

УДК 621.37.46

## МЕТОДИКА И ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ МИКРОДИСПЛЕЙНОГО МОДУЛЯ ВИДЕОПРОЕКЦИОННОГО УСТРОЙСТВА ПЕРСОНАЛЬНОГО ТИПА

А.С. МОХАММЕД, Е.В. МУХА, А.А. СТЕПАНОВ, А.В. ПАСЫНКОВ, А.Г. СМИРНОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь*

*Поступила в редакцию 31 марта 2014*

Представлены методика и программно-аппаратный комплекс функционального контроля микродисплейного модуля видеопроекционного устройства персонального типа. Основным звеном комплекса является формирователь видеоизображения (генератор испытательных сигналов) Video Pattern Generator VPG 170, который позволяет создавать тестовые поля изображений с различными параметрами и характеристиками. В качестве микродисплейного модуля использовали либо активно-матричный SVGA микродисплей, выполненный по LCOS-технологии, либо тестовый модуль светоизлучающего типа на основе Шоттки структуры нанопористый кремний/Al, контроль функционирования которых осуществляется визуально. Разработана специальная оптическая система, включающая поляризационный куб с антиотражающими и антибликовыми покрытиями, светодиодную подсветку по RGB составляющим, управляемую контроллером. Управление генератором испытательных сигналов VPG 170 осуществляется с помощью специально разработанного программного обеспечения, установленного на персональном компьютере с операционной системой Windows XP.

*Ключевые слова:* видеопроекционное устройство, устройства отображения информации, микродисплей, контроль функционирования.

### Введение

Дисплей – это устройство, отображающее изменяющуюся текстовую, графическую или видео информацию. Поскольку в современном мире основной поток информации человек получает через электронные средства коммуникации, то именно дисплей является главным связующим звеном между ними и человеком (оператором).

Ежегодно в мире производятся миллиарды дисплеев, которые подразделяются на множество типов, видов и подвидов, связанных с особенностями их конструкций, технологий и применения (см. рис. 1). Как следует из рисунка, наиболее очевидно различие дисплеев по размеру, однако их классификацию корректнее проводить не по размеру, а по связанным с ним и назначением дисплея параметрам, называемым дистанцией наблюдения  $D$ , разрешающей способности  $M$  и линейным размером элемента отображения (пикселя)  $A$ . Оптимальная дистанция наблюдения – это расстояние, с которого человек видит на дисплее четкое, но не дискретное изображение, для полноценного просмотра которого ему не надо напрягать зрение или вращать головой (комфортным считается движение глаза в пределах  $24^\circ$  по вертикали и горизонтали, т.е.  $34^\circ$  по диагонали). Оптимальная дистанция наблюдения связана с особенностями человеческого зрения: человеческий глаз перестает различать отдельные точки изображения, которые расположены на расстоянии меньше угловой минуты. Если дистанция наблюдения больше оптимальной, то пиксели сливаются, изображение размывается и информационная способность дисплея падает, а если дистанция наблюдения меньше оптимальной, то становится видна дискретная пиксельная структура. Соответственно, для

нормальной остроты зрения, дистанция наблюдения  $D$  выражается формулой  $D = 3500 A$ , где  $A$  – линейный размер пикселя.

С учетом этой зависимости на рис. 1 классифицированы различные типы дисплейных устройств в зависимости от оптимальной дистанции их наблюдения, геометрических размеров каждого пикселя и разрешающей способности дисплея в мегапикселях.

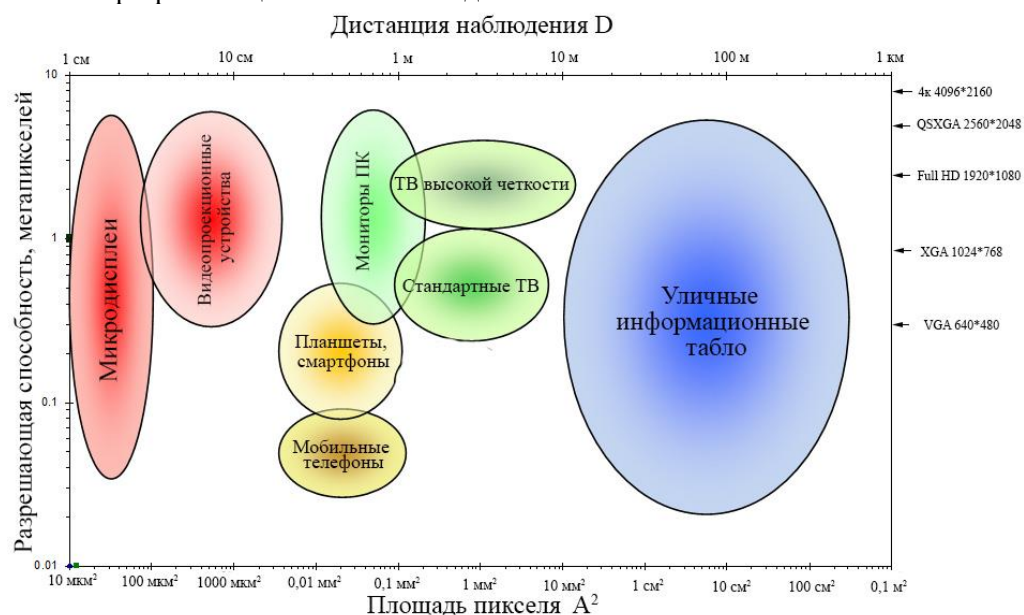


Рис. 1. Классификация дисплеев

Особый интерес представляют микроминиатюрные дисплеи или микродисплеи [1]. Дистанция наблюдения в микродисплеях обычно не превышает нескольких сантиметров, а сами они зачастую выглядят как уменьшенные копии «больших дисплеев». Микродисплеи могут использоваться как в проекционных системах группового типа, так и в персональных видеопроекторных системах, формирующих мнимое (виртуальное) изображение.

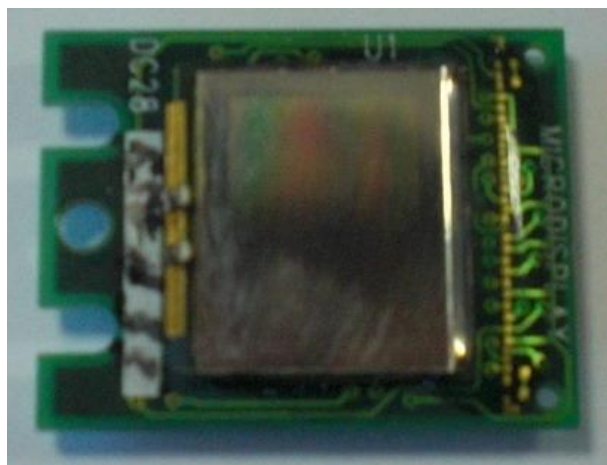


Рис. 2. Структура и внешний вид микродисплея

В таблице приведены конструктивно-технологические варианты и основные параметры микродисплеев, освоенных промышленностью в настоящее время. Как видно из приведенных данных, ни один из рассмотренных вариантов не отвечает всей совокупности требований.

Основной акцент в данной работе сделан на исследовании микродисплеев отражательного типа, выполненных по наиболее распространенной в настоящее время технологии LCOS (Liquid Crystal on Silicon) (рис. 2), и микродисплеях светоизлучающего типа LED (Light Emitting Diode) [2, 3].

### Конструктивно-технологические варианты микродисплеев

Технология	LCOS	OLED	μLED	DLP	LBS	Por-Si LED
Эффективность	средняя	низкая	высокая	низкая	низкая	не высокая
Яркость свечения	3000 кд/м <sup>2</sup> (полноцветная) ~104 кд/м <sup>2</sup> (зеленый)	1500 кд/м <sup>2</sup> (полноцветная) ~10 <sup>3</sup> кд/м <sup>2</sup> (желтый)	~10 <sup>5</sup> кд/м <sup>2</sup> (полноцветная) ~10 <sup>7</sup> кд/м <sup>2</sup> (синий/зеленый)	~1000 кд/м <sup>2</sup> (полноцветная)	~1000 кд/м <sup>2</sup> (полноцветная)	~100 кд/м <sup>2</sup>
Контраст	200:1	очень высокий > 10000:1	очень высокий > 10000:1	высокий	высокий	очень высокий >1000:1
Время отклика	мс	мкс	нс	мс	мс	нс
Рабочая температура	0...60 °С (требуется нагрев)	-50...70 °С	-100...70 °С	не определена	не определена	-100...80 °С
Ударостойкость	низкая	средняя	высокая	средняя	средняя	высокая
Время жизни	среднее	среднее	длительное	среднее	короткое	длительное
Стоимость	низкая	низкая	низкая	высокая	высокая	низкая

### Методика и программно-аппаратный комплекс для функционального контроля микродисплеев

Структурная схема и внешний вид программно-аппаратного комплекса для контроля функционирования микродисплейных устройств, состоящего из ряда узлов, соединенных между собой различными интерфейсами, представлены на рис. 3 и 4 соответственно.

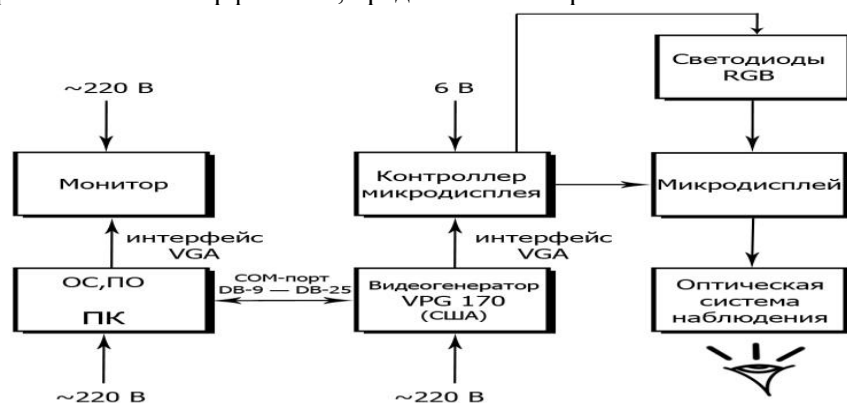


Рис. 3. Структурная схема программно-аппаратного комплекса контроля функционирования видеопроекционного устройства

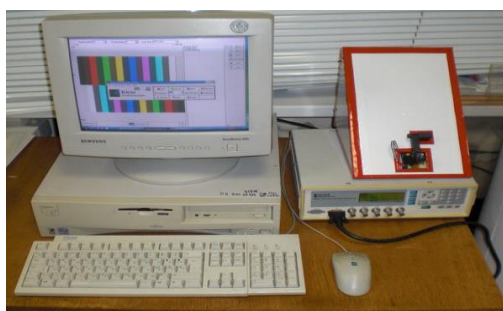


Рис. 4. Внешний вид программно-аппаратного комплекса

Основным звеном комплекса является генератор испытательных сигналов Video Pattern Generator типа VPG 170 производства компании KLEIN Instruments (США), выполняющий функции формирователя видеоизображений, который позволяет создавать тестовые поля изображений с различными характеристиками (рис. 5). Оптический модуль, внешний вид которого показан на рисунке 6, предназначен для визуального контроля функционирования

исследуемого микродисплея и включает линзовую систему, поляризационный куб со светоотражающими покрытиями, светодиодную подсветку по трем составляющим – RGB, – напряжение на которые подается с контроллера в строго синхронизированном порядке.

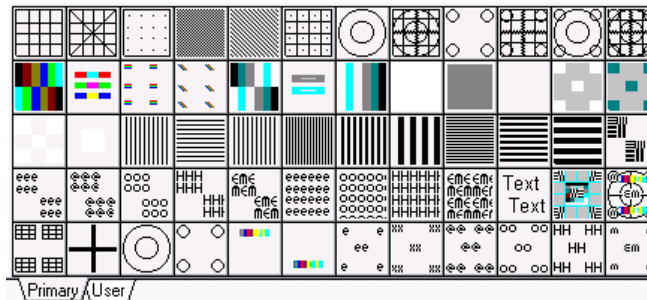


Рис. 5. Диалоговое окно для выбора тестового изображения



Рис. 6. Внешний вид оптического модуля

При разработке и отладке комплекса в качестве контрольного микродисплейного устройства мы использовали активно-матричный микродисплей типа DC 28 SVGA разрешения производства американской компании MicroDisplay.

Испытываемый микродисплей через корпус типа BGA (Ball Grid Array) и шлейф типа DC Flex Cable 12 подключен к контроллеру ЕК4, который связан с генератором испытательных сигналов через VGA интерфейс (рис. 7). Входящие в его состав микроконтроллеры А220/А221 – это высокоинтегрированные большие интегральные схемы (БИС), которые поддерживают управление цветными микродисплейными устройствами. Они предназначены для приема цифрового видеосигнала в формате BT656 и преобразования его в аналоговый RGB сигнал для микродисплея. Микродисплеи получают три различных видеосигнала – по красному, зеленому и синему каналам. Вдобавок, для корректной работы также необходимы строчный и кадровый синхросигналы. Контроллеры А220/А221 содержат по три 8-битных ЦАП, видеоусилитель и одну схему 5-вольтовой зарядки для аккумулятора микродисплея, имеют встроенную функцию преобразования YCbCr в RGB, а также горизонтального и вертикального масштабирования. Контроллер А220 поддерживает 3-проводной последовательный интерфейс, а А221 поддерживает 2- и 3-проводной последовательный интерфейс. Кроме того, контроллер А221 дополнительно содержит широтно-импульсный модулятор управления яркостью подсветки.

Предусмотрено также управление генератором тестовых сигналов VPG 170 с помощью специально разработанного программного обеспечения, которое установлено на персональный компьютер, работающий под операционной системой Windows XP.



Рис. 7. Внешний вид контроллера ЕК4

## Методика проведения визуального функционального контроля

Общий принцип использования комплекса и генератора испытательных сигналов VPG можно вкратце описать следующим образом: генератор используется для всех типов микродисплеев, подключается по интерфейсу VGA- или BNC-коаксиальным кабелям и подает тестовые изображения с различными характеристиками на испытываемый микродисплей. Генератор испытательных сигналов, в свою очередь, контролируется с помощью программного обеспечения, установленного на персональном компьютере, и обладает возможностями создания новых изображений и хранением данных измерений.

### Заключение

Разработан простой и эффективный метод и программно-аппаратный комплекс функционального контроля микродисплейного модуля видеопроекционного устройства персонального типа. Основным звеном комплекса является формирователь видеоизображения VPG 170, который позволяет создавать тестовые поля изображений с различными параметрами и характеристиками. В качестве микродисплейного модуля использован либо активно-матричный SVGA микродисплей, выполненный по LCOS-технологии, либо тестовый модуль светоизлучающего типа, контроль функционирования которых осуществляется визуально. Комплекс включает также специальную оптическую систему с поляризационным кубом и светодиодной RGB подсветкой, управляемой контроллером ЕК4. Управление генератором испытательных сигналов VPG 170 осуществляется с помощью специально разработанного программного обеспечения, установленного на персональном компьютере с операционной системой Windows XP.

## HARD/SOFTWARE FUNCTIONAL CONTROL METHOD OF MICRODISPLAY MODULES FOR PERSONAL VIDEO-PROJECTION SYSTEMS

A.S. MOHAMMED, E.V. MUKHA, A.A. STSIAPANAU, A.V. PASYNKOV, A.G. SMIRNOV

### Abstract

The hard- and software functional control method of microdisplay modules for personal videoprojection systems is presented. The basic components comprise of an active matrix SVGA LCOS microdisplay or a LED microdisplay based on Schottky diodes nanoporous silicon-nanostructured aluminium, a Video Pattern Generator VPG 170 which generates test images with different parameters and characteristics. It's included also the specialized optical system containing a polarizing cube with antiglare coatings and RGB backlit system. The control of the generator test signals is accomplished using a specially developed software installed in a PC using Windows XP operating system.

### Список литературы

1. *Smirnov A., Mohammed Abubakar Saddiq* // Матер. 19-го междунар. симпозиума «Перспективные технологии дисплеев и полупроводниковой осветительной техники. Логойск, 2011 г. С. 170–182
2. *Smirnov A., Stsiapanau A., Mohammed A.S. et. al.* // Proc. SID Symposium «Display Week-2011». Los-Angeles, May 2011. P. 1385–1387
3. *Войтенков С., Саддик Мохаммед А., Мусаев С. и др.* // Abstracts of 19<sup>th</sup> Advanced Display Technologies int. Symp. ADLT-2011. Logoisk, February 2011. P. 15.