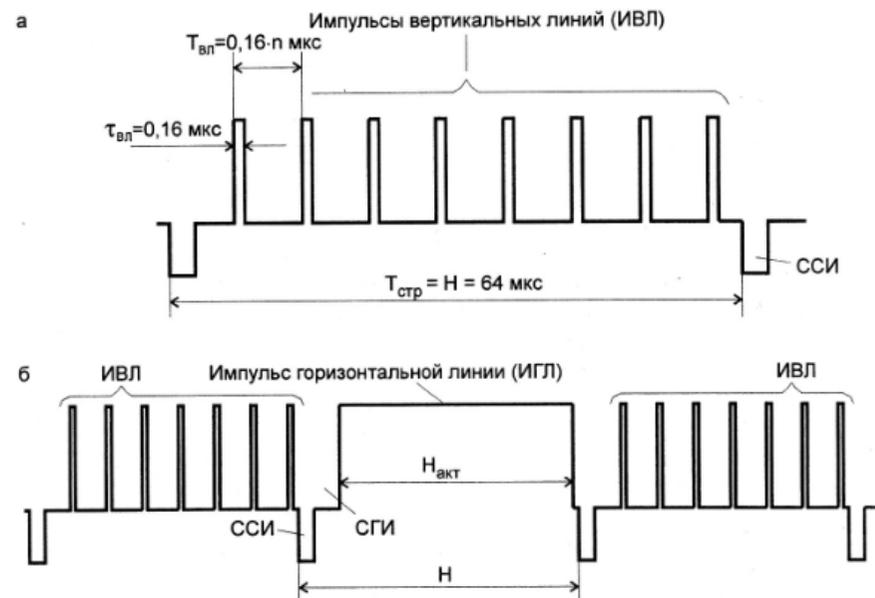


Рис. 2.4. Сигнал сетчатого поля при развертке:
a – по строке; *б* – по полю

точечного поля воспроизводит на экране изображение из белых точек на темном фоне (рис. П2.3,б), в котором точки занимают то же самое положение, что и места пересечения горизонтальных и вертикальных линий изображения сетчатого поля.

Испытательное изображение сетчатого (точечного) поля позволяет оценить геометрические (нелинейные) искажения раstra, осуществлять центровку изображения и установку его размеров, производить операции статического и динамического сведения лучей, а также визуальную оценку прохождения высокочастотных составляющих спектра видеосигнала.

Эффективность использования изображения сетчатого поля заключается еще и в том, что соответствующие регулировочные операции могут быть выполнены с высокой степенью точности. Объясняется это тем, что такое изображение в отличие от оптической или электронной (создаваемой моноскопом) испытательной таблицы ГИТ-0249 формируют чисто электрическим методом, т.е. электрическими импульсами. Поэтому здесь исключается влияние нелинейностей развертывающих устройств передающей трубки, которые, как известно, вносят соответствующие погрешности. Форма сигнала сетчатого поля показана на рис. П2.4. Из рисунка видно, что такой электрический сигнал представляет собой смесь кратковременных импульсов, действующих во время прямого хода разверток с частотами, кратными частоте строк и частоте полей. Неотъемлемыми составляющими сигнала сетчатого поля являются также синхроимпульсы строк и полей.

С учетом чересстрочной развертки горизонтальные линии (при воспроизведении полного кадра) должны быть составлены из двух строк ($2H$), т.е. по одной строке из каждого поля. В этом случае, чтобы вертикальные линии имели такую же ширину, как и горизонтальные, длительность импульсов вертикальных линий $\tau_{ВЛ}$ должна быть равна удвоенной длительности элемента разложения: $\tau_{ВЛ} = 2\tau_{Э} \approx 0,16$ мкс.

Для того, чтобы отдельные ячейки, образованные сеткой, были квадратными, необходимо, чтобы вертикальные линии следовали друг за другом с периодом $T_{ВЛ} = \tau_{ВЛ} \cdot n = 2\tau_{Э} \cdot n$, а период горизонтальных линий $T_{ГЛ} = \tau_{ГЛ} \cdot 2n = H \cdot 2n$ (рис. П2.5), где n – целое положительное число, $n \geq 2$.

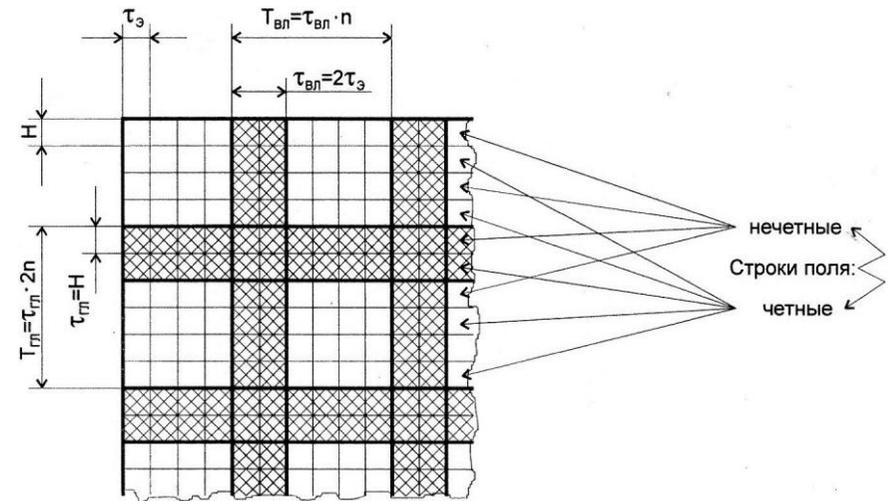


Рис. П2.5. К расчету периода следования импульсов сетчатого поля

Таким образом, основные характеристики испытательных изображений и сигналов сетчатого и точечного полей следующие:

- Число линий сетки или точек по горизонтали и по вертикали может быть различным, например, от 9×7 до 32×20
- Соотношение размеров ячейки 1:1
- Длительность импульсов, мкс:

горизонтальных линий в одном поле $\tau_{ГЛ}$ 52
 вертикальных линий $\tau_{ВЛ}$ 0,16
 точек τ_T 0,16

При использовании же прогрессивной развертки, чтобы ширина горизонтальных и вертикальных линий сетки была одинаковой, необходимо длительность импульсов вертикальных линий уменьшить в два раза.

Анализ и синтез устройств формирования импульсных ТВ испытательных сигналов осуществляют тремя логическими операциями (функциями): умножения, сложения и отрицания.

Для получения сигнала сетчатого поля необходимо выполнить операцию логического сложения *ИЛИ* сигналов $E_{ВЛ}$ и $E_{ГЛ}$: $E_{СП} = E_{ВЛ} + E_{ГЛ} = \overline{E_{ВЛ}} \cdot \overline{E_{ГЛ}}$. Такую функцию реализуют соответствующим логическим элементом.

Точки на экране возникают в моменты наложения вертикальных линий на горизонтальные, т.е. в моменты совпадения во времени обоих сигналов. Следовательно, для получения изображения точечного поля нужно осуществить операцию логического умножения *И* сигналов $E_{ВЛ}$ и $E_{ГЛ}$: $E_{ТП} = E_{ВЛ} \cdot E_{ГЛ} = \overline{E_{ВЛ}} + \overline{E_{ГЛ}}$.

Изображение шахматного поля состоит из чередующихся черных и белых квадратов (рис. П2.6). Возможны два варианта их чередования, когда левый верхний квадрат является либо черным (рис. П2.6,а), либо белым (рис. П2.6,б). Число квадратов по горизонтали и вертикали может изменяться в широких пределах.

С помощью сигнала шахматного поля $E_{ШП}$ и соответствующего ему изображения можно качественно и количественно оценить работу блоков строчной и кадровой разверток:

проверить и измерить геометрические искажения раstra, нелинейность по горизонтали и вертикали; проконтролировать

размер изображения, его центрирование и стабилизацию. Такой сигнал может быть применен для контроля и настройки видеоусилителей.

Сигнал шахматного поля часто формируют логическими устройствами сравнения двух одноразрядных чисел (сигналов). При этом логические уравнения записывают в виде $E_{ШП} = (E_{ГП} \cdot E_{ВП}) + (\overline{E_{ГП}} \cdot \overline{E_{ВП}})$ (функция равнозначности) для первого варианта и $E_{ШП} = (E_{ГП} \cdot \overline{E_{ВП}}) + (\overline{E_{ГП}} \cdot E_{ВП})$ (функция неравнозначности) – для второго, где $E_{ГП}$ и $E_{ВП}$ – сигналы горизонтальных и вертикальных черно-белых полос соответственно.

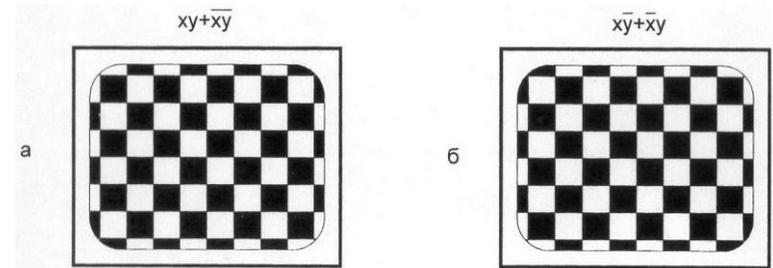


Рис. П2.6. Испытательное изображение шахматного поля

Сигналы горизонтальной и вертикальной черно-белых полос

Испытательные сигналы горизонтальной (рис. П2.7,а) и вертикальной (рис. П2.7,б) полос используют для измерения переходной характеристики канала изображения в области соответственно низких и средних частот, для проверки степени фиксации уровня гасящего сигнала в яркостном канале, а также в качестве стандартных уровней по отношению к другим сигналам.

Сигнал (рис. П2.7,а) во время активной части строк, соответствующих горизонтальной полосе, представляет собой яркостный сигнал и имеет уровень, равный уровню белого, а во время активной части строк оставшейся активной части поля – уровню черного. Испытательный сигнал вертикальной полосы (рис. П2.7,б) во время активной части активных строк имеет уровень, соответствующий уровню белого в течение

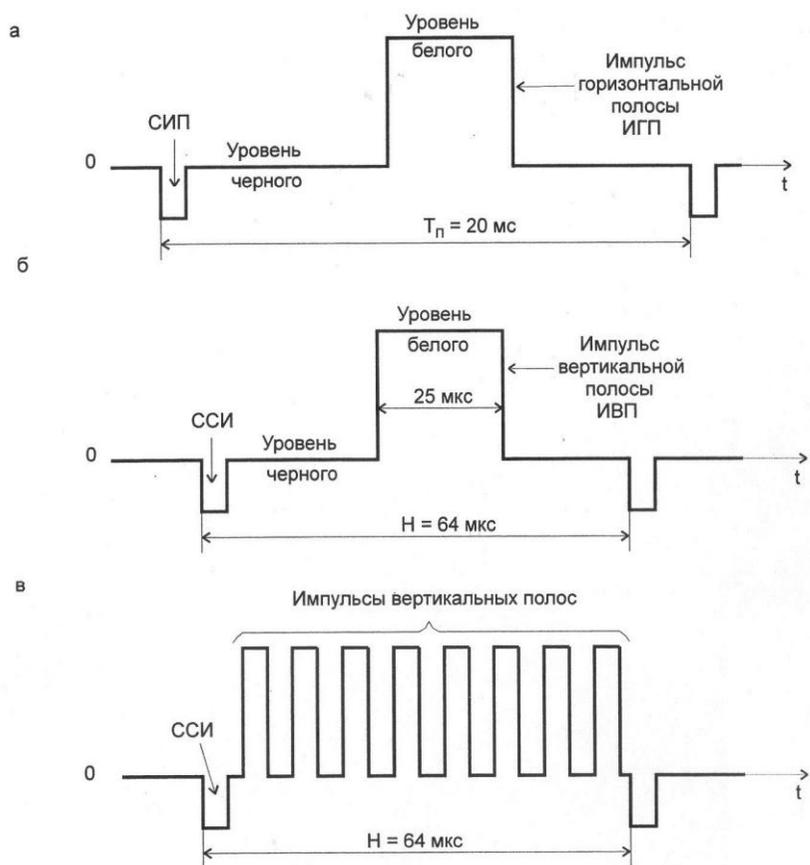


Рис. П2.7. Сигналы черно-белых полос (на рис. П2.7,а гасящие и синхронизирующие импульсы строк не показаны)

примерно 25 мкс. В остальной активной части строк передают яркостный сигнал на уровне черного. Образующиеся сигналы черно-белых и бело-черных перепадов представляют собой импульсы прямоугольной формы со строчной частотой следования. Длительность фронта импульса должна быть примерно равной 0,15 мкс при допустимом перекосе плоской части импульса не более 3 %.

Испытательный сигнал вертикальных полос (рис. П2.7,в) служит для контроля и измерения переходной характеристики в области верхних частот. Во время активной части строк, соответствующих активной части поля, яркостный сигнал периодически скачками изменяется от уровня черного до уровня белого. Он представляет собой прямоугольные импульсы с частотой повторения около $10f_{cmp}$. Длительность фронта (спада) импульсов обычно равна 0,12 мкс при выбросе не более 10 %.

Сигнал градаций яркости (шкала серого)

Испытательный сигнал градаций яркости и соответствующее ему изображение (рис. П2.8, П2.9) позволяют оценить качественные показатели ТВ изображения, а также некоторые параметры ТВ тракта. Например, такая форма сигнала может быть использована для:

а) визуальной оценки качества воспроизведения полутонов ТВ изображения, т. е. проверки правильности воспроизведения градаций яркости при приеме черно-белого изображения;

б) контроля установки уровня черного и контраста, при этом черная полоса является уровнем минимальной, а белая – опорным уровнем максимальной яркости (рис. П2.9,жс);

в) проверки и регулировки баланса белого ТВ изображения на разных уровнях яркости при подаче его одновременно для модуляции всех трех лучей, т. е. динамического баланса;

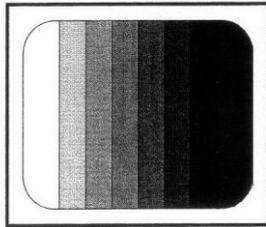


Рис. П2.8. Испытательное изображение градаций яркости (шкала серого)

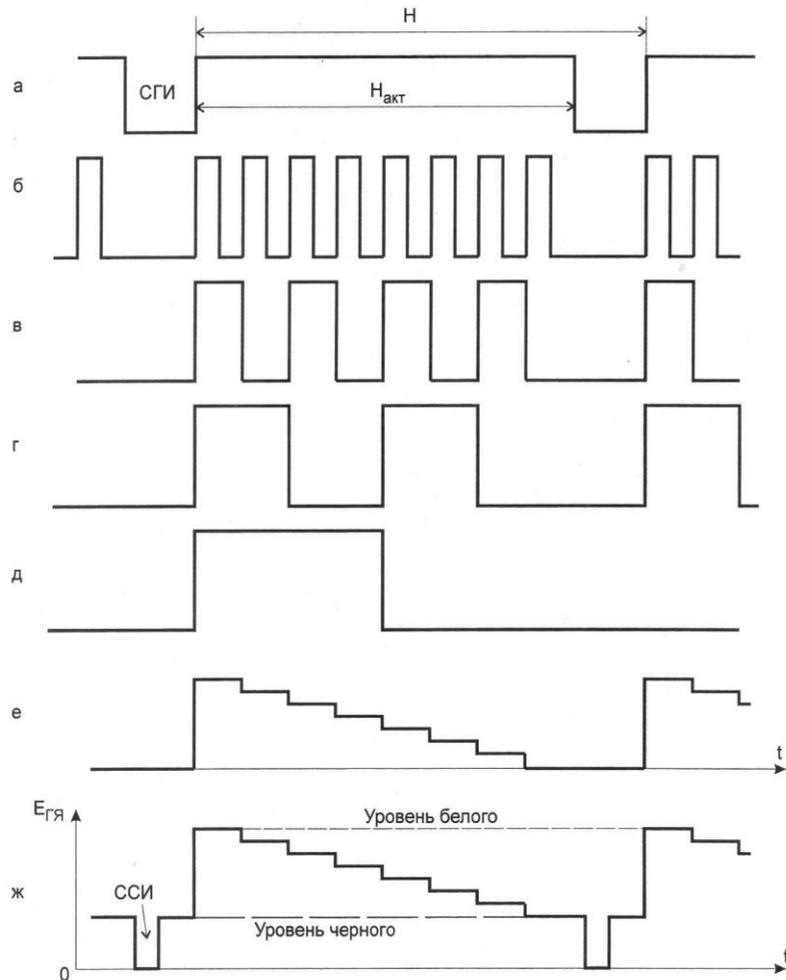


Рис. П2.9. Процесс формирования сигнала градаций яркости

г) контроля степени подавления сигнала цветности на разных уровнях яркости;

д) проверки линейности амплитудной характеристики каналов.

Шкала серого (рис. П2.8), называемая также *градационным (серым) клином*, является обязательным элементом универсальных электронных и электрических испытательных таблиц. При отсутствии сигнала серой шкалы можно использовать шкалу градаций яркости, получаемую при приеме сигнала цветных полос и выключенном канале цветности. Поэтому яркость градационных уровней может соответствовать яркостному сигналу нормализованных цветных полос.

На рис. П2.9,а-ж приведены графики, поясняющие процесс формирования сигнала градаций яркости $E_{ГЯ}$. Как показано на рис. П2.9,е,ж, сигнал градаций яркости за время действия активной части строки $H_{акт}$ скачкообразно уменьшается от уровня белого в начале ее до уровня черного в конце. При подаче такого сигнала на видеовход телевизора на его экране воспроизводятся вертикальные полосы, убывающие по яркости от максимума в левой части экрана до минимума в правой. Основные характеристики изображения градаций яркости следующие:

направление градаций – вертикальное или горизонтальное;

направление градационных уровней бывает преимущественно от белого к черному;

число градаций яркости может изменяться в широких пределах, но обычно число ступенек равняется 6, 8 или 10.

Существуют различные методы формирования ступенчатого сигнала, но для получения изображения градационного клина наиболее подходящими являются цифро-аналоговые методы, отличающиеся сравнительной простотой. Кроме того, они позволяют получить точность и стабильность размаха ступенек лучше 0,1 %.

Чаще всего сигнал градаций яркости получают преобразованием с помощью резистивных матриц сигнала цифрового двоичного кода в аналоговый сигнал. Сигнал двоичного кода обычно формируют триггерным счетчиком, на вход которого подают тактовые импульсы (рис. 2.9,б). Период повторения последних определяет длительность ступенек. Следовательно, временные интервалы градационного клина можно изменять в широких пределах при изменении частоты тактовых импульсов. Число триггеров счетчика (его разрядность) N выбирают в зависимости от числа ступенек, т. е. количества воспроизводимых градаций яркости на экране телевизора M : $N = \lceil \log_2 M \rceil$. Квадратные скобки означают операцию округления до целого числа.

Сигнал вертикальных цветных полос

В цветном телевидении для расчета, нормирования и проверки параметров тракта прохождения сигналов, а также для настройки ТВ и видеоаппаратуры наиболее часто используют сигналы, создающие испытательные изображения в виде вертикальных (рис. П2.10) или горизонтальных (рис. П2.11) цветных полос. Испытательный сигнал вертикальных цветных полос позволяет выполнить комплексную проверку и настройку каналов цветности и яркости телевизора, оценить качественные показатели ТВ изображения, т. е. осуществить такие операции, как:

- а) контроль правильности воспроизведения основных и дополнительных цветов;
- б) проверка точности регулировки, устраняющей муары и влияние перекрестных искажений;
- в) контроль насыщенности цвета в смежных строках;
- г) проверка прохождения сигналов поднесущих частот через канал цветности;
- д) выравнивание уровней сигналов цветности в прямом и задержанном каналах;

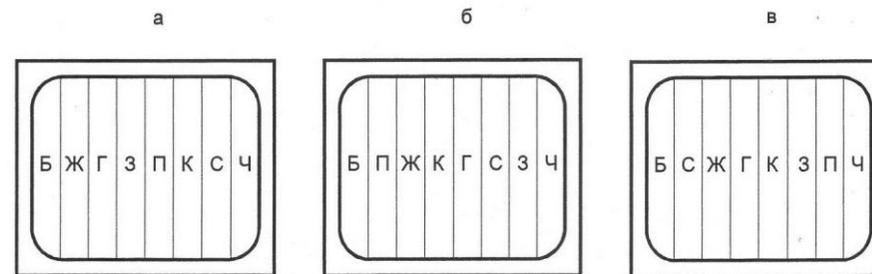


Рис. П2.10. Испытательное изображение вертикальных цветных полос в последовательности: *а* – убывания яркости; *б* – максимальных скачков яркости; *в* – максимальных скачков частоты в системе SECAM (или фазы в системах NTSC и PAL); Б – белый, Ж – желтый, Г – голубой, З – зеленый, П – пурпурный, К – красный, С – синий, Ч – черный

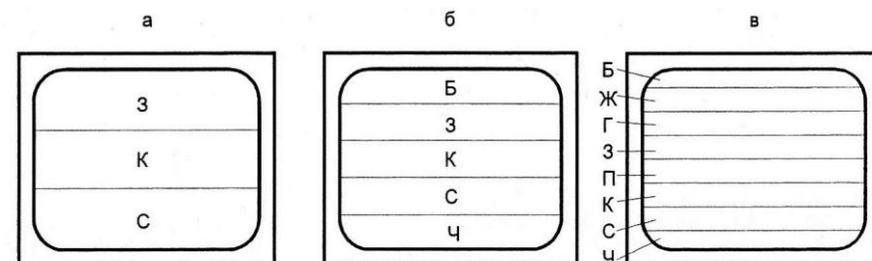


Рис. П2.11. Испытательное изображение горизонтальных цветных полос

- е) проверка и настройка устройств коррекции предискажений сигналов цветности и цветоразностных сигналов;
- ж) проверка точности установки нулевых точек частотных детекторов, линейности их демодуляционных характеристик;

з) контроль и регулировка уровней цветоразностных сигналов;

и) регулировка и проверка устройства цветовой синхронизации, устойчивости его работы;

к) проверка и регулировка цветового матрицирования, т. е. взвешенного суммирования сигналов основных цветов и (или) цветоразностных сигналов, сигнала яркости и цветоразностных сигналов, относящихся к одному цветному изображению.

Если же последовательно подключать осциллограф к соответствующим контрольным точкам блока цветности телевизора, то можно воспроизвести весь процесс восстановления цветоразностных сигналов. Таким образом, сигнал вертикальных цветных полос является универсальным измерительным сигналом, при помощи которого осуществляют контроль правильности функционирования всех узлов тракта цветного телевидения (от студийной аппаратуры до телевизора включительно).

Изображение, соответствующее сигналу цветных полос, обязательно содержит в себе три полосы основных цветов с максимальной насыщенностью (красную К, или R; зеленую З, или G; синюю С, или В), три полосы дополнительных к ним цветов (голубую Г, пурпурную П, желтую Ж), а также две ахроматические полосы – белую Б и черную Ч, создающих опорные уровни в сигнале. При воспроизведении кинескопом основных цветов отпирается электронный луч одного из трех электронных прожекторов, при воспроизведении дополнительных цветов открываются два из трех прожекторов, а при воспроизведении белого цвета – все три прожектора.

Важное значение имеет выбор порядка следования цветных полос. В настоящее время используют три вида чередования цветных полос: в последовательности убывания яркости, в последовательности максимальных скачков яркости и частоты. Изображения вертикальных цветных полос для всех этих случаев показаны на рис. П2.10.

1. *Белая, желтая, голубая, зеленая, пурпурная, красная, синяя, черная.* Для этой последовательности характерно то, что с изменением цвета яркость экрана вдоль строки (кадра – для горизонтальных полос) уменьшается, так как яркостный сигнал при этом имеет ступенчатую форму и почти равномерно уменьшается от своего максимального значения до нуля. При выключенном канале цветности телевизора в этом случае на экране воспроизводится монохромный градационный клин (серая шкала). Данная форма сигнала имеет определенное преимущество и поэтому наиболее распространена, поскольку позволяет легко оценить ряд качественных показателей ТВ изображения и параметров ТВ тракта, например, облегчает оценку баланса белого воспроизводимого на экране телевизора или видеомонитора изображения на разных уровнях яркости.

2. *Белая, пурпурная, желтая, красная, голубая, синяя, зеленая, черная.* Данная последовательность цветных полос характеризуется наличием наибольших яркостных скачков. Такой сигнал удобен для проверки видеоканала цветного телевидения, так как показывают какова его реакция на скачкообразное изменение сигнала яркости.

3. *Белая, синяя, желтая, голубая, красная, зеленая, пурпурная, черная.* Эта последовательность характеризуется наибольшими скачками сигнала цветности по частоте в системе SECAM и наибольшими скачками по фазе в системах NTSC, PAL.

Форма сигналов основных цветов, необходимых для формирования цветных полос рассмотренных последовательностей, показана на рис. П2.12. Из рисунка видно, что первая и вторая последовательности требуют одних и тех же сигналов, однако подавать их следует на каналы управления другими цветами.

Для сигналов цветных полос используют обозначение, содержащее четыре числа, записываемые через дробь. При этом уровни сигналов основных цветов выражают в процен-

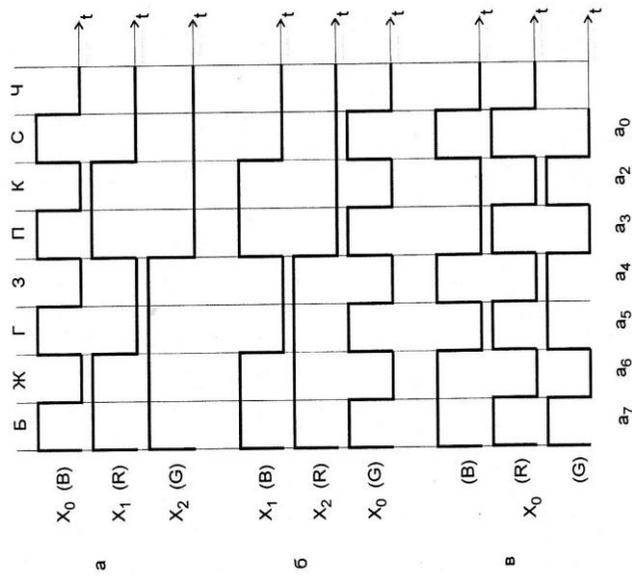


Рис. П2.12. Сигналы основных

цветов для изображения цветных полос в порядке:
a – убывания яркости; *б* – максимальных скачков
 яркости; *в* – максимальных скачков частоты

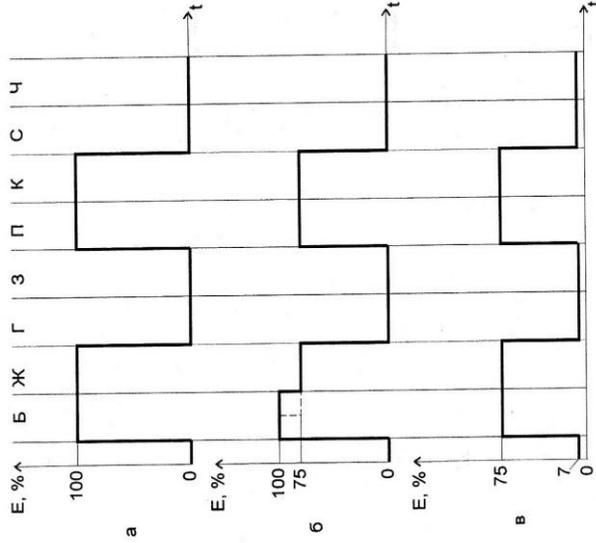


Рис. П2.13. Сигналы основных

цветов для трех типов цветных полос:
a – 100/0/100/0; *б* – 100/0/75/0;
в – 75/7/75/7

тах от размаха сигнала между уровнями белого и черного, принимаемого за 100 %. Принята следующая нумерация чисел уровней:

1-е число – уровень сигнала основного цвета во время передачи белой полосы (уровень белого);

2-е число – уровень сигнала основного цвета во время передачи черной полосы (уровень черного);

3-е число – максимальный уровень сигнала основного цвета во время передачи цветных полос (желтой, голубой, зеленой, пурпурной, красной, синей);

4-е число – минимальный уровень сигнала основного цвета во время передачи цветных полос.

Так, обозначение 100/0/75/0 означает, что белая полоса формируется сигналами основных цветов единичного уровня, черная – нулевого уровня, а цветные полосы – различными комбинациями сигналов основных цветов с уровнями 0,75 и 0.

В качестве примера на рис. П2.13 показаны сигналы красного для трех типов цветных полос. Причем на практике используют первые два, т. е. цвета с предельными (100 %) яркостью и насыщенностью, которые редко встречаются в передаваемых цветных изображениях и цвета с 75 %-ной яркостью и 100 %-ной насыщенностью, более близкие к реальным передаваемым цветным изображениям.

Часто первая полоса состоит из двух частей: белой (100 %-ной яркости) и серой (75 %-ной яркости). Такое сочетание уровней (рис. П2.13,б) оказывается удобным, так как наличие белой и серой полос позволяет судить о сохранении баланса белого на двух уровнях яркости и, следовательно, создает наибольшее удобство настройки телевизора. Кроме этого, размах полного цветового видеосигнала не превышает уровня белого.

Учитывая, что процесс формирования полного цветового видеосигнала вертикальных цветных полос электри-

ческим способом (например, с помощью генератора цветных полос) последовательно повторяет все операции преобразования цветного изображения в электрический сигнал (за исключением преобразователей свет-сигнал), рассмотрим только особенности поэтапного преобразования сигналов SECAM и определение их параметров. Процесс получения часто применяемого в практике полного цветного видеосигнала цветных полос $E_{ПЦВС}$ 75 %-ной яркости (с 75 %-ной амплитудой и 100 %-ной насыщенностью), т.е. сигнала типа 100/0/75/0 поясняется графиками на рис. П2.14.

На рис. П2.14,б-г показана форма сигналов основных цветов E'_R , E'_G , и E'_B , соответствующие изображению восьми вертикальных цветных полос в порядке убывания яркости. Сигналы основных цветов представляют собой прямоугольные импульсы, причем частота импульсов E'_B самая высокая и равна примерно $4f_{cmp}$ ($f_{cmp} = 15625$ Гц – частота строчной развертки), частота импульсов E'_R примерно в 2 раза выше строчной частоты, а частота импульсов E'_G почти равна f_{cmp} . Размах этих сигналов составляет 1 В на белой полосе, а на остальных полосах – 0,75 В. Длительность импульсов E'_B определяет ширину цветной полосы на экране телевизора.

После матрицирования сигналов основных цветов образуются сигнал яркости E'_Y с размахом 1 В и цветоразностные сигналы E'_{R-Y} и E'_{B-Y} с амплитудой $2 \times 0,53$ В и $2 \times 0,66$ В соответственно (рис. П2.14,е). Сигналы D'_R и D'_B отличаются от цветоразностных E'_{R-Y} и E'_{B-Y} только тем, что их размах одинаков и составляет 2×1 В и полярность красного цветоразностного сигнала изменена на противоположную (рис. П2.14,ж). После прохождения через устройство низкочастотных предскажений у этих сигналов появляются выбросы на переходах (рис. П2.14,и), которые затем должны бы быть ограничены в сигнале D'_R (красной строке) на уровнях +1,25 и -1,81, а в сигнале D'_B (синей строке) на уровнях +2,2 и -1,52. Однако необходимость асимметричности ограничения выб-

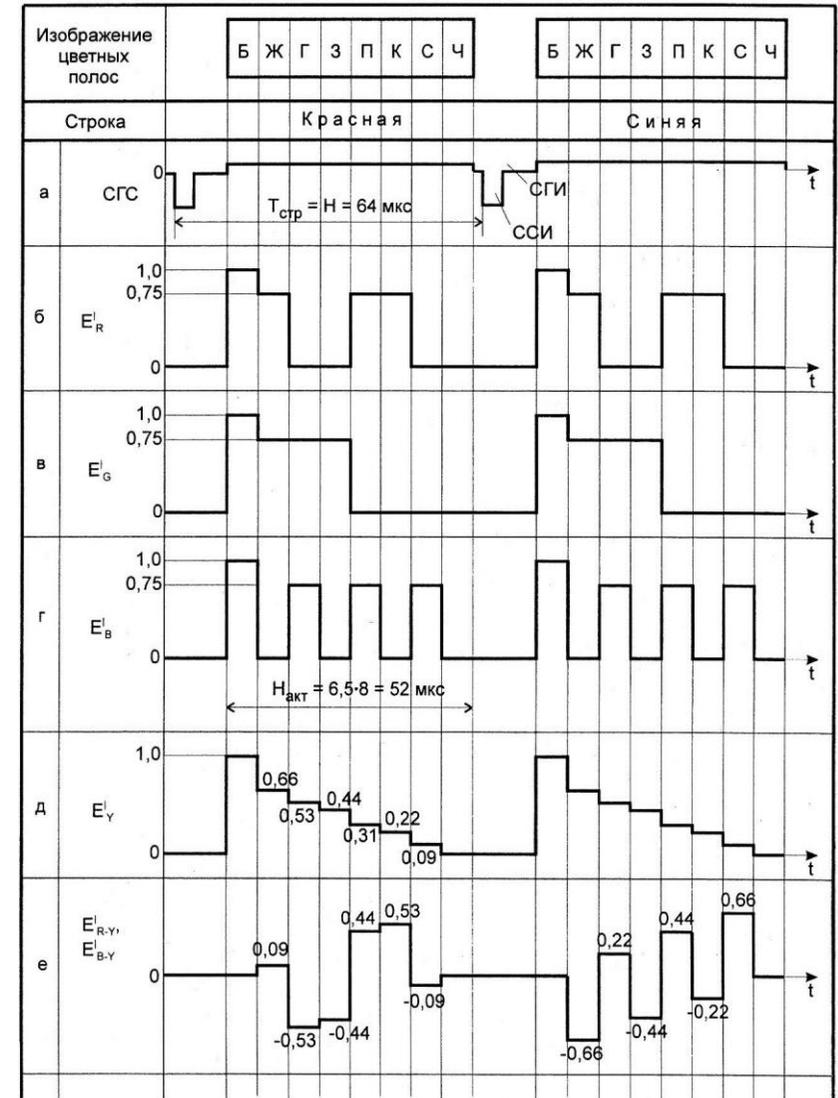


Рис. П2.14. Лист 1

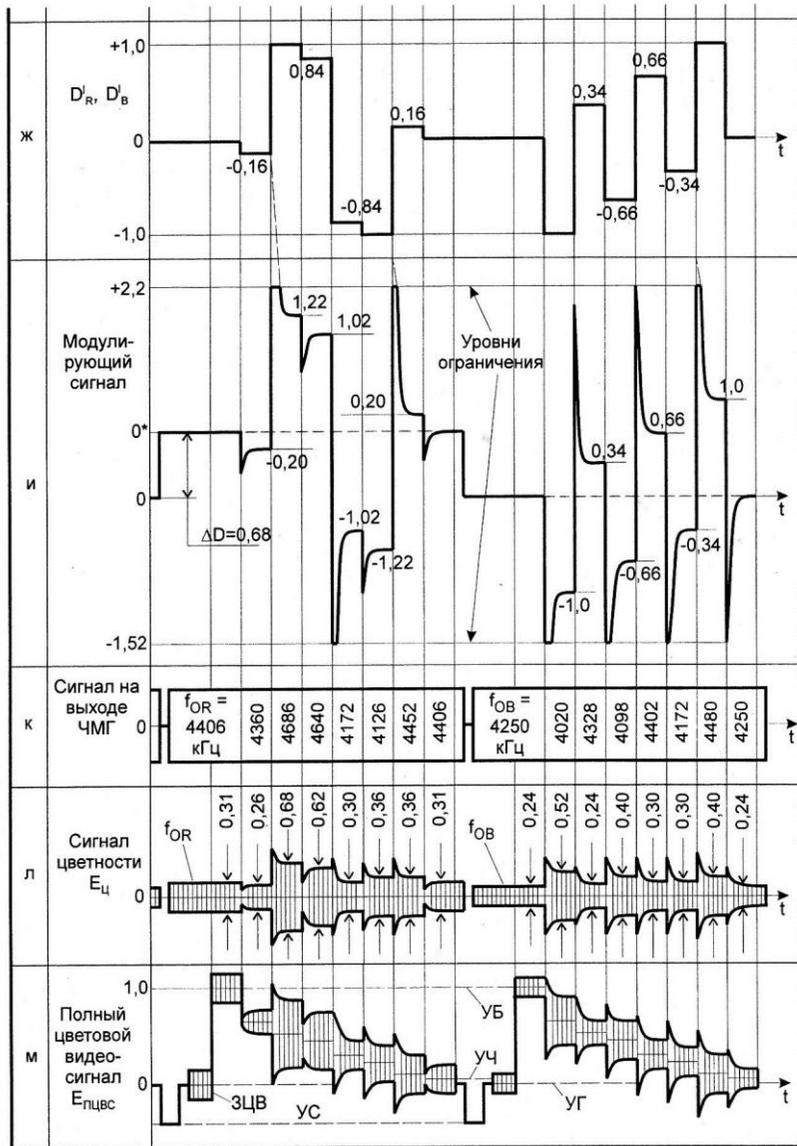


Рис. П2.14. Лист 2. Процесс формирования полного цветного видеосигнала цветных волос в системе SECAM (продолжение)

росов (периодического изменения уровней ограничения сигналов) и крутизны модуляционной характеристики частотного модулятора отпадет, если поступить следующим образом.

Формально принимаем, что оба сигнала имеют одинаковые значения номинальных девиаций частот, например $\Delta f_{OR} = \Delta f_{OB} = \Delta f_0 = 230$ кГц. Их реальное различие, определяемое отношением $\Delta f_{OR}/\Delta f_{OB} = 280/230 = 1,21739 \approx 1,22$, можно компенсировать соответствующим изменением соотношения между номинальными амплитудами цветоразностных сигналов $D'_{R'}$ и $D'_{B'}$, например увеличением коэффициента компрессии $K_R = -1,9$ в 1,22 раза, т. е. выбрать новый $K^*_R = -1,22K_R = -2,3$ при сохранении $K_B = 1,5$. При этом для получения разных номинальных значений частот ($f_{OR} = 4406,25$ и $f_{OB} = 4250,00$ кГц) цветových поднесущих при использовании одного частотного модулятора в модулирующий сигнал необходимо ввести прямоугольный импульс (называемый *пьедестальным*) с относительным размахом $\Delta D = (f_{OR} - f_{OB})/\Delta f_0 = 156,25/230 = 0,6793 \approx 0,68$. В этом случае относительные уровни ограничения сигнала $D'_{R'}$

$$\frac{\Delta f_{R_{экс}}}{\Delta f_0} = \begin{cases} +1,25 \cdot 1,22 + 0,68 = +2,20, \\ -1,81 \cdot 1,22 + 0,68 = -1,52 \end{cases}$$

совпадут с соответствующими уровнями ограничения сигнала $D'_{B'}$, где $\Delta f_{R_{экс}}$ – экстремальные значения девиации частоты (+350 и -506 кГц) в красном сигнале.

На выходе частотного модулятора получается сигнал постоянной амплитуды (рис. П2.14,к). После прохождения через цепь высокочастотных преобразования амплитуда сигнала цветности делается зависимой от частоты модуляции

(рис. П2.14,л). При сложении сигнала цветности $E_{Ц}$ с полным сигналом яркости E'_Y образуется полный цветовой видеосигнал $E_{ЦВС}$ (рис. П2.14,м), который, будучи поданный на вход канала яркости или видеовход телевизора, воссоздает на его экране изображение вертикальных цветных полос вышеуказанной последовательности.

Значения амплитуд сигналов рассчитывают относительно полного размаха сигнала яркости, принимаемого за 100 %. В абсолютных величинах этот размах выбирают равным 0,70 В. Рассчитанные значения параметров сигнала вертикальных цветных полос 75%-ной яркости приведены в [5]. При этом переходные процессы, т.е. выбросы в сигналах D'_R и D'_B , вызванные НЧ предискажениями, не учитывались.

Сигнал горизонтальных цветных полос

Применение этого испытательного сигнала аналогично применению сигнала вертикальных цветных полос за некоторым исключением. Например, отсутствует возможность контроля компенсации предискажений и задержки сигнала цветности относительно яркостного сигнала.

По своему составу сигнал горизонтальных цветных полос проще сигнала вертикальных цветных полос. Поэтому устройства его формирования отличаются более простым построением.

На практике используют три варианта испытательных сигналов горизонтальных цветных полос. Первый из них самый простой и обеспечивает контроль лишь трех основных цветов (красного, зеленого и синего) на экране телевизора. Более сложным является второй вариант, с помощью которого помимо проверки трех основных цветов можно оценить точность воспроизведения белого цвета (контроль настройки дискриминаторов) и установить максимальную яркость свечения экрана. В данном случае этот сигнал воспроизводит на экране сверху вниз полосы пяти цветов: белую, зеленую,

красную, синюю и черную. Наконец, третий вариант сигнала горизонтальных цветных полос дает возможность проверить как основные, так и дополнительные цвета. Этому сигналу соответствует изображение восьми горизонтальных цветных полос в порядке убывания яркости, начиная сверху: белая, желтая, голубая, зеленая, пурпурная, красная, синяя и черная. Изображения для всех трех случаев показаны на рис. П2.11.

Сигнал горизонтальных цветных полос представляет собой передаваемые во время каждого поля ($T_{П} = 20$ мс) пакеты поднесущих цветных полос (пакеты размещаются на ступеньках яркостного сигнала от уровня белого в начале поля до уровня черного – в его конце) и передаваемые через строку во время обратного хода по полю сигналы цветовой синхронизации (СЦС) (рис. П2.15).

Для упрощения процесса формирования сигнала горизонтальных цветных полос частоту пакетов цветных поднесущих стабилизируют кварцевыми резонаторами. Однако при таком способе формирования цветного изображения в нем отсутствует главный принцип системы СЕКАМ, который заключается в преобразовании информации о цвете в электрические сигналы путем частотной модуляции поднесущих цветоразностными сигналами. Этот недостаток не позволяет, например, проверить работу устройств обратной коррекции сигналов в телевизоре. Вот почему для настройки декодирующего устройства телевизора целесообразнее всего использовать сигнал вертикальных цветных полос.

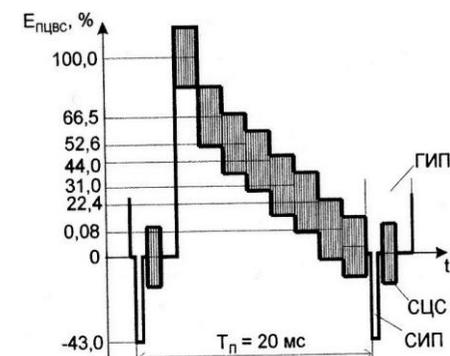


Рис. П2.15. Сигнал горизонтальных цветных полос

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА ЦВЕТНЫХ ПОЛОС

В качестве примера рассмотрим методику определения параметров сигнала 75 %-ной яркости, т. е. типа 100/0/75/0 для полосы *желтого* цвета. Находим амплитуду сигнала яркости по формуле

$$\begin{aligned} E'_Y &= 0,299E'_R + 0,587E'_G + 0,114E'_B = \\ &= 0,299 \cdot 0,75 + 0,587 \cdot 0,75 + 0,114 \cdot 0 = 0,6645. \end{aligned}$$

Рассчитываем размахи цветоразностных сигналов на основании выражений

$$\begin{aligned} E'_{R-Y} &= E'_R - E'_Y = 0,75 - 0,6645 = 0,0855; \\ E'_{B-Y} &= E'_B - E'_Y = 0 - 0,6645 = -0,6645. \end{aligned}$$

Значения сигналов D'_R и D'_B найдем по формулам

$$\begin{aligned} D'_R &= -K_R E'_{R-Y} = -1,9 \cdot 0,0855 = -0,16245; \\ D'_B &= K_B E'_{B-Y} = 1,5 \cdot (-0,6645) = -0,99675 \approx -1,0. \end{aligned}$$

Определим девиацию частоты Δf в кГц для установившихся значений сигналов D'_R и D'_B по выражениям

$$\begin{aligned} \Delta f_R &= \Delta f_{OR} \cdot D'_R = 280 \cdot (-0,16245) = -45,486 \text{ кГц}; \\ \Delta f_B &= \Delta f_{OB} \cdot D'_B = 230 \cdot (-0,99675) = -229,2525 \text{ кГц}. \end{aligned}$$

Значения частот цветowych поднесущих при модуляции сигналами D'_R и D'_B определим по следующим формулам:

$$\begin{aligned} f_R &= f_{OR} + \Delta f_R = 4406,25 \text{ кГц} + (-45,486) \text{ кГц} = 4360,764 \text{ кГц}; \\ f_B &= f_{OB} + \Delta f_B = 4250,00 \text{ кГц} + (-229,2525) \text{ кГц} = 4020,748 \text{ кГц}. \end{aligned}$$

Подсчитаем размах цветowych поднесущих. На любой частоте размах (двойная амплитуда) сигнала цветности в относительных единицах определяют по формуле

$$2E_{Ц} = 2E_{Ц}^* \cdot |K_{BЧ}(f)|,$$

где $2E_{Ц}^* = 0,23$ – амплитуда сигнала в относительных единицах на частоте $f_0 = 4,286$ МГц минимума коэффициента передачи цепи высокочастотных предискажений, для которой $|K_{BЧ}(f)| = 1$. Абсолютное же значение сигнала $2E_{Ц}$ при полном размахе сигнала яркости $E'_Y = 700$ мВ определяем по формуле

$$2E_{Ц} = 160 \cdot |K_{BЧ}(f)|.$$

Коэффициент передачи (в размах) устройства предискажений сигнала цветности выражается зависимостью

$$|K_{BЧ}(f)| = \sqrt{\frac{1 + (K_1 F)^2}{1 + (K_2 F)^2}}.$$

Находим значение F для сигналов D'_R и D'_B .

$$F_R = \frac{f_R}{f_o} - \frac{f_o}{f_R} = \frac{4360,764}{4286} - \frac{4286}{4360,764} = 0,034588;$$

$$F_B = \frac{f_B}{f_o} - \frac{f_o}{f_B} = \frac{4020,748}{4286} - \frac{4286}{4020,748} = -0,127858;$$

Тогда

$$|K_{BЧ}(f_R)| = \sqrt{\frac{1+(K_1 F_R)^2}{1+(K_2 F_R)^2}} = \sqrt{\frac{1+(16 \cdot 0,034588)^2}{1+(1,26 \cdot 0,034588)^2}} = 1,141833;$$

$$|K_{BЧ}(f_B)| = \sqrt{\frac{1+(K_1 F_B)^2}{1+(K_2 F_B)^2}} = \sqrt{\frac{1+[16 \cdot (-0,127858)]^2}{1+[1,26 \cdot (-0,127858)]^2}} = 2,248074.$$

Следовательно, амплитуды сигналов цветности для красных и синих строк в относительных единицах равны:

$$2E_{ЦР} = 2E_{Ц}^* \cdot |K_{BЧ}(f_R)| = 0,23 \cdot 1,141833 = 0,2626215 ;$$

$$2E_{ЦВ} = 2E_{Ц}^* \cdot |K_{BЧ}(f_B)| = 0,23 \cdot 2,248074 = 0,517057.$$

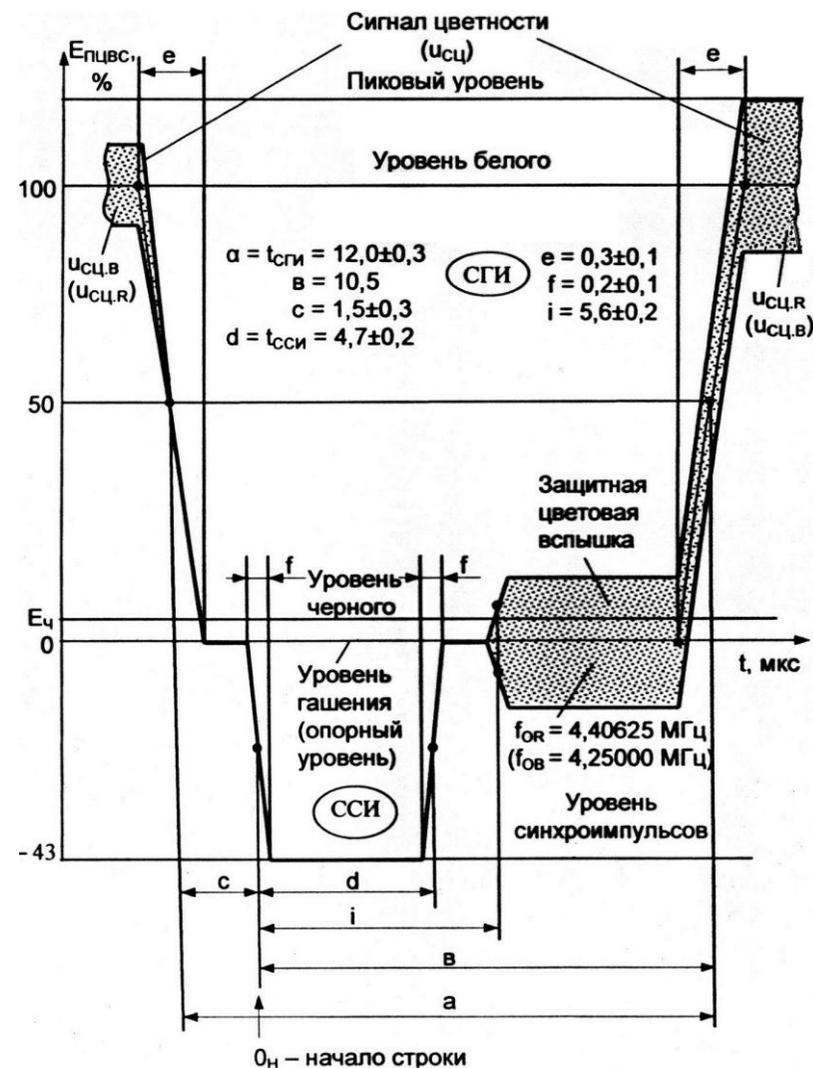
Абсолютные же значения составят:

$$2E_{ЦР} = 160 \cdot |K_{BЧ}(f_R)| = 160 \cdot 1,141833 = 182,6932 \text{ мВ};$$

$$2E_{ЦВ} = 160 \cdot |K_{BЧ}(f_B)| = 160 \cdot 2,248074 = 359,6918 \text{ мВ}.$$

Аналогично могут быть рассчитаны параметры сигналов других полос, сигналов цветовой синхронизации, а также амплитуда защитной цветовой вспышки (ЗЦВ).

ПОЛНЫЙ ЦВЕТОВОЙ ВИДЕОСИГНАЛ СИСТЕМЫ SECAM В ОКРЕСТНОСТИ СТРОНЫХ ИМПУЛЬСОВ



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Телевидение: Учебник для вузов / В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин и др.; под ред. В.Е. Джаконии. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 616 с.
2. Быков Р.Е. Основы телевидения и видеотехники: Учебник для вузов / Р.Е. Быков. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 399 с.
3. Мамчев Г.В. Основы радиосвязи и телевидения: Учебное пособие для вузов / Г.В. Мамчев. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 416 с.
4. ГОСТ 21879-88. Телевидение вещательное. Термины и определения.
5. ГОСТ 7845-92. Система вещательного телевидения. Основные параметры. Методы измерений.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общий порядок и особенности выполнения лабораторных работ	1
2. Особые указания по технике безопасности	2
3. Общие рекомендации по выполнению лабораторной работы	4
4. Домашнее задание и указания по его выполнению	5
5. Контрольные вопросы к домашнему заданию	8
6. Лабораторное задание и указание по его выполнению	9
7. Контрольные вопросы к лабораторному заданию	13
8. Содержание отчета	14
Приложение 1. Краткий словарь терминов по телевизионным сигналам	15
Приложение 2. Телевизионные испытательные сигналы и таблицы	29
Приложение 3. Расчет параметров сигнала цветных полос	53
Приложение 4. Полный цветовой видеосигнал системы SECAM в окрестности строчных импульсов	56
Приложение 5. Структура полного цветового видеосигнала в начале и конце поля	57
Приложение 6. Временные диаграммы и уровни видеосигналов изображения основной программы и дополнительной (телетекста) при развертке по строке	58
Библиографический список	59

ИЗУЧЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе по дисциплинам
«Основы телевидения»,
«Основы телевидения и видеотехники»
и «Телевизионная техника»
для студентов
направлений 11.03.01, 11.04.01 «Радиотехника»
и специальности
11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»
всех форм обучения

Составитель Зеленин Иван Алексеевич

В авторской редакции

Компьютерный набор В.И. Демьяновой

Подписано к изданию 01.12.2015.

Уч.-изд. л. 3,7. «С».

ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14