



Для очередного тестирования выбраны АРД-объективы с переменным фокусным расстоянием от 3 до 8 мм и с инфракрасной коррекцией. Объективы представленного диапазона фокусных расстояний наиболее востребованы для решения большинства задач видеонаблюдения. Они устанавливаются на обзорные камеры с круглосуточным режимом работы. Как правило, это черно-белые или цветные камеры "день/ночь", в которых при смене режима активизируется длинноволновая часть спектральной чувствительности фотоприемника (матрицы). Такие камеры в условиях низкой освещенности обычно работают с инфракрасной подсветкой и длиной волны излучения 840, 870 и 920 нм. Для испытаний было выбрано десять моделей, широко представленных на российском рынке систем видеонаблюдения, с близ-

ТЕСТ

кими заявленными характеристиками. Семь объективов являются продуктами японских производителей, один – южно-корейской фирмы Daiwon и два так называемых OEM-продукта под торговыми марками Infinity и Smartec.

Вариофокальные АРД-объективы с инфракрасной коррекцией и фокусным расстоянием от 3 до 8 мм



**Тестирование
проведено
и предоставлено
компанией DSSL**

Не у всех объективов сопроводительная документация содержит полную информацию об их характеристиках, поэтому часть недостающих параметров была взята с официальных сайтов компаний.

Объектив Computar TG2Z3514 FCS-2 рассматривался в одном из предыдущих тестов (см. журнал "Системы безопасности", № 3, 2006 г.). В отличие от других, он не имеет индекса, свидетельствующего о наличии инфракрасной коррекции.

В составе большинства представленных объективов есть асферические элементы, о чем свидетельствует соответствующий

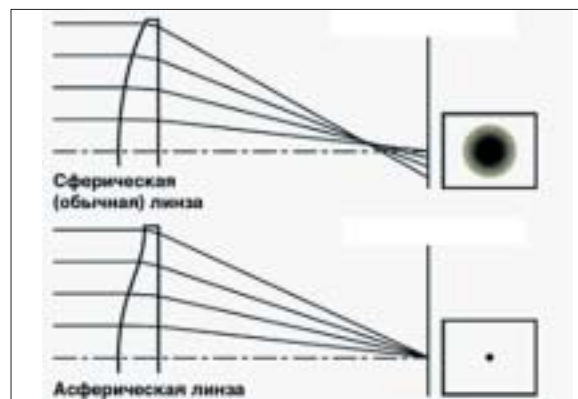


Рис. 1. Компенсация сферической aberrации

Название			
Avenir TVSD 0358-5 IRJ			
Computar TG 2Z3514 FCS-2			
Daiwon DW 3080D-CS (IR)			
Fujinon YV 2.7x2.9 LR4D-SA2L			
Infinity SCV 358 GIR			

Название			
Kowa LMVZ 38A-IR			
Pentax TS 3V 310 ED (HK) C70315HK			
Smartec STL-3080 DC			
Spacecom TV 308 AI			
Tamron 13VG 308 ASIR			

Таблица 1. Заявленные характеристики и визуальный осмотр объективов

Протестированные объективы						
Наименование		Avenir TVSD0358-5 IRJ	Computar TG223514 FCS-2	Daiwon LV3080D-CS (IR)	Fujinon YV2.7x2.9LR4D-SA2L	Infinity SCV358GIR
Производитель		Seikou Optical Ltd., Япония	CBC group, Япония	Daiwon Optical, Юж. Корея	Fujinon Corp., Япония	OEM
Примерная розничная цена, руб.		1650	2400	1200	1450	1300
Сопроводительная документация		На английском и японском. Только электронные характеристики	На английском и японском	На русском	На английском и японском	На английском отсутствует ряд характеристик
Заявленные характеристики	Формат, дюймы	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
	Фокусное расстояние, f, мм	3,5–8	3,5–8	3–8	2,9–8	3,5–8
	Относительное отверстие, F	1.0 (1.6)–360	1.4–360	1.4–360	0.95–360	1.4–НД
	Тип крепления	CS-mount	CS-mount	CS-mount	CS-mount	CS-mount
	Мин. опт. расстояние, м	0,5	0,4	НД	0,3	НД
	Угол обзора по горизонтали, град.	81,8–35,5	77,6–35,4	93,4–34,6	94,37–35,13	70,1–30,4
	Габариты (Ø, Ш, Д), мм	34x46,8x47,2	33,5x42,6x43,5	35,5x45,7x59	33,5x45,5x36*	36,5x45x46*
	Масса, г	НД	48	80,3	45	78
	Диапазон рабочих температур, °C	-10...+50	-20...+50	-10...+50	-10...+50	-10...+50
	Тип АРД	Direct Drive	Direct Drive	Direct Drive	Direct Drive	Direct Drive
Наличие ИК-коррекции		Заявлено (индекс IR)	Не заявлено	Заявлено (индекс IR)	Заявлено (индекс IR)	Заявлено (индекс IR)
Наличие асферических элементов		Не заявлено, но присутствуют с большой вероятностью	Не заявлено, но присутствуют с большой вероятностью	Нет	Заявлено	Нет
Материал; цвет корпуса		Пластик, металл; черный	Пластик, металл; черный	Металл; черный	Пластик, металл; черный	Пластик, металл; светло-серый
Материал узла крепления объектива		Металл. Крепление жесткое	Металл. Крепление жесткое	Металл. Крепление жесткое	Металл. Возможен люфт	Металл. Крепление жесткое
Механизм регулировки фокусного расстояния		Сегмент с фиксатором в задней части корпуса	Кольцо с фиксатором в средней части корпуса	Сегмент с фиксатором в задней части корпуса	Кольцо с фиксатором в задней части корпуса	Сегмент с фиксатором в задней части корпуса
Механизм регулировки фокусировки		Сегмент с фиксатором в передней части корпуса	Кольцо с фиксатором в передней части корпуса	Передняя часть корпуса с фиксатором	Передняя часть корпуса с фиксатором	Передняя часть корпуса с фиксатором
Конструктивное исполнение диафрагмы		2 угловые шторки, 2 ND-фильтра средней плотности	2 угловые шторки специальной формы, 2 ND-фильтра низкой плотности	2 угловые шторки, 2 ND-фильтра средней плотности	2 угловые шторки, 1 ND-фильтр средней плотности	2 угловые шторки, 2 ND-фильтра высокой плотности
Длина кабеля, мм		230	320	220	250	230

щая надпись "aspherical" (у объективов Kowa и Tamron) и информация, полученная с официальных сайтов компаний (Fujinon, Pentax, Smartec). С высокой степенью вероятности можно предположить, что такие элементы присутствуют и в составе объективов Avenir и Computar, однако их нет в составе объективов Daiwon, Infinity и Spacescom.

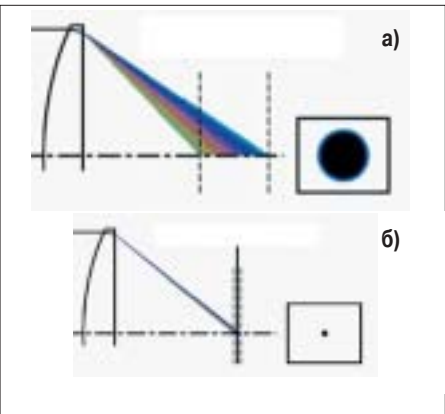


Рис. 2. Дисперсия цвета при наличии (а) и отсутствии (б) ИК-коррекции

Применение асферических элементов позволяет существенно уменьшить сферические aberrации (искажения) и габаритные размеры объектива, повысить четкость изображения и светосилу. Целью испытаний является определение потребительских характеристик представленных образцов, а также оценка качества формируемого ими изображения в зависимости от освещенности и спектрального состава источника освещения. Инфракрасная коррекция (англ. Infrared Compensation Index – IR) – это спектральная коррекция оптической системы объектива, которая позволяет точно сфокусировать его при обычном освещении без необходимости перенастройки в инфракрасной области (например, при использовании инфракрасной подсветки). Такая коррекция проводится в объективе с помощью линз, изготовленных из стекла со сверхнизкой дисперсией ED (Extra-low Dispersion). Дисперсия света – это зависимость коэффициента преломления света от длины волны на границе сред "стекло – воздух". Инфракрасная коррекция необходима для получения качественного изображения в случае применения черно-белых и цветных камер, но и в ближайшей инфракрасной области, например,

при переходе от цветного изображения к черно-белому при использовании в темное время суток камер типа "день/ночь" с инфракрасной подсветкой.

Испытания объективов проведены по методике, разработанной специалистами ООО "БИК-Информ", на установке, предназначенной для оценки характеристик объективов, ТВ-камер, трактов обработки и линий передачи ТВ-сигнала в системах видеонаблюдения. Установка включает в себя испытательную таблицу, телевизионную камеру, плату видеозахвата телевизионного изображения и специально разработанное программное обеспечение, позволяющее производить измерение контраста в заданных точках поля полученного изображения.

Обычным объективам без такой коррекции свойственно явление смещения фокальной плоскости в инфракрасной области относительно фокаль-

Таблица 1. Заявленные характеристики и визуальный осмотр объективов

Протестированные объективы						
Наименование		Kowa LMVZ38A-IR	Pentax TS3V310 ED (HK) C70315HK	Smartec STL-3080 DC	Spacecom TV308 AI	Tamron 13VG308ASIR
Производитель		Kowa Company Ltd., Япония	PENTAX Corp., Япония	OEM	SPACE Inc., Япония	Tamron Co., Ltd., Япония
Примерная розничная стоимость, руб.		1160	2600	1200	1600	1700
Сопроводительная документация		На английском. Только электронные характеристики	На английском и японском, на серию объективов	На английском, на серию объективов	На английском и японском. Только электронные характеристики	На английском, на серию объективов
Заявленные характеристики	Формат, дюймы	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
	Фок. расстояние, f, мм	3–8	3–8	3–8	3–8	3–8
	Относит. отверстие, F	1.0–360	1.0–360	0.95–360	1.2–360	1.0–360
	Тип крепления	CS-mount	CS-mount	CS-mount	CS-mount	CS-mount
	Мин. опт. расстояние, м	НД	0,3	0,3	0,2	0,2
	Угол обзора по горизонтали, град.	92,4–34,8	93,2–35,2	94,2–36	92,5–35,6	90,8–36,2
	Габариты (Ø, Ш, Д), мм	33x43,5x42*	35,2x44,7x41,2*	38x48x49,2*	36x46x46*	33x38,5x40,5*
	Масса, г	45	60	64	65	46
	Диапазон рабочих температур, °C	НД	-20...+50	-10...+50	-10...+50	-20...+60
	Тип АРД	Direct Drive	Direct Drive	Direct Drive	Video Drive	Direct Drive
Наличие ИК-коррекции		Заявлено (индекс IR)	Заявлено (индекс DN)	Заявлено (индекс DN-IR)	Заявлено (индекс DN)	Заявлено (индекс IR)
Наличие асферических элементов		Заявлено	Заявлено	Заявлено	Нет	Заявлено
Материал; цвет корпуса		Пластик; черный	Пластик; черный	Пластик, металл; светло-серый	Пластик, металл; черный	Пластик; черный
Материал узла крепления объектива		Пластик. Крепление жесткое	Пластик. Крепление жесткое	Металл. Крепление жесткое	Металл. Крепление жесткое	Пластик. Крепление жесткое
Механизм регулировки фокусного расстояния		Сегмент с фиксатором в задней части корпуса	Сегмент с фиксатором в задней части корпуса	Сегмент с фиксатором в задней части корпуса	Сегмент с фиксатором в задней части корпуса	Сегмент с фиксатором в задней части корпуса
Механизм регулировки фокусировки		Передняя часть корпуса с фиксатором	Передняя часть корпуса с фиксатором	Передняя часть корпуса с фиксатором	Передняя часть корпуса с фиксатором	Передняя часть корпуса с фиксатором
Конструктивное исполнение диафрагмы		2 угловые шторки, 2 ND-фильтра средней плотности	2 угловые шторки, 2 ND-фильтра низкой плотности	2 угловые шторки, 2 ND-фильтра низкой плотности	2 угловые шторки, 2 ND-фильтра средней плотности	2 угловые шторки, 2 ND-фильтра средней плотности
Длина кабеля, мм		220	260	250	350	240

*Габаритные размеры и масса измерены в процессе испытаний

ной плоскости для видимого спектрального диапазона, что приводит к необходимости перенастройки объектива (его фокусировки), если меняется характер освещения. Испытания объективов проведены по методике, разработанной специалистами ООО "БИК-Информ", на установке, предназначенной для оценки характеристик объективов, ТВ-камер, трактов обработки и линий передачи ТВ-сигнала в системах видеонаблюдения. Установка включает в себя испытательную таблицу, телевизионную камеру, плату видеозахвата телевизионного изображения и специально разработанное программное обеспечение, позволяющее производить измерение контраста в заданных точках поля полученного изображения. Основным назначением программного обеспечения является построение графиков зависимости контраста анализируемого изображения от центра к краю на фиксированных пространственных частотах 250, 300, 400 и 500 ТВЛ. Полученные в совокупности графики описывают функцию передачи модуляции (ФПМ) системы "объектив – камера". При использовании одной и той же камеры в процессе испытаний различных объективов (в одинаковых режимах) методика позволяет производить оценку их оптических качеств путем сравнения полученных графиков ФПМ.

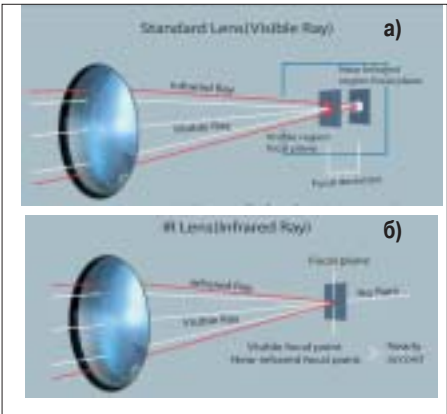


Рис. 3. Фокусное расстояние стандартного объектива (а) и объектива с ИК-коррекцией (б)

Испытания объективов проведены совместно с монохромной ТВ-камерой формата 1/3" (Sony EXview HAD) высокого разрешения (формат разложения по горизонтали и вертикали соответственно 752 и 582 элемента). Цветные изображения получены с помощью ТВ-камеры LVC-SX703PC производства LG в режиме автоматического баланса белого и при времени экспозиции 1/50 с.

Как и в предыдущем тесте, испытания проведены по программе, включающей в себя следующие основные этапы:

- осмотр объектива, оценка материала корпуса, его конструктивного исполнения, качества механических узлов, выявление наличия и определение состава сопроводительной документации, а также ознакомление с заявленными производителем характеристиками;
- проверка работы объектива при перегрузках, оценка качества формируемого изображения, цветопередачи и светорассеяния;
- получение в электронном виде изображений испытательной таблицы в различных режимах работы объективов и построение на их основе графиков ФПМ;
- измерение основных оптических характеристик объективов и проверка их соответствия заявленным значениям;
- анализ полученных результатов и оценка потребительских свойств каждого из испытываемых объективов путем сравнения их характеристик.

Результаты визуальной оценки приведены в табл. 1. Все объективы, за исключением объектива Daiwon, имеющего металлический корпус, изготовлены из высококачественного пластика с применением армирования. Восемь объективов –

Таблица 2

Название	$f_{\min}$	$f_{\max}$
Avenir TVSD 0358-5 IRJ		
Computar TG 2Z3514 FCS-2		
Daiwon DW 3080D-CS (IR)		
Fujinon YV 2.7x2.9 LR4D-SA2L		
Infinity SCV 358 GIR		
Kowa LMVZ 38A-IR		
Pentax TS 3V 310 ED (HK) C70315HK		
Smartec STL-3080 DC		
Spacecom TV 308 AI		
Tamron 13VG 308 ASIR		

Таблица 3

Название	$f_{\min}$	$f_{\max}$
Avenir TVSD 0358-5 IRJ		
Computar TG 2Z3514 FCS-2		
Daiwon DW 3080D-CS (IR)		
Fujinon YV 2.7x2.9 LR4D-SA2L		
Infinity SCV 358 GIR		
Kowa LMVZ 38A-IR		
Pentax TS 3V 310 ED (HK) C70315HK		
Smartec STL-3080 DC		
Spacecom TV 308 AI		
Tamron 13VG 308 ASIR		

Таблица 4		
Название	f_{min}	f_{max}
Avenir TVSD 0358-5 IRJ		
Computar TG 2Z3514 FCS-2		
Daiwon DW 3080D-CS (IR)		
Fujinon YV 2.7x2.9 LR4D-SA2L		
Infinity SCV 358 GIR		
Kowa LMVZ 38A-IR		
Pentax TS 3V 310 ED (HK) C70315HK		
Smartec STL-3080 DC		
Spacecom TV 308 AI		
Tamron 13VG 308 ASIR		

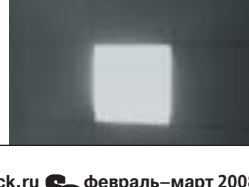
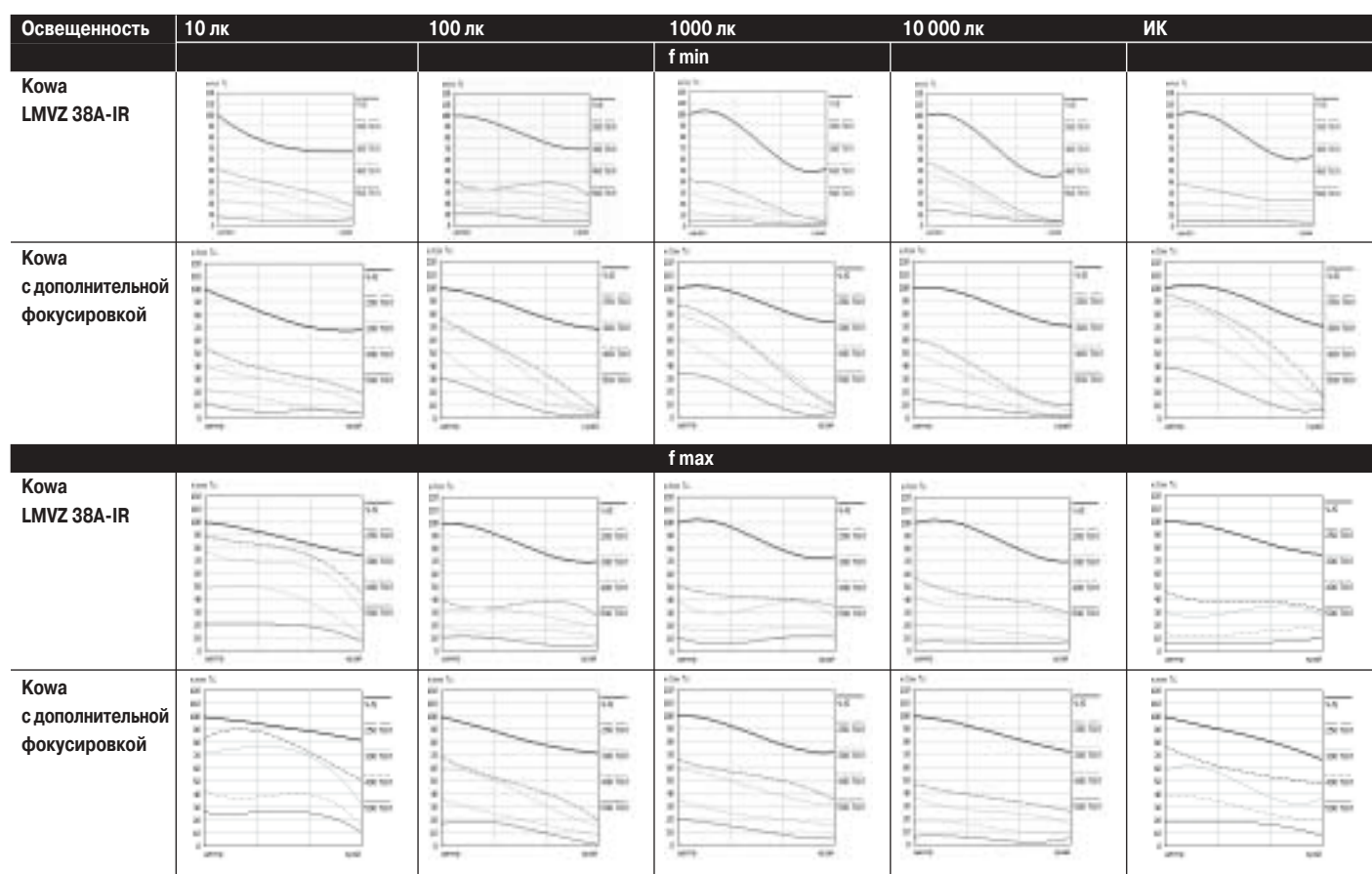
Таблица 5		
Название	f_{min}	f_{max}
Avenir TVSD 0358-5 IRJ		
Computar TG 2Z3514 FCS-2		
Daiwon DW 3080D-CS (IR)		
Fujinon YV 2.7x2.9 LR4D-SA2L		
Infinity SCV 358 GIR		
Kowa LMVZ 38A-IR		
Pentax TS 3V 310 ED (HK) C70315HK		
Smartec STL-3080 DC		
Spacecom TV 308 AI		
Tamron 13VG 308 ASIR		

Таблица 6. Графики функции передачи модуляции для минимального фокусного расстояния ($f_{\min}$)

Модель объектива	Освещенность в плоскости тест-объекта				
	10 лк	100 лк	1000 лк	10 000 лк	ИК
Avenir TVSD 0358-5 IRJ					
Computar TG 2Z3514 FCS-2					
Daiwon DW 3080D-CS (IR)					
Fujinon YV 2.7x2.9 LR4D-SA2L					
Infinity SCV 358 GIR					
Kowa LMVZ 38A-IR					
Pentax TS 3V 310 ED (HK) C70315HK					
Smartec STL-3080 DC					
Spacecom TV 308 AI					
Tamron 13VG 308 ASIR					

Таблица 7. Графики функции передачи модуляции для максимального фокусного расстояния ($f_{\max}$)

Модель объектива	Освещенность в плоскости тест-объекта				
	10 лк	100 лк	1000 лк	10 000 лк	ИК
Avenir TVSD 0358-5 IRJ					
Computar TG 2Z3514 FCS-2					
Daiwon DW 3080D-CS (IR)					
Fujinon YV 2.7x2.9 LR4D-SA2L					
Infinity SCV 358 GIR					
Kowa LMVZ 38A-IR					
Pentax TS 3V 310 ED (HK) C70315HK					
Smartec STL-3080 DC					
Spacecom TV 308 AI					
Tamron 13VG 308 ASIR					



полностью черного цвета, а два (Infinity, Smartec) выполнены снаружи из светло-серого пластика. Большое количество корпусных ТВ-камер изготовлено именно в светло-сером цвете, поэтому при открытой установке таких камер светло-серый цвет корпуса объектива (англ. – Ivory) лучше сочетается с ними. В линейке объективов Daiwon имеются корпуса как черного, так и светло-серого исполнения.

Резьбовое крепление большинства объективов (кроме Kowa, Pentax и Tamron) выполнено из металла.

Замечаний к качеству механических узлов представленных объективов нет. Некоторые неудобства в процессе настройки были вызваны особенностями расположения и конструктивного исполнения кольца регулировки фокусного расстояния объектива Fujinon.

Все объективы, за исключением Spacescom (Video Drive), имеют автоматическую регулировку диафрагмы типа Direct Drive. Узел диафрагмы выполнен в виде двух перемещаемых угловых штоков, в углах которых установлены пленочные светофильтры нейтральной плотности (Neutral Density Filter или ND).

Наиболее плотные светофильтры у объектива Infinity, наименее плотные – у объективов Computar, Pentax и Smartec. Шторки объектива Computar имеют специальную форму.

Перед началом испытаний производилась установка объектива на камеру и настройка режима АРД при наблюдении близкорасположенного светильника с лампой накаливания мощностью 60 Вт таким образом, чтобы четкость изображения была максимально возможной при минимальном пересвечивании. Полученные при этом изображения (табл. 2) характеризуют перегрузочную способность объективов.

Перегрузочная способность определяется величиной максимального диафрагменного числа. Практически для всех представленных объективов заявлено его значение F360. Этой величины недостаточно для компенсации засветки монохромных камер высокой чувствительности отраженным солнечным светом.

Величина максимального диафрагменного числа должна соответствовать обесточенному режиму узла АРД. Достаточно отключить объектив от камеры, снять и посмотреть сквозь него на яркий источник света, чтобы увидеть мельчайшее отверстие, светопропускание которого соответствует значению $1/F360$ (интенсивность пропускаемого света через это отверстие уменьшена фильтрами нейтральной плотности). Такое отверстие наблюдается в двух из всех представленных объективов – Pentax и Tamron; во всех остальных диафрагма закрывается полностью.

Следует отметить, что требования к объективам для монохромных камер существенно выше, чем для цветных. Во-первых, монохромные камеры работают в более широком спектральном диапазоне, включая ближайшую инфракрасную область. Поэтому для получения четкого изображения при изменении режима освещения объекта на такие камеры необходимо устанавливать объективы с широким спектральным диапазоном, то есть с инфракрасной коррекцией.

Во-вторых, для получения максимальной чувствительности такой ТВ-камеры следует применять светосильные объективы. В цветных камерах инфракрасная область спектра отсекается специальным ИК-фильтром (IR cut filter), что требуется для нормальной цветопередачи изображения.

В целом перегрузочная способность всех представленных объективов находится примерно на одном уровне. Лучшую четкость изображения обес-

печивают Daiwon и Pentax. В сводной таблице в соответствующей графе приведена оценка перегрузочной способности в пределах группы испытываемых изделий (см. табл. 9).

Представление о перегрузочной способности объективов, их углах обзора, четкости и цветопередаче дают изображения панорамы окна на фоне затемненного помещения (табл. 3).

Для приблизительной оценки цветопередачи и вносимых цветовых искажений в табл. 4 приведены изображения тест-объекта при его освещении двумя галогенными светильниками мощностью 150 Вт (освещенность около 8000 лк). Наличие цветовых искажений свидетельствует о неравномерности спектральной характеристики системы "осветитель – объектив – ТВ-камера" при наложении спектров всех ее составных элементов. Поэтому правильность цветопередачи телевизионного изображения оценить очень сложно – необходимо учесть большое количество требований при выборе и калибровке компонентов такой системы, начиная с источника освещения и заканчивая отображающим устройством (монитором). В нашем случае важным является наличие или отсутствие ярко выраженных искажений основных цветов.

Существенных отклонений цветопередачи при этом освещении обнаружено не было, можно лишь отметить, что наиболее близким к реальности является изображение, полученное через объектив Computar. Изображения, полученные через объективы Fujinon, Kowa, Smartec и Tamron, имеют некоторые искажения красного цвета. Оценить светорассеяние объективов можно по изображениям в табл. 5.

Большой разницы между полученными изображениями также не замечено, а оценки, приведенные в табл. 9, носят субъективный характер.

Таблица 9. Результаты испытаний объективов и их оценка

Протестированные объективы											
Наименование		Avenir		Computar		Daiwon		Fujinon		Infinity	
Характеристики		TVSD0358-5 IRJ		TG2Z3514 FCS-2		LV3080D-CS (IR)		YV2.7x2.9LR4D-SA2L		SCV358GIR	
Положение фокусного расстояния		f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}
Значение относительного отверстия (F)		1,1	1,3	1,1	1,3	1,3	1,4	1,3	1,8	1,3	1,4
Фокусное расстояние, мм		2,8	7,8	3,1	7,8	2,4	7,8	2,4	8	3	8
Угол обзора по горизонтали, град.		80,3	34,2	74,8	34,2	90	34,2	90	33,4	77,1	33,4
Неравномерность освещенности по полю, %		40	30	40	30	40	30	40	20	40	30
Кривизна поля		Мала	Мала	Мала	Мала	Мала	Мала	Мала	Мала	Мала	Мала
Геометрические искажения	По горизонтали	7,8	1,7	5,9	1,4	7,6	1	7,3	1,4	5,9	2,1
	По вертикали	4,3	1,2	3	0,9	3,9	0,8	4,3	0,8	3,8	1,4
Оценка качества формируемого изображения в различных режимах											
Положение фокусного расстояния		f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}
Изображение при ИК-подсветке	Наличие расфокусировки	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется	Имеется	Мала	Мала	Имеется	Имеется
	Оценка качества изображения визуально (по 5-балльной шкале)	2 (т.к. двойтся)		3	3	3	3	3	5	5	3 3
Оценка качества изображения по графикам ФПМ (по 5-балльной шкале)	При открытой диафрагме	4	5	5	5	5	5	3	4	5	4
	При диафрагмировании	2	4	4	3	4	3	5	5	3	4
	При ИК-подсветке	3	4	3	3	3	3	5	5	3	3
Светорассеяние		–	–	–	–	–	–	Мало	Мало	–	–
Перегрузочная способность		Средняя		Низкая		Высокая		Низкая		Средняя	
Цветопередача		Без заметных отклонений		Наиболее близка к оригиналу		Без заметных отклонений		Искажение красного		Без заметных отклонений	
Достоинства		Высокая светосила		Светосила выше заявленной		Высокая перегрузочная способность		Правильное поведение и хорошая ИК-коррекция		–	
Выявленные недостатки		Заметная расфокусировка в ИК на коротком фокусе		Перегрузочная способность		–		Светосила ниже заявленной		–	

Протестированные объективы											
Наименование		Kowa LMVZ38A-IR		Pentax TS3V310 ED (HK) C70315HK		Smartec STL-3080 DC		Spacecom TV308 AI		Tamron 13VG308ASIR	
Характеристики											
Положение фокусного расстояния		f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}
Значение относительного отверстия (F)		1,1	1,4	0,9	1,4	0,9	1,3	0,9	1,4	1,1	1,3
Фокусное расстояние, мм		2,5	8	2,3	7,8	2,3	7,4	2,5	7,4	2,8	7,8
Угол обзора по горизонтали, град.		87,9	33,4	92,2	34,2	92,2	35,9	87,9	35,9	80,3	34,2
Неравномерность освещенности по полю, %		40	40	40	30	40	30	50	40	40	30
Кривизна поля		Мала	Мала	Мала	Заметна	Мала	Мала	Мала	Мала	Мала	Мала
Геометрические искажения	По горизонтали	8	1,3	7,1	0,9	9,2	1,7	7,5	1,2	6,8	1,6
	По вертикали	4,6	1,2	4,2	0,8	4,8	1,6	4,7	0,9	4,6	0,9
Оценка качества формируемого изображения в различных режимах											
Положение фокусного расстояния		f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}	f _{min}	f _{max}
Изображение при ИК-подсветке	Наличие расфокусировки	Мала	Имеется	Имеется	Мала	Мала	Мала	Мала	Мала	Имеется	Мала
	Оценка качества изображения визуально (5-балльной шкале)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Оценка качества изображения по графикам ФПМ (по 5-балльной шкале)	При открытой диафрагме	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5
	При диафрагмировании	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5
	При ИК-подсветке	3	4	3	4	4	4	4	4	4	5
Светорассеяние		–	Мало	–	Мало	–	–	–	–	Мало	Мало
Перегрузочная способность		Средняя		Высокая		Средняя		Средняя		Средняя	
Цветопередача		Искажение красного		Без заметных отклонений		Искажение красного		Без заметных отклонений		Искажение красного	
Достоинства		Высокая светосила		Высокая светосила и перегрузочная способность		Высокая светосила и хорошая ИК-коррекция		Высокая светосила и хорошая ИК-коррекция		Хорошая ИК-коррекция	
Выявленные недостатки		–		–		Величина геометрических искажений		–		–	

Самым трудоемким является этап получения изображений тест-объекта в различных режимах работы камеры и построение на их основе графиков ФПМ. Основным требованием на этом этапе является необходимость жесткого соблюдения условий получения таких изображений при смене испытываемого объектива.

В качестве тест-объекта используется стандартная телевизионная таблица ИТ-72, специально доработанная для анализа формируемого изображения по всему полю. В нее добавлены три вертикальные штриховые миры, которые вместе с четвертой (штатной) располагаются по диагонали от центра к правому верхнему углу.

Подготовительный этап включает в себя установку испытываемого объектива на монохромную камеру, выставление заднего отрезка, настройку режима АРД, установку фокусного расстояния, вписывание изображения испытательной таблицы на экране монитора путем перемещения ТВ-камеры, а также фокусировку объектива.

Фокусировка объективов производилась при полностью открытой диафрагме (освещенность около 10 лк), то есть при минимальной глубине резкости. Дополнительная фокусировка объективов в процессе испытаний не производилась.

Напомним о способах измерения и оценки некоторых характеристик.

Значения величин светосилы получены путем их вычисления относительно светосилы эталонного объектива. Расчеты проводились на основании измеренных минимальных освещенностей, при которых визуально различаются крупные детали изображения, полученного при использовании эталонного и испытываемого объективов.

Ниже заявленной светосила оказалась у объектива Fujinon, а выше — у Computar и Sрасесom. Фокусные расстояния и углы обзора определены на основании размеров видимой на экране монитора части испытательной таблицы и расстояния от нее до передней линзы объектива при условии вписывания испытательной таблицы по вертикали.

Из-за больших геометрических искажений получаемого изображения и неопределенности расположения узловой точки объектива полученные значения фокусных расстояний и углов обзора могут отличаться от заявленных. Интерес при тестировании представляет диапазон фокусных расстояний, то есть оптическая кратность.

Неравномерность освещенности по полю определяется при условии равномерной освещенности белого поля по всей площади. В качестве белого поля использована горизонтальная белая полоса в центральной части испытательной таблицы. Неравномерность освещенности определяется в процентах по степени отклонения уровня видеосигнала на краях изображения белого поля относительно его уровня в центре.

Как видно из результатов, этот параметр у всех объективов примерно одинаков.

Кривизна поля изображения — абберация (искажения) оптических систем, при которой резкое изображение плоского предмета расположено не на плоскости, а на искривленной поверхности. При проецировании такого изображения на плоскость фотоприемника (ПЗС-матрицы) наблюдается расфокусировка на краю изображения отно-

сительно центра. Ее проявление определяется методом поочередной фокусировки по центру и краю изображения при условии минимальной глубины резкости (при полностью открытой диафрагме). Если положения узла фокусировки при этом различны, то имеет место кривизна поля изображения.

У всех проверенных объективов, кроме объектива Pentax на длинном фокусе, кривизна поля изображения малозаметна.

Геометрические искажения (дисторсия) выявляются средствами программного обеспечения по величине искажения вертикальных и горизонтальных линий на краю изображения относительно его размеров.

Функции передачи модуляции (ФПМ) для различных уровней освещенности (10, 100, 1000 и 10 000 лк) испытательной таблицы, а также при инфракрасной подсветке приведены в табл. 6 и 7. В качестве источника инфракрасного излучения использованы два инфракрасных прожектора ПИК 23 с длиной волны 870 нм. При этом проверялось изменение четкости изображения и наличие расфокусировки.

ФПМ описывает частотно-модуляционные характеристики объектива по полю получаемого изображения. Каждая кривая на ее графике свидетельствует об изменении глубины модуляции

Большая часть тестируемых объективов имеет провал четкости при освещенности около 100 лк.

С помощью детального исследования этого провала выяснено, что при диафрагмировании происходит девиация (отклонение) фокальной плоскости, а при дополнительной фокусировке четкость изображения восстанавливается. На практике фокусировку объектива в разных режимах освещения изменить проблематично.

видеосигнала от центра к краю на определенной пространственной частоте относительно размаха черно-белого перепада в центре формируемого изображения. Значения пространственных частот выбраны из ряда: 250, 300, 400 и 500 ТВЛ.

Совокупность графиков зависимости коэффициента передачи модуляции (КПМ) от пространственной частоты дают наглядное представление о величине контраста и четкости по всему полю изображения. Кривая Ч/Б описывает изменение контраста изображения черно-белого перепада от центра к краю, а кривые 250, 300, 400 и 500 ТВЛ — изменение контраста на соответствующей пространственной частоте, то есть четкости.

Для более детального анализа полученных графиков ФПМ они разбиты на три группы. В пределах каждой группы выставлены оценки, которые сведены в табл. 9.

В первую группу включены графики ФПМ, полученные для полностью открытой диафрагмы — освещенность 10 лк. Эту группу следует выделить особо, так как она характеризует качество построения оптической системы объективов и их потенциальные возможности. В этой группе на обоих фокусах ($f_{\min}$ и $f_{\max}$) наилучшую четкость обеспечивают объективы Computar и Daiwon.

Во вторую группу включены графики, полученные при различных режимах освещения, за исключением ИК-подсветки.

При анализе этих графиков основными критериями оценки являются повторяемость, что свидетельствует о стабильной четкости изображения, и высота расположения кривых над горизонтальной осью координат (величина контраста).

Известно, что контраст и четкость формируемого объективом изображения должны иметь максимальное значение в каком-то среднем положении диафрагмы. Такие свойства демонстрирует исключительно объектив Fujinon, причем как на минимальном, так и максимальном фокусном расстоянии.

Большая часть тестируемых объективов имеет провал четкости при освещенности около 100 лк. С помощью детального исследования этого провала выяснено, что при диафрагмировании происходит девиация (отклонение) фокальной плоскости, а при дополнительной фокусировке четкость изображения восстанавливается. На практике фокусировку объектива в разных режимах освещения изменить проблематично.

В качестве примера в табл. 8 приведены графики ФПМ объектива Kowa, полученные по обычной методике при дополнительной фокусировке на каждом уровне освещенности.

Объективы с явно выраженной расфокусировкой при изменении освещенности малоприспособны для круглосуточного наблюдения.

Из графиков, полученных при различных уровнях освещенности (10, 100, 1000, 10 000 лк), видно, что наиболее стабильное и четкое изображение на обоих фокусах показали объективы Fujinon, Pentax и Tamron (лидеры во второй группе).

И наконец, третья группа графиков ФПМ дает представление о четкости формируемого изображения при освещении испытательной таблицы инфракрасным прожектором. В этой группе лидирует объектив Fujinon, второе место у объектива Tamron.

В таблицу включена также визуальная оценка качества живого изображения при ИК-подсветке, полученная непосредственно во время проведения испытаний. Результаты этой оценки не совсем совпадают с результатами, полученными на основе графиков ФПМ.

Падение четкости при ИК-засветке свидетельствует о наличии дисперсии и необходимости дополнительной фокусировки объектива.

Итак, все протестированные объективы отличаются высоким качеством и позволяют получать четкое изображение. У каждого изделия имеются отклонения по тому или иному параметру, однако эти отклонения можно признать допустимыми. Все протестированные объективы являются достойными представителями своего класса.

Полученные результаты позволяют выбрать оптимальную модель (по светосиле, четкости, цветопередаче, ИК-коррекции, углу обзора и т.д.) для решения той или иной задачи при использовании черно-белой или цветной ТВ-камеры. ■

Ваше мнение и вопросы по статье направляйте на ss@groteck.ru