



Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Севастопольский национальный технический
университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторной работы
«Исследование характеристик телевизионных
воспроизводящих устройств»
по дисциплине
«Основы телевидения и телевизионные системы»
для студентов направления 6.050901 — «Радиотехника»
дневной и заочной форм обучения

Севастополь
2012

УДК 621.397

Исследование характеристик телевизионных воспроизводящих устройств: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Основы телевидения и телевизионные системы» для студентов направления 6.050901 «Радиотехника» дневной и заочной форм обучения / Ю.П. Михайлюк. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012. — 39 с.

Целью данной методической разработки является оказание помощи студентам очной и заочной форм обучения в подготовке и проведении лабораторной работы «Исследование характеристик телевизионных воспроизводящих устройств» по дисциплине «Основы телевидения и телевизионные системы», а также в получении ими теоретических знаний и практических навыков анализа параметров телевизионных воспроизводящих устройств.

Рассмотрено и утверждено на заседании научно-методического семинара кафедры радиотехники и телекоммуникаций (протокол № 12 от 2 июля 2011 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент:

доцент кафедры РТ, канд. техн. наук, доцент Слѣзкин В.Г.

Ответственный за выпуск:

заведующий кафедрой РТ, д-р техн. наук, проф. Гимпилевич Ю.Б.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Цель лабораторной работы	5
2. Анализ принципов построения и параметров телевизионных воспроизводящих устройств	5
2.1. Жидкокристаллические воспроизводящие устройства	5
2.2. Воспроизводящие устройства на основе плазменной технологии	11
2.3. Воспроизводящие устройства на основе органических светодиодов	15
3. Описание лабораторной установки для исследования характеристик телевизионных воспроизводящих устройств	20
3.1. Структурная схема лабораторной установки	20
3.2. Характеристика используемых программных средств	21
3.3. Процедура подготовки лабораторной установки	23
4. Порядок выполнения исследований	34
4.1. Определение максимальной четкости изображения	34
4.2. Определение заметности границы градиционных объектов	34
4.3. Оценка изменения воспроизводимого цвета при изменении угла наблюдения изображения	35
4.4. Оценка инерционности жидкокристаллических и плазменных воспроизводящих устройств	35
4.5. Содержание отчета по лабораторной работе	36
5. Контрольные вопросы	37
Библиографический список	39

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Основы телевидения и телевизионные системы» является начальной из дисциплин телевизионного цикла. Дисциплина изучается студентами направления 6.050901 — Радиотехника дневной и заочной форм обучения в 8-м и 9-м семестрах соответственно.

Изучение дисциплины предполагает выполнение лабораторного практикума, связанного с теоретическим и экспериментальным исследованием характеристик устройств современных телевизионных систем и сетей. К числу таких устройств относятся и телевизионные воспроизводящие устройства.

Настоящие методические указания посвящены изучению принципов построения и параметров современных телевизионных воспроизводящих устройств: жидкокристаллических, устройств на основе плазменной технологии и устройства на основе органических светодиодов.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы содержат следующие разделы: цель работы; теоретическая часть; описание лабораторной установки; порядок выполнения исследований; контрольные вопросы для допуска к работе и для подготовки к защите.

В итоге выполнения работы студент оформляет отчет, который должен содержать следующие разделы:

- цель работы;
- структурная схема лабораторной установки;
- результаты исследований;
- выводы по результатам исследований.

1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Целями лабораторной работы являются:

- ознакомление студентов с принципами построения и параметрами современных телевизионных воспроизводящих устройств;
- практическое освоение методики оценки основных характеристик телевизионных воспроизводящих устройств.

2. АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ВОСПРОИЗВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ

2.1. Жидкокристаллические воспроизводящие устройства

2.1.1. Технические характеристики жидкокристаллических воспроизводящих устройств

Жидкокристаллическое (ЖК) индикаторное устройство или *LCD (Liquid crystal display)* — плоский дисплей на основе жидких кристаллов [1].

Воспроизводящее устройство на жидких кристаллах используется для отображения графической информации в телевизионных приемниках, компьютерных мониторах (также и в ноутбуках, телефонах, цифровых фотоаппаратах, электронных книгах, навигаторах, электронных переводчиках, калькуляторах, часах, а также во многих других электронных устройствах). Изображение в нём формируется с помощью отдельных элементов, как правило, через систему развёртки. Многоцветное изображение формируется с помощью *RGB*-триад.

Производители жидкокристаллических телевизионных воспроизводящих устройств выделяют следующие важнейшие характеристики:

- разрешение — горизонтальный и вертикальный размеры, выраженные в пикселях; в отличие от ЭЛТ-экранов, ЖК имеют одно фиксированное разрешение, остальные достигаются интерполяцией;
- размер точки (размер пикселя) — расстояние между центрами соседних пикселей; этот параметр непосредственно связан с физическим разрешением;
- соотношение сторон экрана (пропорциональный формат) — отноше-

ние ширины к высоте (5:4, 4:3, 3:2, 8:5, 5:3, 16:9, 16:10 и др.);

— видимая диагональ — размер самого экрана, измеренный по диагонали; площадь дисплеев зависит также от формата: экран с форматом 4:3 имеет большую площадь, чем с форматом 16:9 при одинаковой диагонали;

— контрастность — отношение яркостей самой светлой и самой тёмной точек; в некоторых воспроизводящих устройствах используется адаптивный уровень подсветки с использованием дополнительных ламп, приведённая для них цифра контрастности (так называемая динамическая) не относится к статическому изображению;

— яркость — количество света, излучаемое дисплеем, обычно измеряется в канделах на квадратный метр;

— время отклика — минимальное время, необходимое пикселю для изменения своей яркости;

— угол обзора — угол, при котором падение контраста достигает заданного; Этот угол для разных типов матриц и разными производителями вычисляется по-разному, и часто не подлежит сравнению (некоторые производители указывают в технических параметрах своих мониторов параметр *CR*). Аббревиатура *CR* (*contrast rate*) обозначает уровень контрастности при указанных углах обзора относительно перпендикуляра к экрану. При углах обзора 170°/160° контрастность в центре экрана снижается до значения не ниже, чем 10:1, при углах обзора 176°/176° — не ниже, чем до значения 5:1;

— тип матрицы: технология, по которой изготовлен ЖК экран [2].

2.1.2. Устройство и принцип действия жидкокристаллического индикаторного устройства

Конструктивно такое воспроизводящее устройство состоит из ЖК матрицы (стеклянной пластины, между слоями которой располагаются жидкие кристаллы), источников света для подсветки, контактного жгута и обрамления (корпуса), чаще всего пластикового, с металлической рамкой жёсткости. Каждый пиксель ЖК матрицы состоит из слоя молекул между двумя прозрачными электродами, и двух поляризационных фильтров, плоскости поляризации которых (как правило) перпендикулярны.

Устройство субпиксела цветного жидкокристаллического экрана изображено на рисунке 2.1.

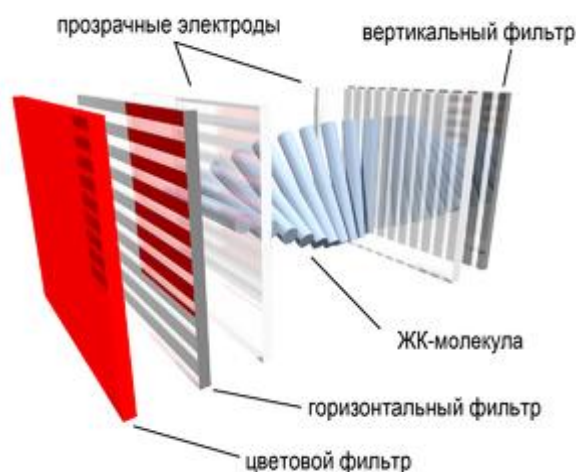


Рис. 2.1 — Устройство субпиксела цветного жидкокристаллического экрана

В отсутствие жидких кристаллов свет, пропускаемый первым фильтром, практически полностью блокируется вторым. Поверхность электродов, контактирующая с жидкими кристаллами, специально обработана для изначальной ориентации молекул в одном направлении.

В *TN (Twisted Nematic)*-матрице эти направления взаимно перпендикулярны, поэтому молекулы в отсутствие напряжения выстраиваются в винтовую структуру. Эта структура преломляет свет таким образом, что до второго фильтра плоскость его поляризации поворачивается и через него свет проходит уже без потерь. Если не считать поглощения первым фильтром половины неполяризованного света, ячейку можно считать прозрачной. Если же к электродам приложено напряжение, то молекулы стремятся выстроиться в направлении электрического поля, что искажает винтовую структуру. При этом силы упругости противодействуют этому, и при отключении напряжения молекулы возвращаются в исходное положение.

При достаточной величине поля практически все молекулы становятся параллельны, что приводит к непрозрачности структуры. Варьируя напряжение, можно управлять степенью прозрачности. Если постоянное напряжение

приложено в течение долгого времени, жидкокристаллическая структура может деградировать из-за миграции ионов. Для решения этой проблемы применяется переменный ток или изменение полярности поля при каждой адресации ячейки (так как изменение прозрачности происходит при включении тока, вне зависимости от его полярности).

Во всей матрице можно управлять каждой из ячеек индивидуально, но при увеличении их количества это становится трудновыполнимо, так как растёт число требуемых электродов. Поэтому практически везде применяется адресация по строкам и столбцам.

Проходящий через ячейки свет может быть естественным — отражённым от подложки (в ЖК дисплеях без подсветки). Но чаще применяют искусственный источник света, кроме независимости от внешнего освещения это также стабилизирует свойства полученного изображения.

ЖК матрицы разделяют на пассивные и активные [3]. Для управления ячейками пассивной матрицы используются прозрачные полосы-электроды. Они нанесены на стекла, между которыми находится ЖК вещество, причем с одной стороны полосы нанесены горизонтально, а с другой вертикально, образуя решетчатую структуру.

На пересечении электродов как раз и находятся ячейки. В пассивной матрице можно управлять одновременно только ячейками одной строки. При переходе к управлению следующей строкой, изображение, сформированное на предыдущей строке постепенно исчезает.

Такая матрица требует довольно большого времени для обновления изображения, то есть частота мельканий довольно низкая. Пассивные матрицы применяются только там, где не требуется высокой частоты обновления экрана — в часах, сотовых телефонах и т.д.

Устройство активной ЖК матрицы показано на рисунке 2.2.

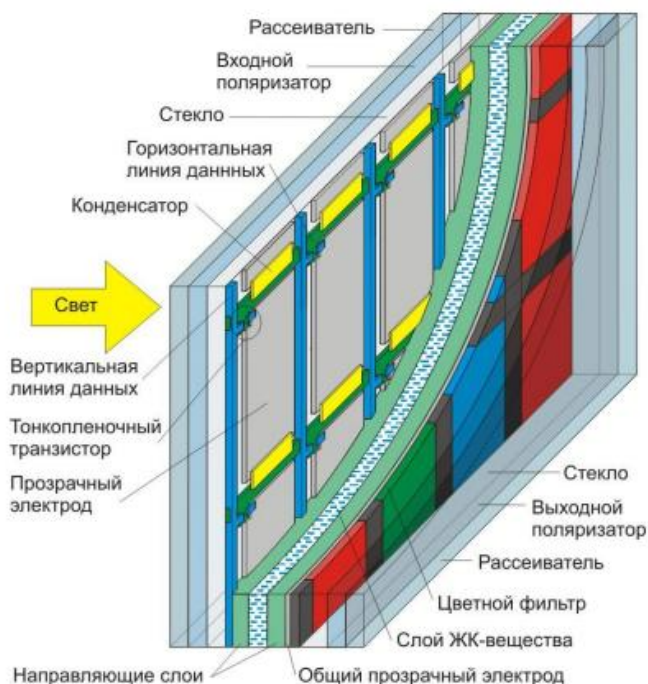


Рис. 2.2 — Устройство активной ЖК матрицы

2.1.3. Достоинства и недостатки ЖК воспроизводящих устройств

К преимуществам жидкокристаллических воспроизводящих устройств можно отнести прежде всего малый размер «в глубину» и вес в сравнении с ЭЛТ. Кроме того у ЖК ТВ приемников, в отличие от ЭЛТ, нет видимого мерцания, дефектов фокусировки лучей, помех от магнитных полей, проблем с геометрией изображения и четкостью. Энергопотребление ЖК телевизионного приемника в зависимости от модели, настроек и выводимого изображения может как совпадать с потреблением ЭЛТ и плазменных экранов сравнимых размеров, так и быть существенно — до пяти раз ниже. Энергопотребление ЖК воспроизводящего устройства на 95% определяется мощностью ламп подсветки или светодиодной матрицы подсветки (англ. *backlight* — задний свет) ЖК матрицы. Во многих воспроизводящих устройствах для настройки пользователем яркости свечения экрана используется широтно-импульсная модуляция ламп подсветки частотой от 150 Гц до 400 Гц и более.

Жидкокристаллические ТВ приемники имеют и некоторые недостатки, часто принципиально трудноустраняемые. В отличие от ЭЛТ, ЖК воспроизводящие устройства могут отображать чёткое изображение лишь в одном («штат-

ном») разрешении. Остальные достигаются интерполяцией с потерей чёткости. Причем слишком низкие разрешения (например 320×200 точек) вообще не могут быть отображены на многих мониторах. Цветовой охват и точность цветопередачи ниже, чем у плазменных панелей и ЭЛТ соответственно. Это связано с тем, что субпиксели ЖК матрицы не являются светоизлучающими элементами, а представляют собой фильтры, пропускающие свет от белых ламп подсветки. Спектральные характеристики пропускания фильтров делают широкими, чтобы увеличить яркость. Поэтому цвета субпикселей получаются ненасыщенными, а значит, панель имеет небольшой цветовой охват [4]. Это означает, что хоть она и передает 16,8 миллионов цветов, среди них нет таких, которые может передать, например, ЭЛТ или плазменная панель. Важно не только количество передаваемых цветов, но и то, какие это цвета. На рис.2.3 изображены градации основных цветов для ЭЛТ и *LCD*.

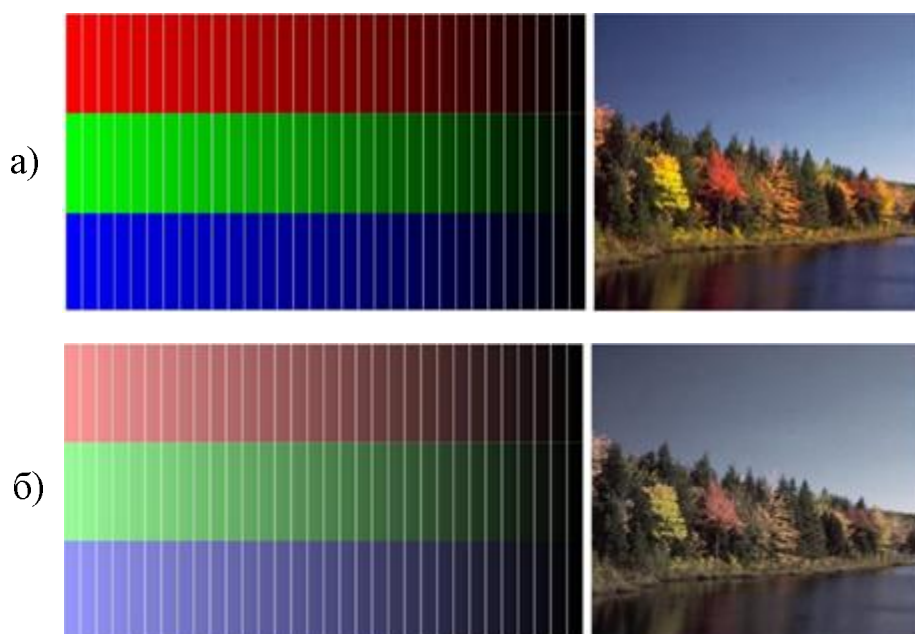


Рис. 2.3 — Сравнение цветопередачи ЭЛТ (а) и *LCD* (б)

В обоих случаях количество градаций одинаково, то есть оба устройства передают одинаковое количество цветов. Однако цвета, передаваемые ЭЛТ, имеют насыщенность, изменяющуюся в больших пределах, чем цвета, передаваемые *LCD* [4].

Также на многих телевизионных жидкокристаллических приемниках есть неустранимая неравномерность передачи яркости (полосы в градиентах). Мно-

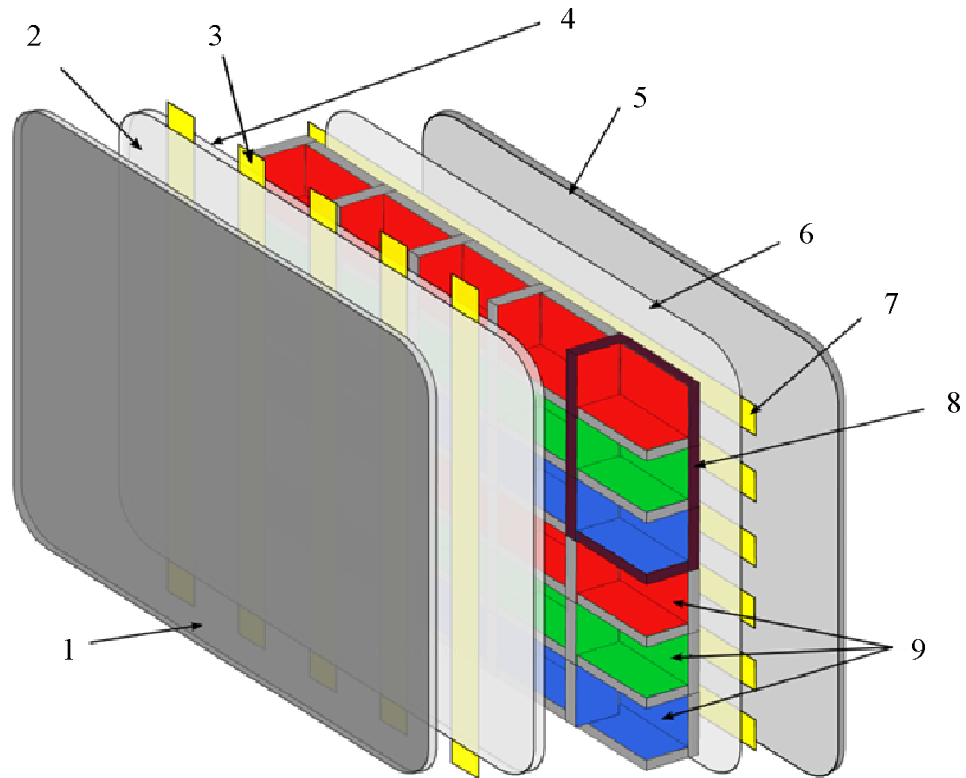
гие из них имеют сравнительно малый контраст и глубину чёрного цвета. Повышение фактического контраста часто связано с простым усилением яркости подсветки, вплоть до некомфортных значений. Широко применяемое глянцевое покрытие матрицы влияет лишь на субъективную контрастность в условиях внешнего освещения. Из-за жёстких требований к постоянной толщине матриц существует проблема неравномерности однородного цвета (неравномерность подсветки). Фактическая скорость смены изображения также остаётся ниже, чем у ЭЛТ и плазменных дисплеев. Зависимость контраста от угла обзора до сих пор остаётся существенным минусом технологии. Массово производимые *LCD* ТВ приемники плохо защищены от повреждений. Особенно чувствительна матрица, незащищённая стеклом. При сильном нажатии возможна необратимая деградация. Также существует проблема дефектных пикселей. В процессе использования пиксели ТВ приемника ЖК технологии деградируют, хотя скорость деградации наименьшая из всех технологий отображения, за исключением лазерных дисплеев, не подверженных деградации пикселей.

2.2. Воспроизводящие устройства на основе плазменной технологии

2.2.1. Устройство и принцип действия воспроизводящего устройства на основе плазменной технологии

Плазменный экран или *PDP (Plasma Display Panel)*— это газоразрядный экран, который является устройством отображения информации. Такие панели основаны на явлении свечения люминофора под воздействием ультрафиолетовых лучей, возникающих при электрическом разряде в ионизированном газе (в плазме) [5].

ТВ приемник с плазменным воспроизводящим устройством представляет собой матрицу газонаполненных ячеек, заключенных между двумя параллельными стеклянными пластинами, внутри которых расположены прозрачные электроды, образующие соответственно шины сканирования, подсветки и адресации (см. рис. 2.4) [6].



1 — передняя стеклянная панель; 2 — диэлектрический слой; 3 — экранирующие электроды; 4 — окисное покрытие; 5 — тыльное зеркальное стекло; 6 — диэлектрический слой; 7 — адресные электроды; 8 — пиксель; 9 — фосфорное покрытие плазменной ячейки.

Рис. 2.4 — Устройство ТВ приемника с плазменным воспроизводящим устройством

Разряд в газе протекает между разрядными электродами (сканирования и подсветки) на лицевой стороне экрана и электродом адресации на задней стороне. Передний электрод изготавливается из оксида индия и олова, поскольку он проводит ток и максимально прозрачен. При протекании больших токов по довольно большому плазменному экрану из-за сопротивления проводников возникает существенное падение напряжения, приводящее к искажениям сигнала, в связи с чем добавляют промежуточные проводники из хрома, несмотря на его непрозрачность. Для создания плазмы ячейки обычно заполняются газом — неоном или ксеноном (реже используется *He* и/или *Ar*, или, чаще, их микс-смеси).

Существующая проблема в адресации миллионов пикселей решается рас-

положением пары передних дорожек в виде строк (шины сканирования и подсветки), а каждой задней дорожки в виде столбцов (шина адресации). Внутренняя электроника плазменных экранов автоматически выбирает нужные пиксели. Эта операция проходит быстрее, чем сканирование лучом на электrolучевых ТВ приемниках. В последних моделях *PDP* обновление экрана происходит на частотах (400...600) Гц, что не позволяет человеческому глазу замечать мерцания экрана. На рисунке 2.5 показана схема плазменной ячейки [5].

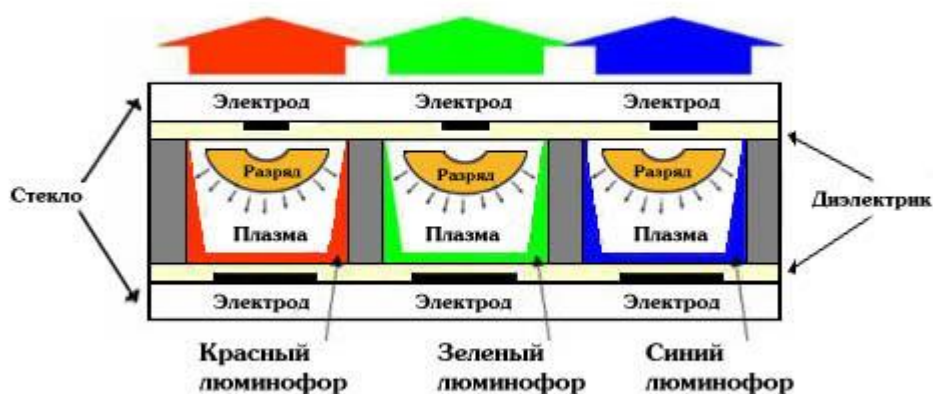


Рис. 2.5 — Схема плазменной ячейки (пикселя).

Работа ТВ приемника с плазменным воспроизводящим устройством состоит из трех следующих этапов:

- инициализация, в ходе которой происходит упорядочивание положения зарядов среды и её подготовка к следующему этапу (адресации). При этом на электроде адресации напряжение отсутствует, а на электрод сканирования относительно электрода подсветки подается импульс инициализации имеющий ступенчатый вид. На первой ступени этого импульса происходит упорядочивание расположения ионной газовой среды, на второй ступени разряд в газе, а на третьей — завершение упорядочивания;

- адресация, в ходе которой происходит подготовка пикселя к подсвечиванию. На шину адресации подается положительный импульс (+75 В), а на шину сканирования отрицательный (−75 В). На шине подсветки напряжение уста-

навливается равным +150 В;

— подсветка, в ходе которой на шину сканирования подается положительный, а на шину подсветки отрицательный импульс, равный 190 В. Сумма потенциалов ионов на каждой шине и дополнительных импульсов приводит к превышению порогового потенциала и разряду в газовой среде. После разряда происходит повторное распределение ионов у шин сканирования и подсветки. Смена полярности импульсов приводит к повторному разряду в плазме. Таким образом, меняя полярность импульсов обеспечивается многократный разряд ячейки.

Один цикл «инициализация — адресация — подсветка» образует формирование одного подполя изображения. Складывая несколько подполей можно обеспечивать изображение заданной яркости и контраста. В стандартном исполнении каждый кадр плазменной панели формируется сложением восьми подполей.

Таким образом, при подведении к электродам высокочастотного напряжения происходит ионизация газа или образование плазмы. В плазме происходит емкостной высокочастотный разряд, что приводит к ультрафиолетовому излучению, которое вызывает свечение люминофора: красное, зелёное или синее. Излучение люминофоров, проходя через переднюю стеклянную пластину, попадает на зрительную систему человека.

2.2.2. Достоинства и недостатки воспроизводящего устройства на основе плазменной технологии

ТВ приемники с плазменным воспроизводящим устройством имеют ряд достоинств. Среди них — высокая контрастность. Наилучшая, по сравнению с жидкокристаллическими и электролучевыми ТВ приемниками. *PDP* не имеют инерционности свойственной ЖК приемникам, время отклика *PDP* невелико. По сравнению с ЖК ТВ приемниками, плазменные имеют большой угол обзора; свойства и качество картинки не изменяются в зависимости от позиции наблюдателя. По сравнению с ЭЛТ, они имеют очень высокую чёткость изображения, обусловленную тем, что нет проблем со сведением лучей, характерных для ЭЛТ. Также по сравнению с ЭЛТ нет мерцания изображения, следовательно

при длительном просмотре не устают глаза. Они нечувствительны к электромагнитным полям.

К недостаткам можно отнести высокое энергопотребление, высокую стоимость, имеет место выгорание люминофора в неподвижных частях экрана, размер пикселя больше, чем у *LCD*.

Перспективной технологией, которая может заменить ЖК и плазменные ТВ приемники, часто считают *OLED* (матрица с органическими светодиодами).

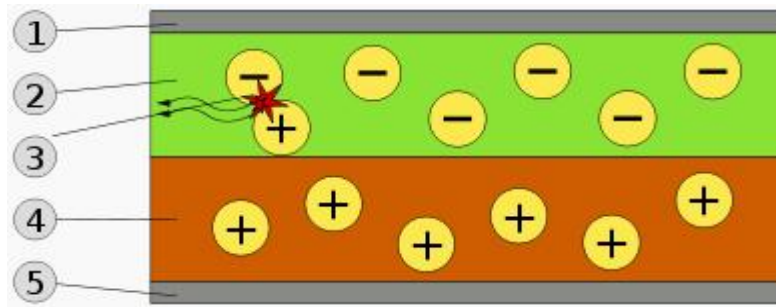
2.3. Воспроизводящие устройства на основе органических светодиодов

2.3.1. Устройство и принцип действия воспроизводящих устройств *OLED* технологии

Данная технология основана на использовании органических светодиодах (*Organic Light-Emitting Diode (OLED)*). Органический светоизлучающий диод — это полупроводниковый прибор, изготовленный из органических соединений, который эффективно излучает свет, если пропустить через него электрический ток [7].

Для создания органических светодиодов используются тонкопленочные многослойные структуры, состоящие из слоев нескольких полимеров. При подаче на анод положительного относительно катода напряжения, поток электронов протекает через прибор от катода к аноду. Таким образом катод отдает электроны в эмиссионный слой, а анод забирает электроны из проводящего слоя, или другими словами анод отдает дырки в проводящий слой. Эмиссионный слой получает отрицательный заряд, а проводящий слой положительный. Под действием электростатических сил электроны и дырки движутся навстречу друг к другу и при встрече рекомбинируют. Это происходит ближе к эмиссионному слою, потому что в органических полупроводниках дырки обладают большей подвижностью, чем электроны. При рекомбинации происходит понижение энергии электрона, которое сопровождается испусканием (эмиссией) электромагнитного излучения в области видимого света. Поэтому слой и называется эмиссионным.

Структура 2-хслойного *OLED* воспроизводящего устройства изображена на рисунке 2.6.



1 — катод; 2 — эмиссионный слой; 3 — испускаемое излучение; 4 — проводящий слой; 5 — анод.

Рис. 2.6 — Структура 2-хслойного *OLED* воспроизводящего устройства

2.3.2. Модификации воспроизводящих устройств, выполненных по технологии *OLED*

Как и все *OLED*, *PHOLED* (*Phosphorescent OLED*) функционируют следующим образом: электрический ток подводится к органическим молекулам, которые испускают яркий свет. Однако, *PHOLED* используют принцип электрофосфоресценции, чтобы преобразовать до 100% электрической энергии в свет [8]. К примеру, традиционные флуоресцентные *OLED* преобразовывают в свет приблизительно (25...30)% электрической энергии. Из-за их чрезвычайно высокого уровня эффективности энергии, даже по сравнению с другим *OLED*, *PHOLED* изучаются для потенциального использования в больших дисплеях типа телевизионных мониторов или экранов для потребностей освещения. Также к преимуществам *PHOLED*-дисплеев можно отнести яркие, насыщенные цвета, а также достаточно долгий срок службы.

SOLED (*Stacked OLED*) — технология экрана от *UDC* (сложенные *OLED*). *SOLED* используют следующую архитектуру: изображение подпикселей складывается (красные, синие и зеленые элементы в каждом пикселе) вертикально вместо того, чтобы располагаться рядом, как это происходит в ЖК-дисплее или электронно-лучевой трубке. В *SOLED* каждым элементом подпикселя можно

управлять независимо. Цвет пиксела может быть отрегулирован при изменении тока, проходящего через три цветных элемента (в нецветных дисплеях используется модуляция ширины импульса). Яркостью управляют, меняя силу тока. Преимущества *SOLED*: высокая плотность заполнения дисплея органическими ячейками, посредством чего достигается хорошее разрешение, а значит, высококачественная картинка [8].

TOLED (Transparent and Top-emitting OLED) — технология, позволяющая создавать прозрачные (*Transparent*) ТВ приемники, а также достигнуть более высокого уровня контрастности [8].

Прозрачные *TOLED* дисплеи: направление излучения света может быть только вверх, только вниз или в оба направления (прозрачный). *TOLED* может существенно улучшить контраст, что улучшает читабельность экрана ТВ приемника при ярком солнечном свете.

Так как *TOLED* на 70% прозрачны при выключении, то их можно крепить прямо на лобовое стекло автомобиля, на витрины магазинов или для установки в шлеме виртуальной реальности. Также прозрачность *TOLED* позволяет использовать их с металлом, фольгой, кремниевым кристаллом и другими непрозрачными подложками для дисплеев с отображением вперед (могут использоваться в будущих динамических кредитных картах). Прозрачность экрана достигается при использовании прозрачных органических элементов и материалов для изготовления электродов.

За счёт использования поглотителя с низким коэффициентом отражения для подложки *TOLED* воспроизводящего устройства ТВ приемника контрастное отношение может на порядок превзойти ЖК. По технологии *TOLED* также можно изготавливать многослойные устройства (например *SOLED*) и гибридные матрицы.

FOLED (Flexible OLED) — главная особенность — гибкость *OLED* воспроизводящего устройства ТВ приемника. Используется пластик или гибкая металлическая пластина в качестве подложки с одной стороны, и *OLED* ячейки в герметичной тонкой защитной пленке — с другой. Преимущества *FOLED*: ультратонкость дисплея, сверхнизкий вес, прочность, долговечность и гиб-

кость, которая позволяет применять *OLED* телевизионные устройства в самых неожиданных местах.

2.3.3. Достоинства и недостатки воспроизводящих устройств *OLED* технологии

В сравнении с плазменными телевизионными приемниками *OLED* имеют меньшие габариты и вес, более низкое энергопотребление при той же яркости, возможность создания гибких экранов.

В сравнении с *LCD*, *OLED* имеют меньшие габариты и вес, отсутствует необходимость в подсветке, отсутствует такой параметр как угол обзора — изображение видно без потери качества с любого угла, мгновенный отклик (на порядок выше, чем у *LCD*) — по сути полное отсутствие инерционности, более качественная цветопередача (высокий контраст), возможность создания гибких экранов, большой диапазон рабочих температур: от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Телевизионные приемники с *OLED* экранами обеспечивают яркость излучения от нескольких кд/м^2 (для ночной работы) до очень высоких яркостей — свыше $100\,000\text{ кд/м}^2$, причем их яркость может регулироваться в очень широком динамическом диапазоне. Так как срок службы дисплея обратно пропорционален его яркости, для приборов рекомендуется работа при более умеренных уровнях яркости до 1000 кд/м^2 . При освещении *LCD* ярким лучом света появляются блики, а картинка на *OLED* ТВ приемнике останется яркой и насыщенной при любом уровне освещенности (даже при прямом попадании солнечных лучей на дисплей). *OLED* обладают контрастностью $10\,000\,000:1$ (для сравнения: контрастность *LCD* — $5000:1$, ЭЛТ — $2000:1$) [7]. Технология *OLED* позволяет смотреть на поверхность воспроизводящего устройства с любой стороны и под любым углом, причем без потери качества изображения. Впрочем, современные ЖК телевизионные приемники (за исключением основанных на *TN+Film* матрицах) также сохраняют приемлемое качество картинки при больших углах обзора.

Однако существует и ряд недостатков: маленький срок службы люминофоров некоторых цветов (порядка (2...3) лет), как следствие первого, невозможность создания долговечных полноценных *TrueColor* дисплеев, дороговиз-

на и неотработанность технологии по созданию больших матриц.

Главная проблема для *OLED* — время непрерывной работы должно быть более 15 тыс. часов. Одна проблема, которая в настоящее время препятствует широкому распространению этой технологии, состоит в том, что «красный» *OLED* и «зелёный» *OLED* могут непрерывно работать на десятки тысяч часов дольше, чем «синий» *OLED*. Это визуально искажает изображение, причем время качественного показа неприемлемо для коммерчески жизнеспособного устройства. На сегодняшний день время непрерывной работы «синего» *OLED* достигает отметки 17,5 тыс. часов [7].

3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ВОСПРОИЗВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ

3.1. Структурная схема лабораторной установки

Целью исследований является изучение особенностей работы жидкокристаллических и плазменных воспроизводящих (индикаторных) устройств и оценка их основных характеристик с помощью специальных испытательных программных продуктов. В процессе выполнения лабораторной работы оцениваются следующие основные характеристики: изменение яркостных параметров и цветопередачи при изменении угла наблюдения, четкость изображения в различных направлениях, приближенная оценка инерционности. Приемы и средства, используемые в лабораторной работе, интересны своей доступностью и возможностью широкого применения, поэтому оценка основных характеристик *LCD* и *PDP* осуществляется без использования каких-либо специальных измерительных приборов.

Лабораторная установка включает в себя стационарный компьютер для проведения измерений, к которому подключены: исследуемый ТВ приемник с ЖК воспроизводящим устройством (модель *Philips 22PFL3403*), исследуемый ТВ приемник с плазменным воспроизводящим устройством (модель *LG 32PC54*), вспомогательный монитор для проведения измерений.

На рисунке 3.1 изображена структурная схема лабораторной установки для исследования характеристик телевизионных воспроизводящих устройств.

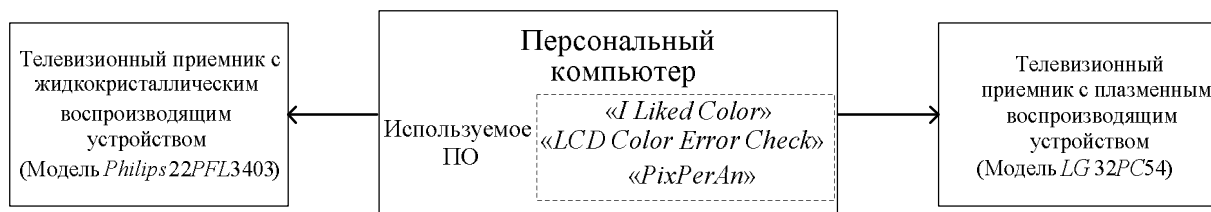


Рис. 3.1 — Структурная схема лабораторной установки для исследования характеристик телевизионных воспроизводящих устройств

3.2. Характеристика используемых программных средств

В ходе выполнения лабораторной работы предполагается использование трех компьютерных программ:

— программа «*I Liked Color*», позволяющая определить абсолютное значение сигнала для каждого элемента изображения и запускаемая файлом «*ilc.exe*» [9];

— программа «*LCD Color Error Check*», запускаемая файлом *ColorErrorCheck.exe*, и позволяющая оценить особенности воспроизведения цвета [10];

— программа «*PixPerAn*», созданная для качественной оценки инерционных свойств телевизионных приемников и определения этих характеристик с точностью, достижимой без специальных измерительных приборов; программа запускается файлом «*PixPerAn.exe*» [11].

Первые две программы имеют понятный для пользователя интерфейс и в дополнительном описании не нуждаются, тогда как программа «*PixPerAn*» является относительно сложной.

Цель программы «*PixPerAn*» состоит в том, чтобы оценить и сравнить инерционность ТВ воспроизводящих устройств, которая выражается в нерезкости границ при плавно и достаточно быстро перемещающихся графических изображениях на экране.

Программа «*PixPerAn*» запускается одноименным файлом (*PixPerAn.exe*), после чего она берет на себя управление монитором и открывается в полноэкранном режиме. Интерфейс программы «*PixPerAn*» после запуска изображен на рисунке 3.2. В правом верхнем углу экрана в зеленой рамке (см. рис. 3.3) выводятся сведения о частоте обновления экрана (*Framerate*), выраженной числом кадров в секунду (*fps*), количестве «потерянных» кадров (*Frameslost*), степени загрузки процессора (*CPU load*) в процентах, выбранном режиме (*Mode*) разрешения экрана (например, (1280×1024) элемента), а также «глубине» представления цвета — в количестве бит на один элемент изображения (*bpp*) [11]. Эти сведения видны на экране во время любого из тестов, проводимых с помощью программы *PixPerAn*. Если это окно убрано с экрана, его можно вызвать кла-

вишей «F12».

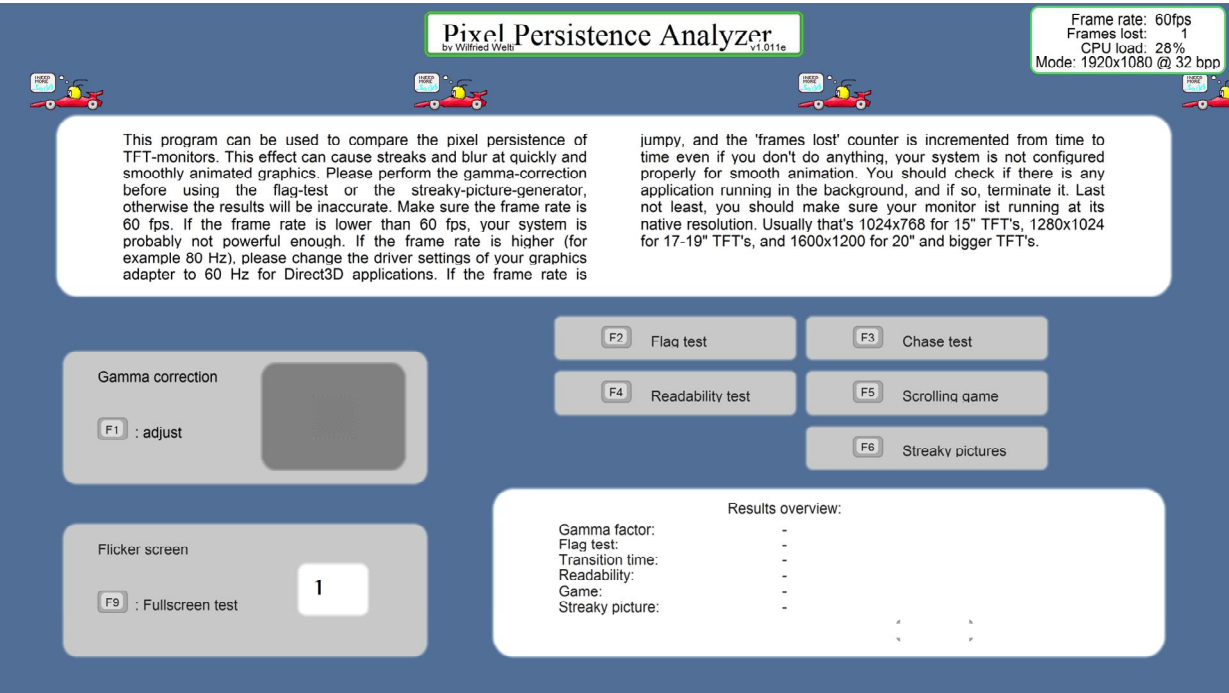


Рис. 3.2 — Интерфейс программы «PixPerAn»

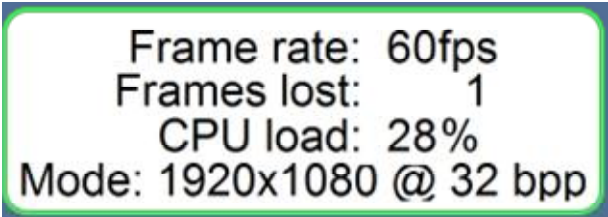


Рис. 3.3 — Индикатор состояния работы программы «PixPerAn»

Управление работой программы, а также включение определенных тестов, осуществляются с помощью указанных на экране клавиш. Режим синхронизации видеокарты управляется клавишами «Shift+F7» и «Shift+F8».

Клавиша «F10» приводит к мгновенной остановке работы программы, отменить которую можно клавишей «Esc».

Все показатели скорости движения графических объектов на экране указаны в величинах смещения, выраженных числом элементов изображения на один кадр (*pixel pro frame — ppf*). Например, обозначение «Tempo:10» при частоте кадров 60 кадров в секунду (*fps*) означает, таким образом, 600 элементов в секунду. Причиной привязки величины скорости к частоте кадров является то обстоятельство, что только целочисленное значение скорости, выраженное в

числе элементов в секунду, соответствует плавному движению (без заметных рывков).

3.3. Процедура подготовки лабораторной установки

Перед началом работы необходимо:

— проверить, соответствует ли частота кадров величине 60 Гц. Если частота кадров существенно меньше (30 Гц или меньше), весьма вероятно, что графическая карта недостаточно мощная. Если частота кадров неравномерна, и отдельные кадры теряются, то вероятно, что в фоновом режиме выполняется какое-то приложение и его следует завершить для правильного проведения тестов. Если же частота кадров выше, следует изменить настройки видеокарты, установив частоту кадров, равной 60 Гц. Следует также иметь в виду, что программа может попытаться сама изменить режим вертикальной синхронизации, что регулируется нажатием клавиш «*Shift+F7*» и «*Shift+F8*». Деактивировать эту внутреннюю синхронизацию можно нажатием клавиш «*Shift+F7*»;

— убедиться в том, что на тестируемом ТВ приемнике выставлено оптимальное для него разрешение, которое должно соответствовать номинальному значению разрешения индикаторного устройства таким образом, что каждому элементу экрана будет соответствовать один элемент изображения;

— внимательно рассмотреть красную машинку, которая постоянно проезжает на экране. Ее движение должно быть плавным, без рывков. Если в ее движении регулярно встречаются рывки или неравномерности скорости, но при этом не увеличивается число «потерянных» кадров, возможно, что ТВ приемник при данных установках принципиально неспособен показывать движение плавно и равномерно;

— настроить гамма-характеристику ТВ приемника (клавиша «*F1*») для обеспечения повторяемости результатов при проведении остальных тестов, а также для наглядной демонстрации влияния нелинейности характеристики воспроизведения на качество изображения. Неверно выставленная величина коэффициента гамма ведет к неверным результатам последующих тестов: «с флажками» и со «смазанными» изображениями. В этом режиме работы, ориентиро-

ванном на правильное выставление коэффициента гамма, интерфейс программы выглядит следующим образом: с помощью клавиши «Esc» можно вернуться в главное меню программы, а клавишей «пробел» – убрать с экрана вспомогательные элементы для облегчения проведения теста. В нижней части экрана расположен движковый регулятор, позволяющий изменить величину показателя гамма монитора от 0,1 в крайнем левом положении до величины 4,0 в крайнем правом. Внизу экрана, под поясняющим текстом, расположена полутоновая шкала с 32 градациями серого, которая наглядно демонстрирует воспроизведение полутонов при изменении гамма-характеристик (интерфейс программы в режиме регулировки гамма-характеристики изображен на рисунке 3.4);

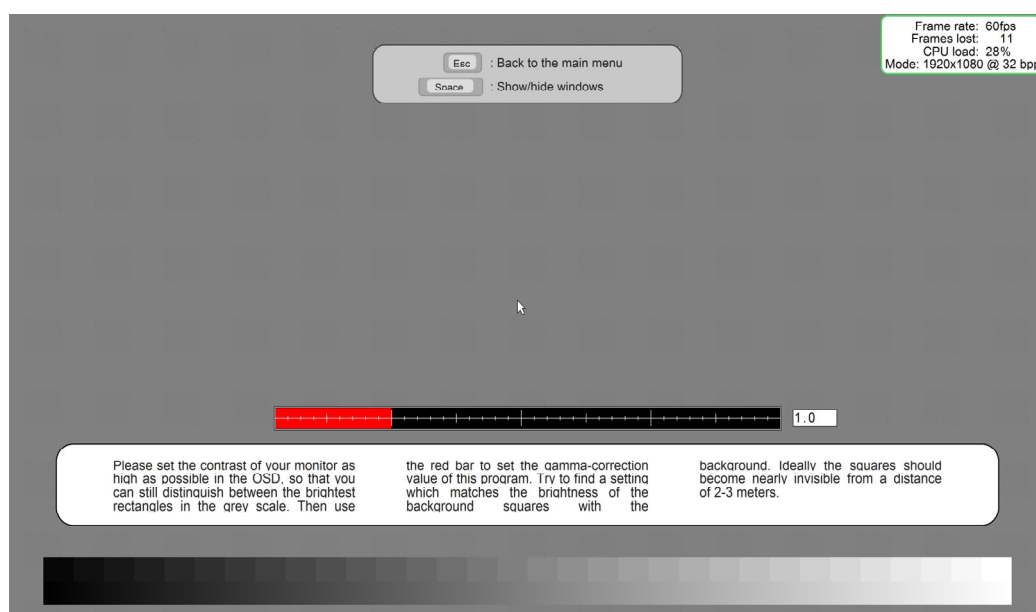


Рис. 3.4 — Интерфейс программы «PixPerAn» в режиме регулировки гамма-характеристики

— установить регулировки яркости и контрастности исследуемого монитора в такое положение, чтобы все участки полутоновой шкалы, расположенной в нижней части экрана, были хорошо различимы и занимали весь динамический диапазон яркости свечения экрана;

— установить коэффициент гамма с помощью красной полосы таким образом, чтобы яркость квадратов на заднем плане изображения по возможности близко совпадала с яркостью серого фона. В идеальном случае квадраты становятся невидимы при удалении наблюдателя на (2...3) м от экрана.

У многих ЖК и плазменных ТВ приемников величина коэффициента гамма сильно зависит от угла наблюдения, таким образом, может оказаться невозможным сделать все квадраты «невидимыми». В этом случае следует постараться хотя бы в середине экрана заставить квадраты «исчезнуть». Кроме того, может получиться так, что слева и/или справа от квадратов (даже при наилучшим образом выставленной регулировке) оказываются заметными линии границ.

3.3.1. Проведение теста «с флажками»

Для проведения теста «с флажками» после нажатия клавиши *F2* открывается новое окно программы, в средней части которого слева направо перемещаются флажки, расположенные на контрастном фоне. Внешний вид окна программы при проведении теста с флажками изображен на рисунке 3.5.

Клавиши «*F1*» и «*F2*» позволяют изменить цветовую схему объектов для проведения теста, клавиша «пробел» убирает лишние элементы с экрана, клавиша «*Esc*» — переход к главному меню. Два длинных движковых регулятора в нижней части экрана, расположенные друг над другом, изменяют яркость соответственно верхнего и нижнего рядов флажков, перемещающихся в средней части экрана также друг над другом. Справа от них расположен короткий движковый регулятор скорости перемещения флажков (обозначен «*Tempo:*»), под ним — переключатель, дублирующий клавишу «*Ctrl*» и изменяющий пределы регулировки яркости флажков (и соответственно границы регулировки длинных движковых регуляторов яркости флажков) от белого (или черного) до серого (эти границы подписаны по-английски рядом с регуляторами).

Тест «с флажками» позволяет определить, какой процент от перехода между двумя ступенями яркости индикаторное устройство осуществляет за один цикл отображения (1/60 с). Для проведения теста автором программы предлагается сначала ознакомиться с интерфейсом, выполнив несложный опыт: нужно установить оба больших движковых регулятора в среднее положение. Затем нажать клавишу «*Ctrl*», оба регулятора тотчас установятся в крайнее правое положение. Необходимо после этого снова установить оба регулятора в среднее положение и обратить внимание на то обстоятельство, что флажки при этом

выглядят иначе, чем после запуска этого теста, то есть изображения с черно-белыми и полутоновыми переходами яркости подвержены «смазыванию» по-разному (из-за инерционности индикаторного устройства).

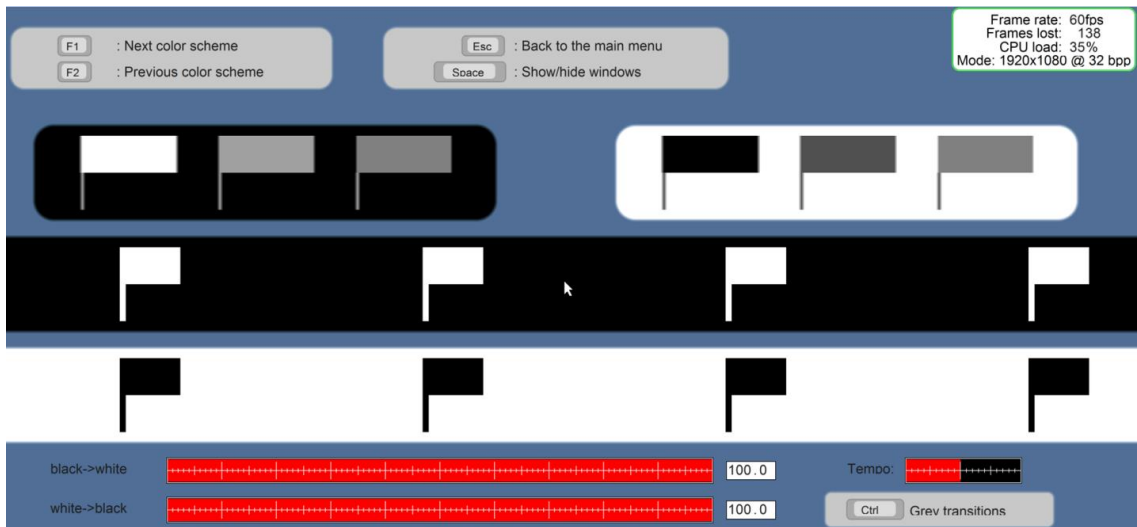


Рис. 3.5 — Внешний вид окна программы «*PixPerAn*» при проведении теста «с флажками»

Тест проводится следующим образом. Необходимо сначала в режиме воспроизведения черно-белых флажков (без серого цвета) и при средней скорости их перемещения выставить обоими длинными регуляторами яркость движущихся флажков таким образом, чтобы она сравнилась с яркостью флагштоков. Сверху показаны три примера (см. рис. 3.6). Соответственно, средний пример показывает правильный вариант установки.



Рис. 3.6 — Примеры установки яркости движущихся флажков

Важно чтобы в точке соединения флага и флагштока не было заметно разницы в окраске обеих частей фигуры. Затем необходимо переключиться в режим серых цветов (клавиша «*Ctrl*») и выполнить эту же установку снова, соблюдая то же условие. Дополнительные цветовые схемы («*F1*», «*F2*») не относятся к «официальной» версии теста, но помогают более детально изучить ме-

ханизм воспроизведения отдельных цветовых составляющих исследуемым ТВ приемником.

По отдельному заданию также может проводиться тестирование с разными скоростями перемещения флажков. Регулятор скорости имеет 20 обозначенных положений, по умолчанию тест проводится в среднем из них.

В заключение необходимо показания обоих длинных регуляторов записать в отчет, до и после переключения в режим «с серыми цветами» (клавиша «Ctrl»). Результатом теста являются 4 числа (показания регуляторов) и ссылка на использовавшуюся цветовую схему.

3.3.2 Проведение теста «преследования»

Тест запускается клавишей «F3», при этом по-прежнему клавиша *Esc* означает возврат в главное меню, а клавиша «пробел» убирает с экрана лишние элементы, мешающие проведению теста. Интерфейс программы при проведении теста «преследования» изображен на рисунке 3.7.

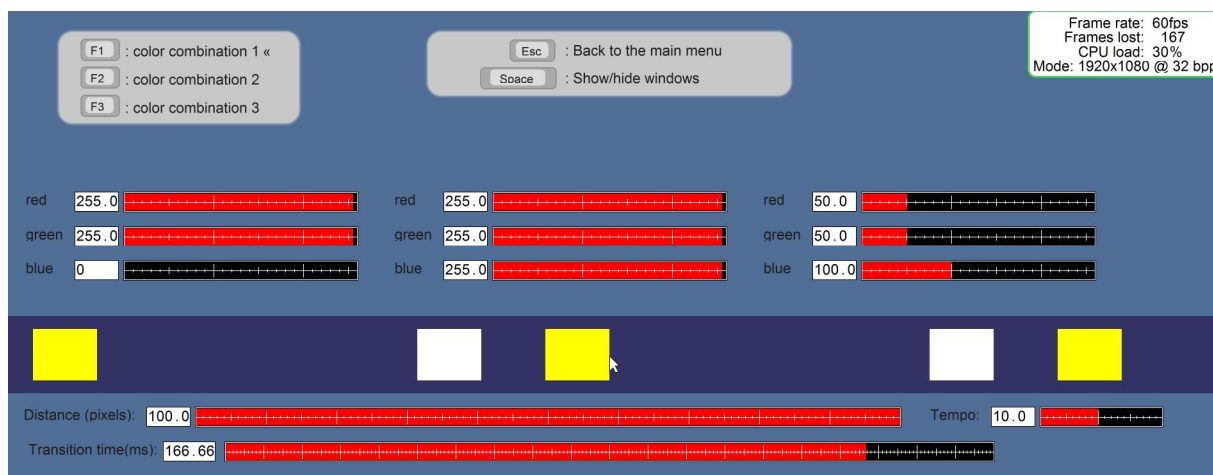


Рис. 3.7 — Интерфейс программы «*PixPerAn*» при проведении теста «преследования»

Назначение теста, как и остальных, состоит в оценке инерционности индикаторного устройства, которая заметна на движущихся объектах. От инерционности воспроизводящего устройства страдают, прежде всего, границы изображений, перпендикулярные направлению движения. Программа воспроизво-

длит два прямоугольника, перемещающиеся по экрану на контрастном фоне с определенной скоростью. Границы прямоугольников размываются, увеличивая размеры на величину, зависящую от инерционности воспроизводящего устройства. Расстояние между «преследуемым» и «преследующим» прямоугольниками можно регулировать, и наблюдателю предлагается движковым регулятором «*Distance (pixels)*» установить для этого расстояния минимальное значение, при котором еще можно распознать неискаженный цвет фона в промежутке между движущимися фигурами. Одновременно с этой установкой перемещается движок расположенного ниже регулятора «*Transitiontime(ms)*», означающий интервал между обоими прямоугольниками (время перехода), показания которого и являются количественным результатом теста.

Выше движущихся прямоугольников расположены три столбца движковых регуляторов, позволяющие по 3-компонентной схеме установить цвета соответственно первого прямоугольника, второго и фона. Кроме того, исследование проводится по заранее выбранным цветовым схемам («F1», «F2» и «F3»).

По результатам этого теста следует получить ответ на вопрос: «Зависят ли результаты теста от скорости движения объекта по экрану монитора?».

Результаты проведенного теста, представляющие собой одно число для каждой из цветовых схем, для которых проводилось исследование, записываются в отчет.

3.3.3. Тест «распознаваемости знаков»

Тест служит общей цели испытания, изучению влияния инерционности ТВ приемника на различные аспекты восприятия изображения. Один из них — чтение текста с экрана. Чтение затрудняется, если буквы перемещаются и, как следствие, «смазываются» в направлении перемещения из-за инерционности воспроизводящего устройства.

При запуске теста «распознаваемости знаков» клавишей «F4» открывается новое окно (см. рис. 3.8).

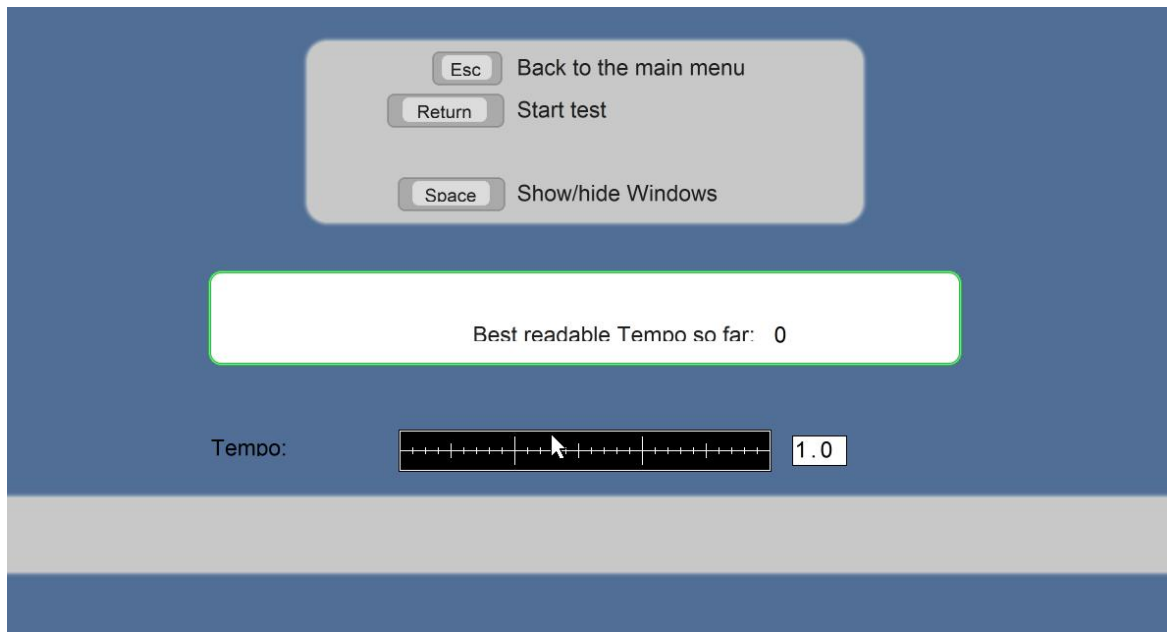


Рис. 3.8 — Интерфейс программы «*PixPerAn*» при запуске теста
«распознаваемости знаков»

В нем аналогично предыдущим тестам клавишей «пробел» можно убрать лишние элементы интерфейса, нажатием «*Esc*» выйти в главное меню, а клавишей «*Enter*» запустить тест

После нажатия клавиши «*Enter*» (см. рис. 3.9), по экрану медленно (в течение 1 мин) перемещается случайная последовательность букв латинского алфавита, которую пользователю предлагается распознать и впечатать с помощью клавиатуры в светлый прямоугольник в центре экрана, где уже мигает курсор.

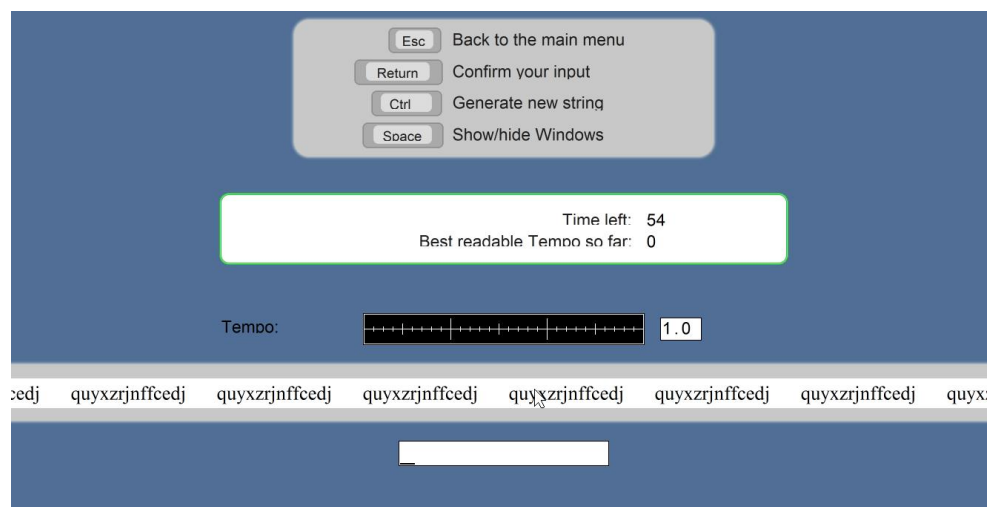


Рис. 3.9 — Интерфейс программы «*PixPerAn*» в режиме старта теста
«распознаваемости знаков»

Для ввода текста ограничений во времени нет. После завершения ввода всей последовательности пробегающих букв следует нажать клавишу «*Enter*» на клавиатуре или клавишу «*Return*» мышкой на экране.

В случае успеха появляется надпись «*Inputcorrect*», и регулятор скорости перемещения букв («*Tempo*:»), расположенный в середине экрана над буквами, переходит в следующее (более правое) положение. Скорость увеличивается. Клавишей «*Ctrl*» можно инициировать вывод новой последовательности букв. После ряда последовательно увеличивающихся значений скорости перемещения букв, когда их уже трудно прочесть, и допущена неизбежная ошибка, появляется надпись «*Inputincorrect!*», и в светлом прямоугольнике в верхней части экрана появляется надпись, показывающая номер опыта, давшего хороший результат при наибольшей скорости пробегания текста («*Bestreadable Temposofar:X*» – вместо «*X*» стоит номер опыта), являющегося результатом теста, который следует зафиксировать в отчете.

Если при вводе текста допущена ошибка (то есть если напечатана неверная буква, хотя прочитана правильно), следует начать тест сначала, поставив перед этим регулятор скорости в положение, соответствующее последней скорости с успешным чтением. Если одна или большее количество букв неправильно прочитаны, тест считается оконченным.

3.3.4. Имитация «смазанного» изображения

Заключительный тест, представляющий собой имитацию смазанного изображения, запускается клавишей «*F6*» и представляет собой по существу выбор электрической модели, описывающей переходные процессы в ячейках ЖК или плазменного воспроизводящего устройства.

Сущность теста можно пояснить следующим образом: из-за инерционности воспроизводящего устройства движущийся по его экрану объект имеет «смазанные» границы. Если взять изображение этого же объекта и специальной обработкой создать на нем «смазанные» границы, наиболее похожие на те, которые видны при его движении по экрану монитора, то алгоритм этой обработки будет близко соответствовать характеристикам инерционности телевизионного воспроизводящего устройства.

После нажатия клавиши «F6» появляется краткое описание(на английском языке), изложенное выше, после чего пользователю предлагается нажать «пробел» и открывать основное окно (см. рис. 3.10), содержащее пробегающее по горизонтали изображение, являющееся одним из графических объектов, имеющихся в программе. Горизонтальный 5-позиционный переключатель «*Graphic no*» позволяет сменить графический объект. Нажатие клавиши «F1» увеличивает число позиций переключателя и позволяет использовать для испытаний графические объекты, подготовленные пользователем. Для этого можно загрузить и собственный графический файл с разрешением (128×96) элементов, который должен лежать в том же каталоге, что и файл *PixPerAn.exe*, и иметь имя *PixPerAn_TestBildX.bmp*, где буква «X» заменяет цифру от 0 до 9. Ниже переключателя графических объектов расположен горизонтальный регулятор скорости их перемещения («*Tempo*»), имеющий 16 позиций, от 1 до 16 элементов на один кадр (*ppf*).

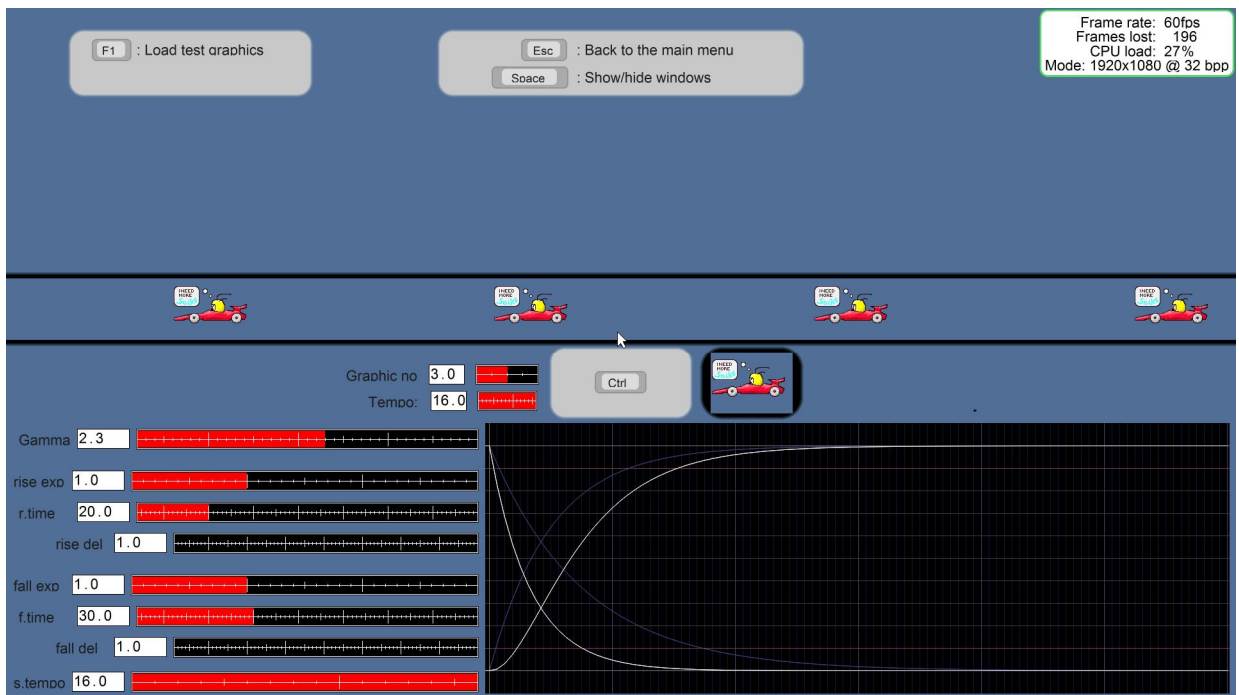


Рис. 3.10 — Интерфейс программы «*PixPerAn*» при проведении имитации «смазанного» изображения»

Нижняя часть окна относится непосредственно к задаче имитации смазанного изображения программными средствами. Задача этого теста состоит по существу из двух частей, выполняемых одновременно.

Во-первых, по средней части экрана перемещается графический объект,

границы которого воспринимаются нерезкими из-за инерционности ТВ приемника. Во-вторых, одновременно с перемещением объекта, работает программный имитатор, органы управления которым расположены в нижней части экрана. Имитатор формирует изображение перемещающегося объекта со смазанными границами, причем величина и характер этого «смазывания» рассчитываются программой автоматически, они выбираются «по умолчанию», исходя из результатов ранее проведенных тестов. Кроме того, все параметры работы имитатора могут быть заданы пользователем, что позволяет пользователю их подбирать, постепенно приближаясь к наиболее близкому сходству изображения, сформированного имитатором, и реального изображения, «смазанного» только в результате движения по экрану.

Программная имитация «смазанного» изображения сводится к формированию функции, описывающей переходные процессы в ячейках ЖК или плазменных воспроизводящих устройств. Эти процессы (переход из «темного» состояния в «светлое» и наоборот) описываются в простейшем случае двумя функциями: нарастающей («*rise*») и спадающей («*fall*»), что иллюстрируется графиками, расположенными справа в нижней части экрана. Графики носят качественный иллюстративный характер, по горизонтальной оси откладывается время, а по вертикальной — относительная нормированная величина, показывающая состояние ячейки ЖК или плазменного экрана (например, ее прозрачность).

Слева от графика, описывающего переходные процессы в ячейках ЖК или плазменных воспроизводящих устройств, имеются следующие регулировки, влияющие на процесс имитации и отражающиеся на форме приведенных графиков:

— «*gamma*» — коэффициент гамма (эта величина не имеет отношения к измерениям, выполненным в начале тестирования, но используется программой для построения закона формирования смазанного изображения);

— «*riseexp*» — постоянная времени экспоненты, описывающей нарастающий фронт;

— «*r. time*» — длительность нарастающего фронта;

- «*risedel*» — время задержки нарастающего фронта;
- «*fallexp*» — постоянная времени экспоненты, описывающей спадающий фронт;
- «*f. time*» — длительность спадающего фронта;
- «*falldel*» — время задержки нарастающего фронта;
- «*s.temp*» — скорость движения объекта, исходя из которой рассчитывалось «смазанное» изображение.

Тонкими синими линиями показаны те же графики для случая формирования смазанного изображения, исходя из величины показателя гамма, равного единице.

Проведение этого теста предполагает следующую последовательность действий:

- выбирается графическое изображение для наблюдения его перемещения по экрану;
- задается скорость перемещения;
- в случае необходимости, вносятся изменения в показания регуляторов имитатора, расположенных слева в нижней части экрана;
- нажимается клавиша «*Ctrl*» или кнопка с таким названием в центре экрана, в результате чего на ее месте появляется рассчитанное программой изображение, которое должно наиболее близко соответствовать «смазанному» изображению, наблюдаемому на перемещающемся объекте.

Тест можно повторять, но при изменении показаний регуляторов рассчитанное изображение исчезает и может быть построено вновь после нажатия клавиши «*Ctrl*». При достаточно близком совпадении рассчитанного программой изображения с наблюдаемым можно считать, что графики и регуляторы в нижней части экрана своими показаниями достаточно хорошо иллюстрируют переходные процессы в индикаторном устройстве ТВ приемника, которые в таком случае и являются результатами проведения теста.

После проведения заключительного теста и выхода в главное меню (клавиша «*Esc*») следует нажатием клавиши «*Ctrl*» зафиксировать полученные результаты в текстовом файле «*PixPerAn_Ergebnis.txt*».

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Определение максимальной четкости изображения

Вывести на экран ТВ приемника изображение «зонной решетки», представленной файлом «Зонная пластинка».

Установить размер и масштаб изображения на экране таким образом, чтобы на краях экрана были хорошо видны периферические области «зонной решетки», где элементы решетки уже неразличимы.

Зная линейный закон увеличения пространственной частоты решетки при удалении от центра, размер экрана и среднее число периодов решетки в одном сантиметре на определенном расстоянии от центра решетки, нужно рассчитать частоту решетки на границе области, внутри которой элементы решетки хорошо различимы. Далее нужно изобразить границы этой области на графике в полярной системе координат. Отметить на этом графике максимальные величины пространственных частот, различимых в вертикальном, горизонтальном и диагональных направлениях [12].

4.2. Определение заметности границы между градациями яркости

Вывести на экран ТВ приемника изображение черно-белого полутонного перехода, записанного в файле «Серый».

Увеличить это изображение в несколько десятков раз, прибавляя увеличение до тех пор, пока на изображении не станут заметны резкие границы между участками одинаковой яркости.

Добиться расстояния между соседними равнояркими участками изображения, равного приблизительно одному сантиметру.

С помощью программы «*I likedcolor*» [9] исследовать изменения яркости вблизи границ между участками одинаковой яркости, убедившись таким образом в том, что причиной заметности этих границ являются свойства зрения, заключающиеся в ошибке определения яркости вблизи границы разноярких участков изображения.

Повторить опыт для красного, синего и зеленого цветов, используя для этого соответствующие файлы («красный», «синий», «зеленый») и программу

«*I likedcolor*».

4.3. Оценка изменения воспроизводимого цвета при изменении угла наблюдения изображения

Вывести на экран ТВ приемника изображение рабочего окна программы «*LCD color error check*» [10], содержащее центральный круг с изменяемым цветом и 12 квадратных участков с испытываемыми цветами.

Воспользовавшись опцией главного меню программы «*Help*», ознакомиться с разделами «Работа с программой» и «Приложение». Уяснить механизм изменения воспроизводимого цвета и причины искажений цветовоспроизведения.

Произвести наблюдения, выставив субъективные оценки качества воспроизведения цвета для 3-х значений углов рассматриваемого изображения: 0 °, 30 ° и 60 °.

С помощью программы просмотра графических файлов вывести на экран ТВ приемника изображение, записанное в графическом файле «Тест угла»: необходимо вывести это изображение на экран в масштабе 100%, то есть каждый элемент изображения, записанного в файле, должен соответствовать элементу изображения на воспроизводящем устройстве.

Прочитать и записать в протокол различимые на испытательном изображении буквы (а также их цвета) для углов наблюдения изображения 0 °, 30 ° и 60 ° при отклонении положения наблюдателя в сторону от фронтального положения перед экраном по вертикали и горизонтали на указанный угол.

Изменить масштаб представления изображения на экране на единицы процентов в большую или меньшую сторону от величины 100%. Попытаться рассмотреть на экране буквы с различных указанных в предыдущем пункте углов. Зафиксировать результат наблюдения в протоколе и объяснить его.

4.4. Оценка инерционности жидкокристаллических и плазменных воспроизводящих устройств

Для выполнения оценки инерционности ЖК и плазменных воспроизводящих устройств, нужно активизировать компьютерную программу «*PixPerAn*»

[11], ознакомиться с ее описанием и интерфейсом (см. п. 3.2).

Установить показатель «гамма» монитора, равным единице, как это указано в описании к программе «*PixPerAn*». Процедура осуществляется после нажатия клавиши «F1».

Провести последовательно с помощью программы «*PixPerAn*» следующие тесты:

- тест «с флажками» (клавиша «F2»);
- тест «преследования» (клавиша «F3»);
- тест «распознаваемости знаков» (клавиша «F4»);
- тест с имитацией смазанного изображения (клавиша «F6»), выполняемый со значениями, заданными по умолчанию.

Результаты тестирования записать в отчет, включив туда также содержание текстового файла отчета «*PixPerAn_Ergebnis.txt*».

4.5. Содержание отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе может содержать:

- основные данные об испытуемом ТВ приемнике (или о сравниваемых приемниках);
- рассчитанные данные о пространственных частотах «зонной решетки» в различных частях экрана ТВ приемника;
- результаты наблюдений с субъективными оценками и краткими выводами;
- результат регулирования гамма-характеристики воспроизводящего устройства (см. описание программы «*PixPerAn*»);
- результаты тестов, выполняемых с помощью программы «*PixPerAn*»;
- общую оценку параметров исследованного телевизионного воспроизводящего устройства.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

5.1. Вопросы для допуска к работе

5.1.1. Перечислите основные характеристики ЖК ТВ воспроизводящих устройств.

5.1.2. Каковы достоинства и недостатки ЖК ТВ воспроизводящих устройств?

5.1.3. Поясните принцип действия ТВ воспроизводящих устройств на основе плазменной технологии.

5.1.4. Каковы достоинства и недостатки ТВ воспроизводящих устройств на основе плазменной технологии?

5.1.5. Поясните принцип действия ТВ воспроизводящих устройств на основе *OLED* технологии.

5.1.6. Каковы достоинства и недостатки ТВ воспроизводящих устройств на основе *OLED* технологии?

5.1.7. Какие тесты могут быть выполнены с использованием программы «*PixPerAn*»?

5.1.8. Какие тесты могут быть выполнены с использованием программы «*I likedcolor*»?

5.1.9. Какие тесты могут быть выполнены с использованием программы «*LCD color error check*»?

5.2. Вопросы для подготовки к защите

5.2.1. Проанализируйте результаты, полученные в ходе выполнения с помощью программы «*PixPerAn*» теста «с флажками».

5.2.2. Проанализируйте результаты, полученные в ходе выполнения с помощью программы «*PixPerAn*» теста «преследования».

5.2.3. Проанализируйте результаты, полученные в ходе выполнения с помощью программы «*PixPerAn*» теста «распознаваемости знаков».

5.2.4. Проанализируйте результаты, полученные в ходе выполнения с помощью программы «*PixPerAn*» теста с имитацией смазанного изображе-

ния.

5.2.5. Проанализируйте результаты определения максимальной четкости изображения.

5.2.6. Проанализируйте результаты определения границы между градациями яркости.

5.2.7. Проанализируйте результаты оценки изменения воспроизводимого цвета при изменении угла наблюдения изображения.

5.2.8. Проанализируйте результаты оценки инерционности исследованных воспроизводящих устройств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мухин И.А. Современные плоскпанельные отображающие устройства / И.А. Мухин // BROADCASTING. Телевидение и радиовещание.— 2004.— №1(37).— С. 43—47.
2. Параметры современных жидкокристаллических мониторов [Электронный ресурс] / Ф-центр.— <http://www.fcenter.ru/online.shtml?articles/hardware/monitors/10071>.—14.03.2011.
3. Мухин И.А. Развитие жидкокристаллических мониторов / И.А. Мухин // BROADCASTING. Телевидение и радиовещание.— 2005.—1 часть.— № 2(46).— С. 55—56.— 2 часть.— № 4(48).— С. 71—73.
4. Украинский О.В. Способы улучшения качества телевизионного изображения, воспроизводимого жидкокристаллическими панелями / О.В. Украинский, И.А. Мухин // Современное телевидение: матер. науч.-техн. конф., Москва, 12 марта 2006 г.— М., 2006.— Т.1.— С. 211—213.
5. The plasma behind the plasma TV screen [Электронный ресурс] / PlasmaTVScience.—<http://www.plasmatvscience.org/theinnerworkings.html>.— 15.03.2011.
6. Мухин И. А. Принципы развертки изображения и модуляция яркости свечения ячейки плазменной панели / И.А. Мухин // Труды учебных заведений связи.— 2002.—№ 168.— С.134—140.
7. Органический светодиод [Электронный ресурс] / Creative Commons Attribution.—http://ru.wikipedia.org/wiki/Органический_светодиод.— 18.03.11.
8. OLED-Display TV [Электронный ресурс] / <http://www.oled-display.net/>.— 25.03.2011.
9. I liked color [Электронный ресурс] / FREEWARE.— http://www.freeware.ru/program_prog_id_14250.html.— 20.04.2011.
10. LCD Monitor Test Images [Электронный ресурс] / LAGOM.— <http://www.lagom.nl/lcd-test>.— 20.04.2011.
11. PixPerAn [Электронный ресурс] / PRAD inside technologies.— <http://www.prad.de/en/monitore/testsoftware/pixperan.html>.— 25.04.2011.
12. Телевидение: учеб. ВУЗов / В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин и др.; Под ред. В.Е. Джаконии.— М.: Горячая линия — Телеком, 2007.— 616 с.