

## ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАТРИЧНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ

© 2012 г. А. М. Тареев, канд. техн. наук; О. И. Панько; О. А. Дятлов

ОАО “Пеленг”, Минск, Беларусь

E-mail: panko\_olga@tut.by

Представлен универсальный прибор, позволяющий в лабораторных и цеховых условиях осуществлять проверку основных характеристик матричных телевизионных систем, создавая в плоскости тест-объекта различные уровни освещенности. Описан принцип построения имитатора встречной засветки, предназначенного для контроля систем в условиях световой перегрузки. Возможность использования в приборе тест-объектов с различными рисунками позволяет оценивать обнаружительные и опознавательные характеристики матричных телевизионных систем.

*Ключевые слова:* матричная телевизионная система, качество изображения, тест-объект, встречная засветка.

Коды OCIS: 120.4570, 120.4640

*Поступила в редакцию 23.12.2011*

С целью решения задач разработки новых, более совершенных методов и средств контроля параметров для интенсивно развивающегося сектора телевизионных систем на основе матричных приемников оптического излучения и оптико-электронных систем различного назначения на их основе разработан прибор, предназначенный для контроля этих характеристик, в том числе в лабораторных и цеховых условиях.

Для контроля параметров телевизионных (ТВ) систем на предприятиях в простейшем случае [1] оценивают качество изображения натуральных объектов (здания, техника, вышки и др.), полученного с помощью ТВ системы, и при необходимости осуществляют настройку оптико-электронного тракта. Такой подход прост – не требует материальных затрат на создание специальной контрольно-измерительной аппаратуры. Однако он не обеспечивает комплексности и объективности контроля качества ТВ систем, так как не позволяет добиться многообразия структуры наблюдаемых объектов и условий их освещения как по интенсивности, так и по спектральному составу. Кроме того, возможность использования данного метода сильно зависит от погодных условий, что неприемлемо в условиях серийного производства и контрактных поставок изделий.

На крупных предприятиях обычно используют специально разработанные стенды [2–5], обеспечивающие возможность имитации наблюдаемой сцены, соответствующей применению контролируемой ТВ системы, или наблюдение нестандартной, разработанной для конкретной ТВ системы испытательной таблицы, подсвечиваемой осветительными установками, изготовленными именно для этого случая. Обычно такие стенды громоздки и требуют специально оборудованных и защищенных от дневного света помещений.

Целью настоящей работы являлось создание компактного универсального прибора настольного типа для контроля параметров ТВ систем, по возможности лишенного перечисленных выше недостатков. Такой прибор не должен требовать при проведении тестирования светозащищенных помещений. Разработанные для прибора тест-объекты должны изготавливаться с использованием доступных компьютерных средств. Тест-объекты и другие объекты, устанавливаемые в плоскость наблюдаемой сцены, должны освещаться светом фиксированного спектрального состава и заданной интенсивности, регулируемой в широких пределах, что соответствовало бы определенным условиям применения контролируемой ТВ системы. Кроме этого, необходимо было предусмотреть возможность имитации ряда специфических

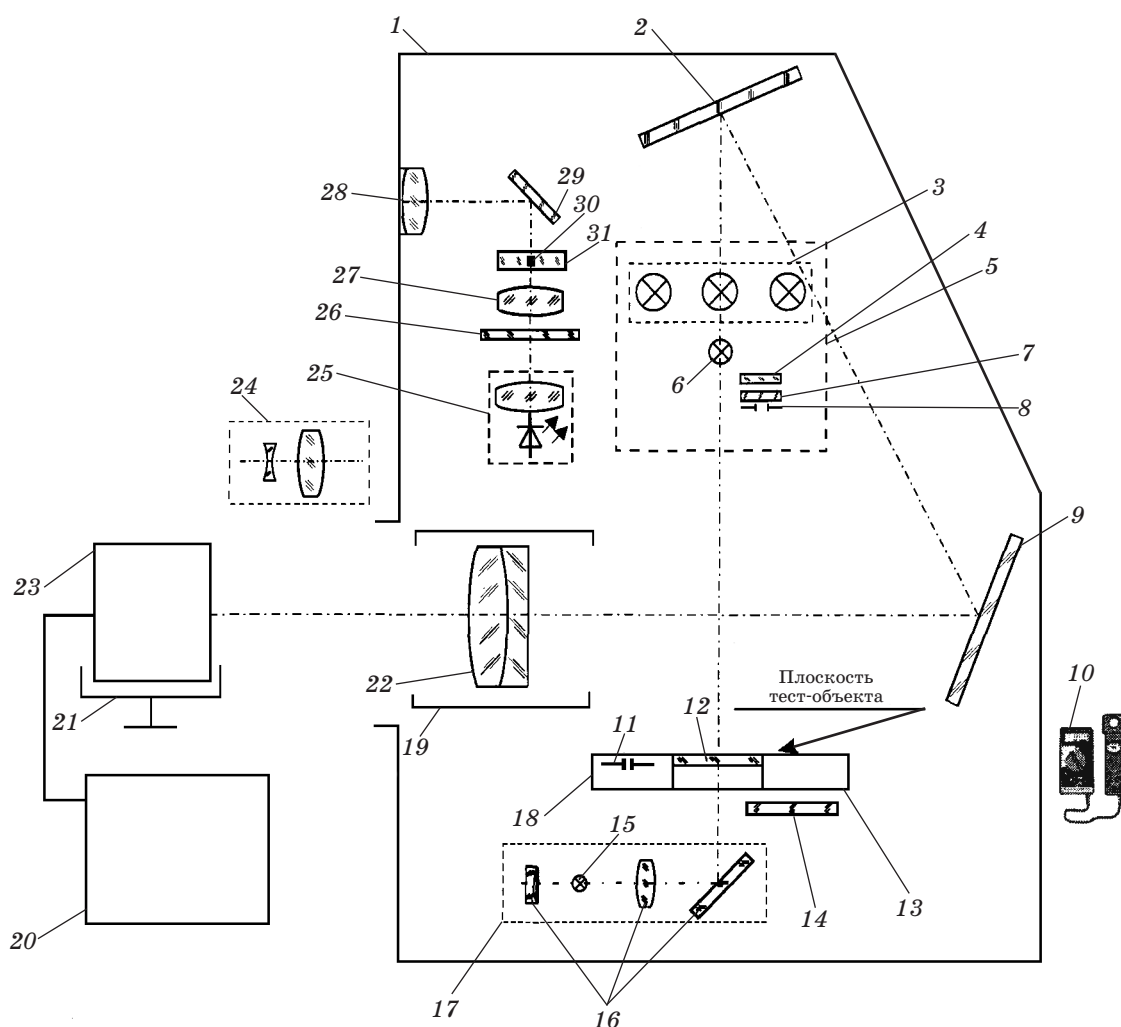
условий наблюдения сцены, например, в условиях нахождения в поле зрения отдельных малоразмерных ярких объектов.

Принципиальная схема разработанного универсального прибора приведена на рисунке. Основными составными узлами прибора являются объектив коллиматора, в фокальной плоскости которого установлен сменный тест-объект, и осветитель [6]. Для достижения максимальной компактности в прибор введена система из двух зеркал (2, 9), предназначенная для излома оптической оси объектива коллиматора.

Объектив коллиматора установлен с возможностью перемещения вдоль его оптической оси с помощью механизма перемещения. Для

точного определения перемещения объектива коллиматора используется измерительная шкала, нанесенная на стеклянную пластину, и матовый экран с индексом. Шкала подсвечивается осветителем, при этом ее штрихи проецируются через объектив на матовый экран. Изображение штрихов шкалы на матовом экране вместе с неподвижным индексом рассматриваются оператором с помощью лупы, вмонтированной в корпус прибора.

Сменный тест-объект размещается в держателе, который может выводиться за пределы корпуса прибора для замены тест-объекта или для установки на нем фотометрической головки люксметра. Объектив коллиматора, оба зеркала, осветитель, держатель и имитатор



Структурная схема прибора для контроля характеристик телевизионных систем. 1 – корпус, 2 – зеркало, 3 – блок ламп, 4 – рассеиватель, 5 – осветитель, 6 – лампа низкой мощности, 7 – набор нейтральных светофильтров, 8 – набор калиброванных диафрагм, 9 – зеркало, 10 – люксметр, 11 – калиброванная диафрагма, 12 – сетка, 13 – тест-объект, 14 – ослабитель, 15 – источник света, 16 – проецирующая оптическая система, 17 – имитатор встречной засветки, 18 – держатель, 19 – механизм перемещения, 20 – видеомонитор, 21 – юстировочный столик, 22 – объектив коллиматора, 23 – контролируемая телевизионная система, 24 – телескопическая система, 25 – осветитель, 26 – шкала, 27 – объектив, 28 – лупа, 29 – зеркало, 30 – индекс, 31 – матовый экран.

встречной засветки размещены внутри светонепроницаемого корпуса.

При разработке осветителя учитывались особенности естественных источников освещения земной поверхности [7]. На основе светотехнических расчетов, экспериментального моделирования условий работы различных источников света для разрабатываемого прибора был спроектирован осветитель, который создаст на поверхности тест-объекта регулируемую освещенность в широком диапазоне.

Для создания высоких уровней освещенности (от  $10^3$  до  $10^5$  лк) в осветителе используются два блока по три лампы накаливания в каждом, которые освещают плоскость тест-объекта симметрично с противоположных сторон, что обеспечивает равномерность освещенности в его плоскости. Лампы этих блоков осветителя имеют возможность включения по парам в различных комбинациях, тем самым создавая различные уровни освещенности на тест-объекте. Также существует возможность установки в блоки 3 ламп накаливания с различными номинальной мощностью и цветовой температурой.

Для создания более низких уровней освещенности (от  $10^{-2}$  до  $10^3$  лк) в приборе используются две лампы низкой мощности, снабженные рассеивателем и ослабителями в виде набора калиброванных диафрагм (8) и блока нейтральных светофильтров. Этими лампами подсвечивают плоскость тест-объекта симметрично с противоположных сторон. Для регулирования уровня освещенности калиброванные диафрагмы могут устанавливаться перед лампами поочередно, а нейтральные светофильтры – в различных комбинациях.

Контролируемую ТВ систему располагают на юстировочном столике, имеющем возможность линейного и углового перемещения в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Изображение тест-объекта, формируемое контролируемой ТВ системой, отображается на экране видеомонитора. Перед объективом коллиматора предусмотрена возможность установки телескопической системы с необходимым увеличением для обеспечения контроля ТВ системы с различными полями зрения без дополнительных настроек и без замены тест-объекта.

Для проверки работоспособности ТВ системы в условиях световой перегрузки предусмотрен имитатор встречной засветки, который организован следующим образом [8]. Оптическая система (16) формирует изображение

тела свечения мощного источника света (15) в плоскости установки тест-объекта в отверстии держателя. Размер изображения тела свечения источника может быть изменен с помощью набора калиброванных диафрагм (11), поочередно устанавливаемых таким образом, чтобы плоскость диафрагмы совпадала с плоскостью тест-объекта. Для ослабления светового потока в приборе установлен ослабитель, который при его использовании размещается между сеткой и имитатором встречной засветки. При проверке прибора с целью определения положения объектива, при котором тест-объект находится в его фокальной плоскости, вместо диафрагм может быть установлена сетка с прозрачным перекрестием.

Тест-объекты изготавливаются с использованием компьютерных технологий на листе плотной бумаги с матовой поверхностью, что является более оперативным способом по сравнению с производством тест-объектов на оптических стеклах и фотопластинках. В качестве тест-объекта можно использовать испытательную ТВ таблицу или, при необходимости проверки отдельных характеристик ТВ системы, ее отдельные элементы, выполненные в соответствии со стандартами [9, 10], а также испытательную таблицу “ССТV Labs”, широко применяемую для тестирования систем видеонаблюдения [11]. При необходимости тест-объекты могут иметь рисунок любой конфигурации. Авторами разработаны и изготовлены различные тест-объекты, в том числе штриховые миры, градационные клинья, тестовые изображения различных контрастов объектов бронетанковой техники.

Технические характеристики прибора представлены в таблице.

Прибор для контроля характеристик телевизионных систем работает следующим образом.

Фотометрическую головку люксметра устанавливают на поверхности держателя в строго фиксированные положения, соответствующие центральной и краевым зонам тест-объекта, при этом конструктивно обеспечено совпадение плоскости фоточувствительной площадки люксметра с плоскостью тест-объекта. Включают осветитель и различными комбинациями блоков ламп, рассеивателя, нейтральных светофильтров и калиброванных диафрагм (8) создают требуемые условия наблюдения (дневные или сумеречные). Затем измеряют уровень освещенности в плоскости тест-объекта по центру и на краях. Контролируемую оптико-

### Основные технические характеристики прибора

Техническая характеристика	Значение
Рабочий спектральный диапазон, нм	500–900
Объектив коллиматора	
фокусное расстояние, мм	3000
диаметр входного зрачка, мм	140
поле зрения в пространстве предметов, град.	5
величина перемещения от положения “∞”, мм	–50...+150
цена деления шкалы отсчетного устройства перемещения, мм	0,1
видимое увеличение изображения шкалы, крат	10
Осветитель	
освещенность, создаваемая в плоскости тест-объекта, лк	$10^{-2}$ – $10^5$
Телескопическая система	
увеличение телескопической системы, крат	3
угол поля зрения в пространстве изображений, град	9
диаметр выходного зрачка, мм	30
Имитатор встречной засветки	
освещенность, создаваемая в плоскости тест-объекта, лк	$10^5$
Габаритные размеры прибора, мм	
длина	1920
ширина	750
высота	1050
Масса прибора, кг	75

электронную систему располагают перед прибором таким образом, чтобы входной зрачок ТВ канала оказался напротив выходного зрачка объектива коллиматора. Устанавливают в держатель тест-объект, рисунок которого предназначен для контроля требуемого параметра. Включают контролируемую систему и разворотами юстировочного столика добиваются наблюдения центра изображения тест-объекта в центре экрана видеомонитора. При необходимости подвижкой объектива коллиматора добиваются повышения резкости изображения тест-объекта на экране. Это изображение визуально анализируется оператором, который оценивает контролируемые параметры по качеству изображения элементов тест-объекта. При контроле работоспособности ТВ системы

в условиях встречной засветки включают ее имитатор и проверяют способность системы формировать изображение объектов с требуемым качеством в условиях локальной мощной засветки. При необходимости контроля параметров ТВ системы в широком поле зрения в оптический тракт после объектива коллиматора вводят телескопическую систему с нужным увеличением.

Необходимо отметить, что плоскость тест-объекта (объект наблюдения) и матричный приемник излучения контролируемой ТВ системы (плоскость изображений) относятся к различным световым категориям [12]. Более корректно при проведении тестирования вместо люксметра использовать измеритель энергетической освещенности. Однако исторически сложилось так, что световая освещенность в плоскости наблюдения, измеряемая в люксах, получила монопольное распространение как основной критерий оценки. Необходимо помнить, что телевизионные системы работают в рабочем спектральном диапазоне приемника излучения, выходящем за пределы чувствительности люксметра.

Кроме того, анализ отражательных свойств природных поверхностей и объектов наблюдения показывает [13], что область спектра, выходящая за пределы видимого диапазона 380–780 нм, представляет наибольший интерес в плане оптимизации параметров для разработчиков ТВ систем специального назначения. Такие системы работают в условиях наблюдения малоконтрастных объектов, удаленных на большие расстояния, при низких коэффициентах пропускания атмосферы.

При проведении тестирования на низких уровнях освещенности, имитирующих сумеречные условия, используются нейтральные светофильтры, что приводит к завышенной фоточувствительности ТВ системы на основе матричных приемников излучения [14]. В таком случае при измерении освещенности в плоскости тест-объекта в световых величинах необходимо учитывать чувствительность матричного приемника в рабочем спектральном диапазоне, спектральные характеристики люксметра и нейтральных светофильтров, что позволит при проведении контроля системы скорректировать измеренные данные с учетом спектральных характеристик применяемых ламп. К примеру, светотехнический расчет показал возможность использования нейтральных светофильтров с коэффициентом ослабления по-

тока в видимой области не более 10 раз, что учтено при проектировании прибора. Также необходимо провести расчет поправочных коэффициентов для различных условий наблюдения (естественные и лабораторные). Однако рассмотрение данных вопросов является предметом отдельной статьи.

Многообразие вышеперечисленных спектральных характеристик в системе “объект наблюдения – плоскость изображения” показывает, что контроль ТВ систем в лабораторных условиях является наилучшим и единственным объективным методом сравнения параметров в идентичных (нормированных) условиях.

### Заключение

Разработан компактный универсальный прибор для контроля параметров ТВ систем на основе матричных приемников оптического излучения, в том числе в лабораторных и

цеховых условиях при низких уровнях освещенности. Его светонепроницаемый корпус допускает проводить тестирование без дополнительного затемнения помещения.

Прибор позволяет определять параметры матричных ТВ систем в широком диапазоне освещенностей от  $10^{-2}$  до  $10^5$  лк. Высокоинтенсивный источник света, помещенный в поле зрения проверяемой системы, создает возможность оценки ее работы в условиях световой перегрузки.

Созданный прибор может контролировать работу ТВ системы как в широком, так и в узком полях зрения с помощью одного тест-объекта за счет телескопической системы, установленной перед объективом.

К достоинствам прибора следует отнести и возможность быстрого изготовления тест-объектов с различными рисунками на бумажном носителе с помощью известных компьютерных технологий.

\* \* \* \* \*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Уваров Н.Е. Средства повышения контраста ТВ изображений // Алгоритм безопасности. 2006. № 2. С. 22–25.
2. Мацковская Ю.З. Методы контроля приборов ночного видения. М.: Горячая линия – Телеком, 2003. 96 с.
3. Куликов А.Н. Реальная разрешающая способность телевизионной камеры // Специальная техника. 2002. № 2. С. 20–26.
4. Бочаров Б.Г. Объективный контроль качества изображения объектов наблюдения в охранных телевизионных системах // Алгоритм безопасности. 2005. № 4. С. 24–26.
5. Смелков В.М. Методика оценивания динамического диапазона телевизионной системы // Специальная техника. 2007. № 1. С. 25–30.
6. Тареев А.М., Панько О.И., Кологривов В.П., Дятлов О.А. Прибор для контроля параметров оптико-электронных систем // Патент РФ на изобретение № 2368925. 2009.
7. Accetta J., Shumaker D. Sources of Radiation. The infrared and electro-optical system handbook. SPIE Optical Engineering Press, 1993. V. 1. 373 p.
8. Панько О.И., Дятлов О.А. Устройство для контроля оптико-электронных систем // Патент РФ на полезную модель № 74489. 2008.
9. ГОСТ 20466-75. Таблица телевизионная испытательная универсальная. ИТ-72. Диапозитивы. Общие технические условия. М., 1975. 14 с.
10. ГОСТ 14872-82. Таблицы испытательные оптические телевизионные. Типы, размеры и технические требования. М., 1982. 11 с.
11. Дамьяновски В. CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии. М.: ООО “Ай-Эс-Эс Пресс”, 2006. 423 с.
12. Крутик М.И., Майоров В.П. Люмены, канделы, ватты и фотоны. Различные единицы – различные результаты измерения чувствительности телевизионных камер на основе ЭОП и ПЗС // Специальная техника. 2002. № 5. С. 26–32.
13. Тимофеев Ю.М., Васильев А.В. Теоретические основы атмосферной оптики. СПб.: Наука, 2003. 474 с.
14. Уваров Н.Е. Секреты высокой чувствительности ТВ камер // Алгоритм безопасности. 2002. № 6. С. 14–18.