ГОСТ Р 50679—94
(ИСО 2721—82)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФОТОГРАФИЯ. КАМЕРА

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЭКСПОЗИЦИИ

Издание официальное

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Техническим комитетом ТК 118 «Фотография»

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 15.06.94 № 174

Настоящий стандарт содержит полный аутентичный текст международного стандарта ИСО 2721—82 «Фотография. Камера. Автоматический контроль экспозиции» с дополнительными требованиями, отражающими потребности народного хозяйства

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Издательство стандартов, 1994

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

СОДЕРЖАНИЕ

0 Введение 1
1 Назначение и область применения 2
2 Нормативные ссылки 2
3 Определения 3
4 Специальные требования 3
5 Порядок контроля экспозиции 5
6 Принимающие углы фотоэлектрической системы 7
Приложение A Измерение экспозиции в фокальной плоскости и калибрование измерительных приборов 9
Приложение B Размер площади, в которой проводят измерения . . . 12
Приложение C Испытание для определения рабочих характеристик . . 13
Приложение D Дополнительные требования к методу контроля автоматизированных камер, учитывающие особенности народного хозяйства страны 15
Приложение E Программа испытаний и оформление результатов измерений погрешности экспозиции 20
Приложение F Диаграмма экспозиционных параметров в табличной форме 22
Приложение G Методика настройки контрольно-измерительных приборов и определения номинального значения калибровочной постоянной экспонометрического устройства 25
Приложение H Измерение неравномерности экспозиции по полю кадра фотоаппарата 29
Приложение J Шкалы светочувствительности по ИСО для монохромных (черно-белых) полутоновых и цветных негативных и цветных обращаемых пленок для фотографии 31

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФОТОГРАФИЯ. КАМЕРА

Автоматический контроль экспозиции

Photography. Cameras.
Automatic controls of exposure

Дата введения 1995—07—01

0 ВВЕДЕНИЕ

Настоящий стандарт устанавливает значения номинальной экспозиции в фокальной плоскости и допуск экспозиции, которые должны быть приняты за эталонные значения при создании и испытании автоматических камер.

«Правильная» экспозиция у разных фотографов может быть различной за счет их индивидуальных способностей и в зависимости от качества фотоснимка. Поэтому нельзя установить «стандартную» экспозицию. Однако «нормальную» экспозицию в фокальной плоскости можно установить для пленки с определенной чувствительностью и определить «средний» кадр, установив необходимые параметры экспозиции.

Номинальную экспозицию в фокальной плоскости H рассчитывают по формулам:

$$H = \frac{H_0}{S} \qquad \text{или} \quad H = \frac{H_0}{10^{(S^\circ - 1),10}} \qquad (1)$$

Практика показала, что указанное выше значение экспозиции приемлемо для большинства автоматических камер.

Значения экспозиции в различных автоматических камерах различны, а номинальную экспозицию рассматривают как эталонное значение. Допуск ± 1 ступень ($\pm 1 E_v$) также является эталонным значением. Практика показала, что этот допуск является удовлетворительным в большинстве случаев. Однако меньший допуск, такой как $\pm 1/3$ ступени, часто необходим квалифицированным фо-

Издание официальное

тографам для цветной обращаемой пленки с ограниченной широтой экспозиции.

Для камер, использующих цветные негативные пленки формата 110 и не использующих цветные обращаемые пленки, также приемлемо отклонение экспозиции плюс 3 ступени или минус 1 ступень.

Поэтому при испытании или оценке автоматической камеры методами, установленными в настоящем стандарте, должны быть учтены выше указанные рекомендации. Рекомендуется фотографическая проверка правильной экспозиции.

Дополнительные требования к методу контроля автоматизированных камер, учитывающие особенности народного хозяйства страны, приведены в приложениях А, В, С, Д, Е, F, G, Н.

Требования настоящего стандарта являются рекомендуемыми.

Метод контроля может быть использован при сертификационных испытаниях продукции.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем стандарте установлена экспозиция в фокальной плоскости камер для двух параметров экспозиции — яркости поля и чувствительности пленки. В настоящем стандарте приведены методы оценки других фотометрических характеристик, таких как принимающие углы фотоэлектрической системы.

Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектрические системы, вмонтированные в камеры или присоединенные к ним, с автоматическим контролем и регулированием экспозиции в фокальной плоскости как функции нескольких параметров экспозиции с регулировкой яркости или выдержки, или того и другого. Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектрические системы с указателем, даже если они не полностью автоматизированы.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 28203—89 (МЭК 68—2—6) Основные процедуры испытаний окружающих условий. Испытание F_c. Колебания (синусоидальные)

ГОСТ 28213—89 (МЭК 68—2—27) Основные процедуры испытаний окружающих условий. Испытание E_a. Ударное

ГОСТ 19821—83Е Затворы для фотоаппаратов. Основные параметры. Технические требования. Методы испытаний

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применяют следующие термины:

3.1 Экспозиция в фокальной плоскости H* может быть представлена в виде

$$H = \frac{1}{A} \int_A \int_{t_1}^{t_2} E(r, t)\, dt dr, \qquad (2)$$

где A — заранее определенный участок для измерения экспозиции;

t_1 — время, с которого начинается отсчет времени экспонирования;

t_2 — время, когда заканчивается экспонирование;

E — освещенность в фокальной плоскости в точке координаты r на заранее указанном участке в момент t на протяжении времени экспонирования.

3.2 Автоматическая установка экспозиции в камере — автоматический контроль экспозиции, предназначенный для поддержания в основном постоянной экспозиции в фокальной плоскости для заранее установленной чувствительности пленки для всех значений яркости поля в пределах возможностей экспозиции камеры. Установку чувствительности пленки можно осуществлять вручную или автоматически с пленки или кассеты.

Для контроля экспозиции может потребоваться участие фотографа для регулирования индикатора до исходной точки или условия для распознавания установленной точки. Для считывания показаний и передачи информации на другой механизм, имеющий аналогичные отметки исходной точки, участие фотографа не обязательно.

3.3 Возможности экспозиции в камере — разница между максимальным и минимальным значениями экспозиции, для которой камера может обеспечивать номинальную экспозицию в фокальной плоскости для чувствительности пленки ИСО 100/21°. Для установки экспозиции следует указывать чувствительность пленки.

4 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1 *Шкалы*

Если в камере имеются шкалы для диафрагменного числа, выдержки, экспозиционного числа или чувствительности пленки, то для них следует использовать числовые значения в соответствии с таблицей 1.

---

* Международный словарь по освещению (Публикация МЭК 17, 1970. «Световая экспозиция H»). В данном стандарте H употребляется как обозначение «экспозиции».

Таблица 1

Эффективная выдержка t, с	Диафрагменное число A	Экспозиционное число E_V	Светочувствительность	
			S	S^*
1	1	Эти экспозиционные числа составляют ряд чисел, получаемых по уравнению $E_V = \log_2 \left(\frac{A^2}{t} \right)$ и могут быть положительными или отрицательными	8	10
$^1/_2$	1,4		10	11
$^1/_4$	2		12	12
$^1/_8$	2,8		16	13
$^1/_{15}$	4		20	14
$^1/_{30}$	5,6		25	15
1/60	8		32	16
$^1/_{125}$	11		40	17
$^1/_{250}$	16		50	18
$^1/_{500}$	22		63	19
$^1/_{1000}$	32		80	20
	45		100	21
			125	22
			160	23
			200	24
			250	25
			320	26
			400	27
			500	28
			630	29
			800	30
			1000	31
			1250	32
			1600	33
			2000	34
			2500	35
			3200	36
			4000	37
			5000	38
			6300	39
			8000	40
			10000	41

4.2. Предельные диапазоны

Для камер, в которых используют цветные обращаемые пленки, автоматическая индикация, например с помощью оптического сигнала в видоискателе, должна осуществляться, когда яркость поля превышает возможности экспозиции в камере более чем на $1E_V$ (одно значение экспозиции равно одной ступени) при передержке или недодержке. Эта индикация является необходимой только в том случае, если возможности экспозиции камеры не включают яркость предмета ниже 4 кд/м^2 и свыше 4096 кд/м^2. Испытания проводят с использованием равномерного источника света.

Кроме того, необходим длинный сигнал экспозиции, чтобы показать, когда яркость поля такова, чтобы дать экспозицию более чем $\sim 1/3$ с. Нет необходимости получать этот сигнал, если камера не может обеспечивать экспозицию более $1/30$ с без участия фотографа.

4.3 Датчики контроля экспозиции

4.3.1 *Спектральная чувствительность*

Спектральная чувствительность характеристики системы в камере не обнаруживает скачков в видимом спектре (380—780 нм).

4.3.2 *Испытания спектральной чувствительности*

Для камер, предназначенных для дневного света, вольфрамовых ламп и других источников искусственного света, отношение чувствительности датчиков света, включая оптические системы, к яркости поля с температурой распределения 2856 К, по сравнению с температурой 4700 К, будет $1{,}0^{+0{,}26}_{-0{,}21}$ (что соответствует $\pm 1/3 E_v$). Не более 10 % общей чувствительности светочувствительных элементов, включая оптические системы, должно быть обусловлено длинами волн более 700 нм, когда светочувствительные элементы находятся под воздействием источника света с равной энергией на всех длинах волн. Не более 10 % общей чувствительности элементов должно быть обусловлено длинами волн короче 380 нм во время аналогичных испытаний.

5 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ ЭКСПОЗИЦИИ

5.1 Способ калибрования

В настоящем стандарте слово «калибрование» означает настройку механизма контроля экспозиции таким образом, чтобы измеренная экспозиция в фокальной плоскости находилась в пределах, указанных в настоящем стандарте.

Контроль экспозиции камеры следует проводить с помощью фактического измерения экспозиции в фокальной плоскости. Экспозицию следует измерять на круговом участке фокальной плоскости, которая соосна с осью объектива и имеет диаметр, равный $3/4$ более короткой стороны номинального формата кадра в камере. Круговой участок, диаметр которого меньше $3/4$ более короткой стороны номинального формата кадра, может быть использован для камер среднего и большого формата.

Экспозицию измеряют, поместив в фокальную плоскость приспособление, имеющее круговую апертуру диаметром, указанным выше, и расположенную точно в плоскости фокуса объектива с фокусным расстоянием 5 м и более. Если используется меньшая апер-

тура, то следует учитывать влияние размера кадра на участке, где проводят измерения (приложение В).

Элемент, используемый для измерения экспозиции, должен иметь для камер с элементами (4.3.2) чувствительность дневного зрения в соответствии со спектральной эффективностью светоотдачи по МЭК стандартного дневного зрения человека $V(\lambda)$ (см. Международный словарь по освещению, Публикация МЭК № 17, 1970 г.) или коррелируемой спектральной чувствительности.

Элемент должен быть достаточно большим, чтобы получать весь поток, передаваемый круговой апертурой измерительного приспособления.

Методика измерения экспозиции в фокальной плоскости приведена в приложении А.

5.2 Источник света для измерения экспозиции

Источник света, используемый для контроля экспозиции, должен быть постоянным к рассеивающей поверхности источника, то есть освещенное поле источника должно быть больше на 25 % чем поле фотографии. Источник должен обеспечивать непрерывный спектр в видимом диапазоне и не должен менять яркость в пределах ±4 %. При этом температура излучения источника должна быть (4700±200) К. Спектральная яркость не должна изменяться более чем $^{+2\%}_{-1\%}$ полной яркости излучателя с температурой 4700 К на длинах волны от 420 до 1050 нм.

При положении источника света под углом 60° к фокальной плоскости объекта яркость должна быть не менее 85 % номинальной яркости источника. Измерение проводят при неизменном положении фотоприемника для измерения освещенности.

Диапазон яркости источника измерения экспозиции следует регулировать в диапазоне возможностей экспозиции камеры плюс возможные увеличения, если это необходимо.

5.3 Общие условия испытаний

Камеру следует калибровать так, чтобы оптическая ось была расположена горизонтально или обычно, если она имеет специальное назначение.

Окружающая температура должна быть (23±3) °С, относительная влажность (65±20) %.

Рассеянный свет, отраженный от камеры, необходимо устранить.

Если для установки экспозиции необходима настройка частей камеры, то к измеряемой освещенности можно приблизиться как от большей освещенности к меньшей, так и наоборот для определения гистерезиса или «мертвого» хода механизма. В обоих случаях можно снимать показания и использовать среднее значение для

вычисления точности измерения экспозиции, при этом можно определять причину гистерезиса.

В тех случаях, когда изменяется освещенность поля, установку экспозиции или измерения следует проводить через 3 с.

5.4 Экспозиция в фокальной плоскости

Номинальная экспозиция H в фокальной плоскости для пленки чувствительностью S по ИСО (арифметическое значение) или $S°$ (логарифмическое значение) с диапазоном яркости от 4 до 4096 кд/м² (соответствует приблизительно значениям экспозиции $E_v = 5$ и $E_v = 15$ для пленки ИСО 100/21° должна быть:

$$H = \frac{H_0}{S} \quad \text{или} \quad H = \frac{H_0}{10^{(S°-1)/10}} \qquad (3)$$

с константой $H_0 = 10$ лк. с.

Номинальная экспозиция может иметь другие значения для некоторых камер специального назначения. В таких случаях нужное номинальное значение должно быть установлено в камере или в инструкции по использованию камеры. Номинальную экспозицию в фокальной плоскости можно увеличить в 1,26 раза по сравнению (соответственно $^1/_3 E_v$) с номинальной экспозицией для 8-мм кинокамер и кинокамер Super 8. Для камер, предназначенных для цветных обращаемых пленок, измеренная экспозиция в фокальной плоскости камеры не должна отличаться от номинального или указанного значения H более чем на разницу значений, которая соответствует 1 E_v, т. е. оно должно быть между 0,5 и 2 H (производственный допуск).

6 ПРИНИМАЮЩИЕ УГЛЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Чувствительность фотоэлектрической системы зависит от направления падающего света. Зависимость от направления характеризуется размерами принимающих углов в различных направлениях.

6.1 Точный принимающий угол

При съемке бесконечно удаленных объектов специальными принимающими углами являются углы в центре объектива камеры между осью объектива и направлениями, в которых чувствительность светоприемника уменьшается до $^1/_2$ своего максимального значения.

6.2 Косой принимающий угол

Косыми принимающими углами являются углы в центре объектива камеры между осью объектива камеры и направлениями, в

которых чувствительность к свету светоприемника уменьшается до $^{1}/_{16}$ его максимального значения.

Примечание — Точный и косой принимающие углы определяют с помощью направления относительно оси объектива (влево, вправо, вверх, вниз). Принимающий угол обозначают как верхний, если источник света находится над осью объектива камеры и т. д.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

ИЗМЕРЕНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ В ФОКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ И КАЛИБРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

А.1 Измерение экспозиции в фокальной плоскости

Экспозицию можно измерять непосредственно с помощью фотоэлектрического детектора, подсоединенного к интегральной схеме, или с помощью осциллографа. Экспозицию для кинокамер в основном определяют с помощью измерения средней продолжительности освещенности фокальной плоскости. Если можно держать затвор открытым, то экспозицию можно определить с помощью измерения освещенности фокальной плоскости и времени экспонирования.

А.1.1 Способы измерения экспозиции

Следует использовать светочувствительное приспособление (5.1) с очень малым «темновым током» и линейной чувствительностью к свету.

Приспособление следует подсоединить к соответствующему измерительному прибору, который перед этим был калиброван для используемого источника и помещен либо в фокальную плоскость камеры, либо в такое место, откуда можно измерять освещенность фокальной плоскости. Объектив камеры и светоприемник следует поместить к источнику света, описание которого дано в 5.2. Напряжение светочувствительного устройства можно интегрировать в зависимости от времени с использованием одного из ниже приведенных способов.

А.1.1.1 *Способ с использованием конденсатора*

Заряд конденсатора эквивалентен интегралу тока зарядки и пропорционален напряжению на нем. Если светочувствительное устройство дает ток с линейной световой характеристикой, то заряд на конденсаторе должен быть пропорционален интегралу тока, выработанного этим устройством, в зависимости от продолжительности освещенности светочувствительного устройства. Напряжение на конденсаторе, измеряемое светочувствительным устройством, должно быть пропорционально экспозиции. Способ калибрования прибора для измерения экспозиции приведен в А.2. Для измерения фототока, который заряжает конденсатор, используют вольтметр с очень высоким входным сопротивлением.

А.1.1.2 *Использование осциллографа*

Напряжение на выходе светочувствительного устройства рассматривается на осциллографе, который имеет высокую степень линейности напряжения вертикальной развертки и широкую полосу пропускания Y, чтобы избежать любое искажение входного сигнала.

А.1.1.3 *Определение экспозиции кинокамеры с использованием средней освещенности фокальной плоскости*

Для кинокамер значение экспозиции прямо пропорционально освещенности фокальной плоскости E (в люксах) и обратно пропорционально частоте съемки n (в кадрах в секунду):

$$H = \frac{E}{n}. \qquad (4)$$

Для определения экспозиции следует использовать высокочувствительное устройство с достаточно большой постоянной времени. Зависимость между освещенностью светочувствительного устройства и тока на выходе следует измерять, закрепив светочувствительное устройство на оптической скамье, при этом измеряют его выходной ток, изменяя расстояние до стандартного источника све-

та. Временную характеристику светочувствительного устройства следует измерять, закрепив его сзади обтюратора, обеспечивающего постоянную частоту смены света и темноты, а затем проверить, зависит ли ток элемента, когда освещенность постоянна, от скорости обтюратора в диапазоне скоростей, соответствующих скорости закрытия камеры, на которой ведутся испытания. Затем светочувствительное устройство устанавливают в фокальной плоскости камеры при постоянной освещенности, затвор срабатывает с номинальной скоростью съемки, затем измеряют выходной ток светочувствительного устройства. Значение освещенности, соответствующее выходному току, деленное на значение скорости съемки, дает экспозицию на кадр.

А.1.2 Измерение освещенности в фокальной плоскости

Освещенность в фокальной плоскости измеряют при открытом затворе, не мешая автоматическому регулированию апертуры. С этой целью следует использовать светочувствительное устройство (А.1.1).

Объектив камеры и светоприемник должны быть установлены перед источником света (5.2). Значение освещенности фокальной плоскости следует преобразовать в значение экспозиции, умножив ее значение на эффективное время экспонирования, при этом следует измерить время экспонирования.

В камерах, в которых эффективность затвора невысокая, изменение значения эффективного времени экспонирования в зависимости от изменения апертуры будет значительным. Значение допуска на этот эффект следует делить на время экспонирования с наиболее часто используемой апертурой и установкой чувствительности затвора.

Калибрование устройства для измерения освещенности можно проводить, используя для освещения лампу с известной интенсивностью яркости. Вычисление значения освещенности проводят с использованием закона обратных квадратов освещенности (А.2.2).

А.2 Калибрование прибора для измерения экспозиции

Экспозицию в фокальной плоскости измеряют с помощью фотоэлектрического детектора (5.1). Перед фотокатодом детектора устанавливают рассеивающий экран (непрозрачное стекло) или отверстие интегрирующей сферы в качестве приемника.

А.2.1 Калибровку можно осуществлять следующим образом (см. рисунок 1). Интегрирующий конденсатор следует шунтировать с использованием резистора. Затем шкалу экспозиции H следует калибровать, установив освещенность E в отверстие светоприемника прибора. Зависимость между экспозицией и освещенностью получают с помощью следующего уравнения:

$$H = E \cdot C \cdot R,$$

где H — шкала экспозиции, лк·с;

E — освещенность в отверстии светоприемника, лк;

C — емкость, Ф;

R — сопротивление, Ом.

Источником света для калибрования должна быть лампа с известной интенсивностью яркости I. Значение освещенности следует вычислять с использованием закона обратных квадратов освещенности (А.2.2). Емкость и сопротивление перед этим следует измерять с точностью ±1,5 %.

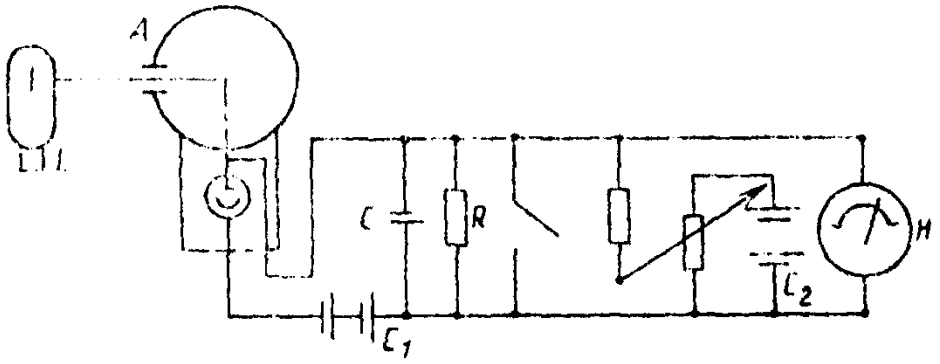
А.2.2 Значение экспозиции $H = Et$ для калибрования прибора можно получить, присоединив к лампе, имеющей интенсивность яркости I, затвор, имеющий время открывания t. Освещенность E измерительного устройства в случае нормального падения света рассчитывают по формуле

$$E = \frac{I \cdot \Omega_0}{r^2},$$

где Ω_0 — телесный угол устройства;

I — интенсивность яркости лампы;

r — расстояние лампы от измерительного устройства, м.



L — лампа с рабочей температурой 2856 К; *A* — отверстие светоприемника; *C* — интегрирующий конденсатор; *R* — резистор для калибрования прибора; C_1 — подача энергии на фотоэлектрический детектор; C_2 — подача энергии для компенсации темнового тока; *H* — устройство для измерения экспозиции в фокальной плоскости

Рисунок 1 — Схема контура для калибрования

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

РАЗМЕР ПЛОЩАДИ, В КОТОРОЙ ПРОВОДЯТ ИЗМЕРЕНИЯ

Освещенность фокальной плоскости ослабевает от центра к границе поля изображения за счет кашпирования и уменьшения в зависимости от $\cos^4\Theta$ (Θ — угол сдвига изображения от оптической оси). Кашпирование, т. е. затенение границ изображения с помощью монтирования объектива, зависит от апертуры и типа объектива; оно исчезает при малых апертурах и обычно не может быть охарактеризовано. Однако можно вычислить влияние уменьшения $\cos^4\Theta$.

Для объектива с фокусным расстоянием 50 мм и площадью изображения 24×36 мм отклонение измеренной освещенности фокальной плоскости, когда диаметр площади, в которой проводят измерения, отклоняется от значения, указанного в 5.1 ($^3/_4$ более короткой стороны номинального формата кадра $=^3/_4\times$ $\times 24=18$ мм) приведено в таблице. Отклонения измеренных значений для малых значений превышают неточность измерений лишь незначительно (приблизительно ±2 %).

Таблица В.1 — Отклонения измеренной освещенности в фокальной плоскости с изменениями диаметра d в площади измерения для фокусного расстояния $f=50$ мм и площади изображения 24×36 мм.

Диаметр d, мм	Отклонения освещенности, %	Диаметр d, мм	Отклонения освещенности, %
2	+3,2	14	+1,2
4	+3,1	16	+0,7
6	+2,9	18	+0
8	+2,6	20	0,7
10	+2,2	22	−1,5
12	+1,8	24	−2,4

ПРИЛОЖЕНИЕ С
(рекомендуемое)

ИСПЫТАНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК

С.1 **Состояние батареи**

В случае, если индикатор батареи не устанавливается на приводе камеры, в которую питание для автоматической системы контроля экспозиции поступает от тех же батарей, которые используются для привода камеры, то минимальное напряжение, при котором система контроля работает удовлетворительно, должно быть не выше минимального напряжения, которое необходимо для привода камеры. Если для подачи питания на автоматическую систему контроля экспозиции используется отдельная батарея и нет других приспособлений, указывающих на то, что батарея садится, то в инструкции для камеры должен быть указан предполагаемый срок годности батареи. В тех случаях, когда срок годности батареи подходит к концу,в камере должен появляться соответствующий сигнал.

С.2 **Влияние электростатического заряда**

На погрешность экспозиции влияет электростатический заряд, который образуется за счет трения кинопленки. Этот заряд измеряют через 1 мин после начала съемки.

Камеру следует выдержать при относительной влажности не более 20 % в течение 8 ч перед проведением испытания, которое следует проводить при той же влажности.

С.3 **Ударная прочность**

Ударная прочность влияет на погрешность экспозиции. При этом систему подвергают ударам с максимальным ускорением 75 g и продолжительностью 3,5 мс. Испытание ударной прочности E других видов проводят по всем шести сторонам камеры (всего шесть воздействий). Испытания других видов можно проводить, если они эквивалентны выше приведенным или жестче их.

С.4 **Влияние вибрации**

Вибрация влияет на погрешность экспозиции. Испытания проводят в соответствии с ГОСТ 28203—89. Испытание F_c следует проводить так, как оно описано ниже.

Систему следует привести в колебательное движение последовательно в трех взаимно перпендикулярных направлениях, одно из которых должно быть параллельно оси вращения. Частоту следует изменять от 30 до 100 Гц с равномерной скоростью до 30 Гц в течение 5 мин. В каждом из трех направлений система должна быть приведена в колебание в течение 20 мин. Общий размах колебаний должен быть отрегулирован до максимального ускорения 2 g. Допускается использовать другие условия испытаний, если они представляют эквивалентные или более жесткие условия.

С.5 **Влияние крайних температурных условий хранения**

Крайние температурные условия (−30±3) °С и (+50±3) °С оказывают влияние на погрешность экспозиции.

Система должна быть подвергнута воздействию каждой заранее указанной температуры в течение не менее 24 ч. Измерения погрешности экспозиции следует проводить после того, как систему выдержали в течение не менее 2 ч до и после испытания при температуре (23±3) °С и относительной влажности (65±20) %.

С.6 **Влияние влажности**

Влияние влажности должно быть выражено с учетом изменения погрешности экспозиции перед испытанием в любой точке в пределах номинального диапазона контроля после того, как система была подвергнута воздействию относительной влажности (90±5) % при температуре (23±3) °С в течение 48 ч.

Измерения погрешности экспозиции следует проводить после того, как систему выдержали в течение не менее 2 ч до и после испытания при температуре (23±3) °С и относительной влажности (65±20) %.

С.7 **Усталость фотоэлемента**

Усталость фотоэлемента влияет на погрешность экспозиции и будет заметна, если систему выдержать в темноте в течение не менее 24 ч, а затем сразу же освещать ее с помощью источника света с температурой распределения 2650—2900 К с яркостью поля 2048 кд/м². Погрешность экспозиции следует определять через 5 с и через 3 мин или по прошествии большего времени, не превышающего 1 ч при условии, что измеренная усталость при этом не уменьшится.

С.8 **Время срабатывания**

Время срабатывания следует измерять путем экспонирования системы контроля яркостью 256 кд/м² в течение как минимум 1 ч и последующим экспонированием светом яркостью 2048 кд/м². Время, необходимое для получения измеренной экспозиции и поддержания ее в $^1/_3$ ступени от указанной в конце 15 с, является временем срабатывания.

С.9 **Рекомендованные уровни испытания яркости**

Экспозицию необходимо определять на следующих рекомендуемых уровнях для того, чтобы упростить проведение испытания и сопоставить их уровни. Рекомендуются следующие уровни испытания яркости 4, 64, 256, 2048 и 4096 кд/м². Эти уровни испытания яркости даны в дополнение к проектным характеристикам камеры.

ПРИЛОЖЕНИЕ D

(рекомендуемое)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДУ КОНТРОЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КАМЕР, УЧИТЫВАЮЩИЕ ОСОБЕННОСТИ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СТРАНЫ

D.1 Общие положения и требования к определению погрешности экспозиции

D.1.1 Точность работы автоматических фотоаппаратов (фотоаппаратов с устройствами автоматизированного управления экспозицией) характеризуется максимальной по абсолютному значению погрешностью экспозиции в основном и дополнительном диапазонах яркостей, а также шириной полосы погрешности экспозиции, средним значением и размахом погрешности экспозиции или ее нестабильностью.

D.1.2 Определение погрешности экспонирования следует проводить на всех диапазонах средней яркости объекта, указанных в технических условиях на конкретный вид фотоаппарата, но не менее чем при трех значениях яркости в основном диапазоне, не менее чем при одном значении яркости в каждом из дополнительных диапазонов.

D.1.3 Программу испытаний составляют в соответствии с приложением Е в зависимости от вида фотоаппарата.

D.1.4 При проведении испытаний измеренную погрешность экспозиции сравнивают со значением погрешности, приведенной в технических условиях на фотоаппарат. В необходимых случаях результаты измерения могут быть оформлены в виде таблицы или графиков, в которых погрешности экспозиции приводят в виде функций от изменяемых экспозиционных параметров.

D.1.5 Допускаемые значения погрешности экспозиции фотоаппаратов представлены в таблице D.1.1.

Таблица D.1.1

Группа фотоаппаратов	Допускаемая погрешность экспозиции, ступень		Размах погрешности экспозиции P_H, ступень	Пределы измерения средней яркости основного диапазона, кд/м²
	в основном диапазоне	в дополнительном диапазоне		
А	±0,5	±0,8	0,32	2,4—4900
Б	±0,8	±1,0	0,48	4,8—2460
В	±1,0	±1,0 (±1,2)	0,64	9,6—2460

Примечание — В скобках указано значение допускаемой погрешности для фотоаппаратов, поставленных на производство до 01.01.91.

D.1.6 При определении погрешности экспозиции используют числовые значения яркостей для основного и дополнительного диапазонов, приведенные в таблицах приложения F.

D.1.7 Номинальные значения экспозиции H_0 представлены в таблице D.1.2.

Таблица D.1.2

Число светочувствительности по ГОСТ 10691.2, вводимое в экспонометрическое устройство, ГОСТ/ИСО	Номинальная экспозиция $H_н$, лк·с
12	0,800
25	0,400
50	0,200
100	0,100
200	0,050
400	0,025
800	0,0125
1600	0,00625

D.1.8 Если в технических условиях на конкретный вид фотоаппарата задана номинальная калибровочная постоянная K_0 экспонометрического устройства, то она должна быть измерена и вычислена в соответствии с приложением G.

D.1.9 Числовые значения расчетных эффективных выдержек затвора должны соответствовать ГОСТ 19821.

Номинальные значения диафрагменных чисел должны соответствовать ГОСТ 17175.

Числа светочувствительности, маркируемые на шкале их ввода в экспонометрическое устройство, должны соответствовать ГОСТ 10691.2.

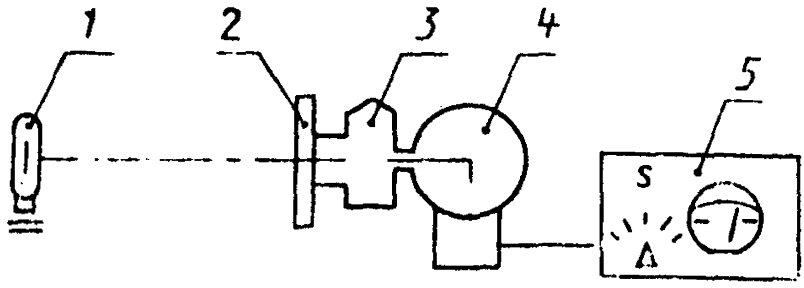
Дискретность ввода чисел светочувствительности должна соответствовать указанной в нормативно-технической документации на конкретный вид фотоаппарата.

D.1.10 Допускаемая неравномерность отработки экспозиции не должна превышать значений, устанавливаемых в нормативной документации на конкретный вид фотоаппарата.

Рекомендации по измерению неравномерности экспозиции по полю кадра фотоаппарата изложены в приложении H.

D.2 Требования к средствам измерения

D.2.1 Функциональная схема измерительной установки должна соответствовать указанной на рисунке D.1.1.



1 — нормированный источник света; *2* — молочное стекло; *3* — испытуемый фотоаппарат; *4* — светоприемный блок; *5* — контрольно-измерительный прибор

Рисунок D.1.1

Испытания должны быть проведены на фотометрической скамье или светодозаторе.

Светодозатор должен быть аттестован по выходной яркости и цветовой температуре источника света.

При определении неравномерности экспозиции по полю кадра вместо светоприемного блока в кадровом окне фотоаппарата устанавливается несколько фотоприемников (например фотодиодов).

D.2.2 В качестве нормированного источника света применяют светоизмерительную лампу, аттестованную по силе света и цветовой температуре.

Все измерения рекомендуется проводить с источником света с цветовой температурой (4700±200) К.

Допускается проводить измерения при источнике света со сплошным спектром в диапазоне цветовых температур от 2360 К до 4800 К при условии, что определен коэффициент спектрального перехода k от применяемого источника к нормированному. Например, при использовании источника А по ГОСТ 7721 коэффициент спектрального перехода k рассчитывают по формуле

$$k = \frac{L_{2856}}{L_{4700}}, \qquad (D.1)$$

где L_{2856} — яркость источника А с цветовой температурой 2856 К;

L_{4700} — яркость нормированного источника с цветовой температурой 4700 К.

Методику определения коэффициента спектрального перехода k используют в случае необходимости его применения.

D.2.3 Коэффициент спектрального перехода определяют на фотометрической скамье или на светодозаторе с использованием испытуемого фотоаппарата или отдельного фотоприемника, используемого в экспонометрическом устройстве, при неизменном отсчете, снимаемом на испытуемом фотоаппарате (угол поворота стрелки индикатора, индицируемые значения выдержки или диафрагменного числа). Яркость нормированного источника света должна находиться в середине основного диапазона яркости.

Для тех фотоаппаратов, в которых отсутствует отсчетное устройство, используют коэффициент спектрального перехода k, указанный в паспорте фотоприемника экспонометрического устройства.

Допускается не определять коэффициент спектрального перехода для фотоаппаратов, в которых значение k по паспорту фотоприемника экспонометрического устройства равно 1,00 ± 0,15.

D.2.4 Нормированный источник света должен применяться в сочетании с молочным неселективно светорассеивающим стеклом толщиной не менее 1,5 мм.

Допускаемая погрешность установки яркости не должна превышать 0,1 ступени на фотометрической скамье и 0,15 ступени на светодозаторе.

Минимальное расстояние между светоизмерительной лампой и молочным стеклом должно быть в 10 раз больше размера тела накала.

D.2.5 Входное окно светоприемного блока должно иметь отверстие, не превышающее 50 % площади кадра и расположенное симметрично относительно центра кадра для измерения экспозиции проинтегрированной в указанной площади.

Допускается смещение центра окна светоприемного блока относительно центра кадра на 5—8 мм для учета падения освещенности по полю кадра.

D.2.6 Контрольно-измерительный прибор должен быть прокалиброван с нормированным источником света по номинальным экспозициям известной величины, соответствующим выбранным числам светочувствительности согласно таблице Д.1.2. Контрольно-измерительный прибор должен давать отсчет, пропорциональный экспозиции, и обеспечивать измерение экспозиции в необходимых пределах, указанных в нормативно-технической документации на конкретный вид фотоаппарата. Требования к кривой относительной спектральной чувствительности фотоприемника контрольно-измерительного прибора не предъявляются.

D.3 Требования к подготовке и проведению измерений

D.3.1 Если экспонометрическое устройство (ЭУ) фотоаппарата содержит фотоэлемент, то следует применять меры к тому, чтобы в фотоэлементе не проявлялись эффекты усталости, для чего фотоаппарат должен быть выдержан без воздействия света не менее 1 ч, затем ЭУ подвергают воздействию яркостью, достаточной для получения показаний ЭУ примерно в середине основного диапазона. Затем по истечении 3 мин проводят остальные измерения.

D.3.2 В соответствии с программой испытаний устанавливают число светочувствительности на фотоаппарате, яркость источника света и другие экспозиционные параметры.

В зеркальных фотоаппаратах с экспонометрированием через объектив окуляр видоискателя должен быть закрыт светонепроницаемой заслонкой.

В кадровое окно фотоаппарата устанавливают окно светоприемного блока контрольно-измерительного прибора. Взводят затвор фотоаппарата, проводят спуск затвора и снимают отсчет.

Измерения для каждого сочетания экспозиционных пар проводят не менее трех раз и увеличивают число измерений до 5—10 в зависимости от необходимой точности измерений.

Между моментом измерения и следующим спуском затвора должен быть выдержан интервал не менее 5 с.

D.4 Требования к обработке результатов

D.4.1 Погрешность экспозиции $\Delta\log_2 H$ рассчитывают по формуле

$$\Delta\log_2 H = \log_2 \frac{H_{изм}}{H_0} = 3{,}32\lg \frac{H_{изм}}{H_0}, \qquad (D.2)$$

где $H_{изм}$ — измеренная экспозиция, лк. с;

H_0 — номинальная экспозиция, лк. с.

Погрешность метода измерения погрешности экспозиции не должна превышать значений, указанных в таблице D.4.1.

Таблица D.4.1

Измеренная погрешность экспозиции, ступень	Погрешность метода измерения экспозиции, ступень
До ±0,8 включ.	±0,10
От ±0,8 до ±1,0 включ.	±0,12
Св. ±1,0	±0,16

D.4.2 Ширину полосы погрешности экспозиции δ_H рассчитывают по формуле

$$\delta H = \Delta\log_2 H_{max} - \Delta\log_2 H_{min},$$

где $\Delta\log_2 H_{max}$ — соответственно максимальное и минимальное

и $\Delta\log_2 H_{min}$ значения погрешности экспозиции.

D.4.3 Среднюю погрешность $\Delta\log_2 H_{ср}$ рассчитывают по формуле

$$\Delta\log_2 H_{ср} = \frac{\sum_{N=1}^{N} \Delta\log_2 H_N}{N}, \qquad (D.3)$$

где N — число сочетаний экспозиционных параметров (яркости L, диафрагменного числа n, эффективной выдержки затвора t, числа светочувствительности S), при которых проводилось измерение;

$\Delta\log_2 H_N$ — средняя погрешность экспозиции при неизменном сочетании экспозиционных параметров, рассчитывают по формуле

$$\Delta\log_2 H_N = \frac{\sum_{i=1}^{m} \Delta\log_2 H_i}{m}, \qquad (D.4)$$

где $\Delta\log_2 H_i$ — погрешность экспозиции при единичном измерении;

m — число срабатываний затвора при неизменном сочетании экспозиционных параметров ($3 \leqslant m \leqslant 10$).

D.4.4 Размах погрешности экспозиции $\rho_н$ рассчитывают по формуле

$$\rho_н = \Delta\log_2 H_{i\max} - \Delta\log_2 H_{i\min}, \qquad (D.5)$$

где $\Delta\log_2 H_i \max$ и $\Delta\log_2 H_i \min$ — соответственно максимальное и минимальное значения погрешностей экспозиции при неизменном сочетании экспозиционных параметров L, n, t, S.

При оценке точности работы фотоаппарата значение $\rho_н$ берется по наибольшему значению.

D.4.5 Нестабильность погрешности экспозиции $\sigma_н$ рассчитывают по формуле

$$\sigma_н = \pm \frac{\rho_н}{2}. \qquad (D.6)$$

D.4.6 В случае, если проводится анализ погрешностей экспозиции фотоаппарата, рассчитывают по формулам все величины, после чего могут быть составлены рекомендации по юстировке экспонометрического устройства (ЭУ) фотоаппарата.

D.4.7 Погрешность экспозиции с учетом коэффициента спектрального перехода k рассчитывают по формуле

$$\Delta\log_2 H = \log_2 \frac{H_{изм}}{H_0} - \log_2 k \qquad (D.7)$$

D.4.8 Среднее геометрическое значение коэффициента спектрального пропускания $k_{ср}$, определенное для выборки не менее 10 образцов фотоаппаратов и указанное в нормативно-технической документации на конкретный вид фотоаппарата, рассчитывают по формуле

$$k_{ср} = \sqrt{k_{\min} - k_{\max}}. \qquad (D.8)$$

Отклонение значения коэффициента спектрального перехода каждого образца из выборки фотоаппаратов k_i от среднего геометрического значения $k_{ср}$, указанного в нормативно-технической документации на конкретный вид фотоаппарата, рассчитывают по формуле

$$n = \log_2 \frac{k_i}{k_{ср}}. \qquad (D.9)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(рекомендуемое)

ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПОГРЕШНОСТИ ЭКСПОЗИЦИИ

Е.1 Программу испытаний составляют в зависимости от вида испытаний и требований к точности отработки экспозиции, изложенных в нормативной документации на конкретный вид фотоаппарата.

Е.2 Программу испытаний составляют также в зависимости от типа автоматизации фотоаппарата, способа ввода параметров особенностей установки экспозиции.

Например, если в фотоаппарате автоматически устанавливается выдержка, а предварительно выбирается диафрагменное число, то испытания ведут при $S=\text{const}$, $n=\text{const}$. Изменение яркости нормированного источника света дает $t=\text{var}$.

Если в фотоаппарате автоматически устанавливается диафрагменное число, а предварительно выбирается выдержка, то испытания ведут при $S=\text{const}$, $t=\text{const}$. Изменение яркости нормированного источника света дает $n=\text{var}$.

Если испытывается программный фотоаппарат, то испытания ведут при $S=\text{const}$ и $L=\text{var}$, что дает изменение экспозиционной пары «выдержка — диафрагменное число» (или изменение экспозиционного числа E_v).

Если необходимо определить погрешность ввода числа светочувствительности S, ее определяют при $L=\text{const}$, $t=\text{const}$ и $L=\text{var}$.

Е.3 Расчет яркости источника света ведут по экспонометрической формуле

$$L=\frac{K_0 n^2}{S}. \qquad \text{(Е.1)}$$

Минимальную яркость рассчитывают для полностью открытой диафрагмы, наиболее длинной выдержки и максимальной светочувствительности.

Примечания

1 В некоторых фотоаппаратах максимальную и минимальную яркости измеряют лишь при средних значениях чисел светочувствительности (например S=100 ГОСТ/ИСО).

2 Сочетания экспозиционных параметров L, S, t, n, при которых проводят проверку фотоаппарата, определяют системой автоматизации, рабочим диапазоном яркостей и способом ввода параметров.

Е.4 В случаях, когда известен диапазон работы экспонометрического устройства (ЭУ) по значениям экспозиционных чисел (при определенной светочувствительности), экстремальные яркости рассчитывают по формуле

$$L=\frac{K_0}{S}\cdot 2^{E_v}.$$

Е.5 При проведении цеховых испытаний серийно выпускаемых фотоаппаратов погрешности экспозиции сравнивают с допустимыми значениями для основного и дополнительного диапазона яркости в соответствии с техническими условиями на фотоаппарат. В необходимых случаях (при анализе точности работы фотоаппарата) погрешности изображают в виде точек на графике $\Delta \log_2 H=f_1(L)$.

При анализе точности отработки экспозиции целесообразно строить также графики функций вида:

$\Delta\log_2 H = f_1(L)$; $\Delta\log_2 H = f_2(E)$ (в основном для программных фотоаппаратов);

$\Delta\log_2 H = f_3(n)$; $\Delta\log_2 H = f_4(t)$; $\Delta\log_2 H = f_5(S)$

Значение погрешности ввода чисел светочувствительности определяют при постоянных значениях экспозиционной пары, т. е. при $E_V = \text{const}$, по формуле

$$\Delta\log_2 H_S = \frac{\Delta\log_2 H_{max} - \Delta\log_2 H_{min}}{2},$$

где $\Delta\log_2 H_{max}$ и $\Delta\log_2 H_{min}$ — соответственно максимальное и минимальное значения погрешности экспозиции при изменении значения на фотоаппарате.

Для программных фотоаппаратов $\Delta\log_2 H_S$ может быть определена при нескольких значениях E_V. При этом за погрешность ввода чисел светочувствительности S принимают среднее значение из нескольких $\Delta\log_2 H_S$ (в основном диапазоне яркостей).

При идеальной работе ЭУ и механизмов фотоаппарата указанные зависимости должны быть прямыми линиями, совпадающими с осями L, n, t, S, E_V.

ПРИЛОЖЕНИЕ F
(рекомендуемое)

Таблица F.1 — Диаграмма экспозиционных параметров в табличной форме

E_V	Значения экспозиционной пары						
	n_1/t_i	n_2/t_i	n_3/t_i	n_4/t_i	n_5/t_i	n_6/t_i	n_7/t_i
1	1,4/1						
2	1,4/2	2/1					
3	1,4/4	2/2	2,8/1				
4	1,4/8	2/4	2,8/2	4/1			
5	1,4/15	2/8	2,8/4	4/2	5,6/1		
6	1,4/30	2/15	2,8/8	4/4	5,6/2	8/1	
7	1,4/60	2/30	2,8/15	4/8	5,6/4	8/2	11/1
8	1,4/125	2/60	2,8/30	4/15	5,6/8	8/4	11/2
9	1,4/250	2/125	2,8/60	4/30	5,6/15	8/8	11/4
10	1,4/500	2/250	2,8/125	4/60	5,6/30	8/15	11/8
11	1,4/1000	2/500	2,8/250	4/125	5,6/60	8/30	11/15
12	1,4/2000	2/1000	2,8/500	4/250	5,6/125	8/60	11/30
13	1,4/4000	2/2000	2,8/1000	4/500	5,6/250	8/125	11/60
14		2/4000	2,8/2000	4/1000	5,6/500	8/250	11/125
15			2,8/4000	4/2000	5,6/1000	8/500	11/250
16				4/4000	5,6/2000	8/1000	11/500
17					5,6/4000	8/2000	11/1000
18						8/4000	11/2000
19							11/4000

		Яркость L, кд/м², при $K=15$					
n_1/t_1	n_2/t_2	$S=25$	$S=50$	$S=100$	$S=200$	$S=400$	$S=800$
		1,2	0,6	0,3	0,15	0,075	0,038
		2,4	1,2	0,6	0,3	0,15	0,075
		4,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15
		9,6	4,8	2,4	1,2	0,6	0,3
		19,2	9,6	4,8	2,4	1,2	0,6
		38,4	19,2	9,6	4,8	2,4	1,2
		77	38,4	19,2	9,6	4,8	2,4
16/1		154	77	38,4	19,2	9,6	4,8
16/2	22/1	307	154	77	38,4	19,2	9,6
16/4	22/2	614	307	154	77	38,4	19,2
16/8	22/4	1230	614	307	154	77	38,4
16/15	22/8	2460	1230	614	307	154	77
16/30	22/16	4900	2460	1230	614	307	154
16/60	22/30	9800	4900	2460	1230	614	307
16/125	22/60		9800	4900	2460	1230	614
16/250	22/125			9800	4900	2460	1230
16/500	22/250				9800	4900	2460
16/1000	22/500	E_v на приборе				9800	4900
16/2000	22/1000						9800

Таблицу F.1 используют, когда необходимо при определенной яркости на приборе (соответствует E_V) определить экспозиционную пару n, t и устанавливать их значения на испытуемом фотоаппарате, а также когда изменяют число светочувствительности S на фотоаппарате при неизменной яркости L на светодозаторе.

Основной диапазон яркостей (для $S=100$ ГОСТ/ИСО) определяется экспозиционными числами $E_V=4—15$ для фотоаппаратов с погрешностью экспозиции до $\pm 0{,}8$ ступени; он может также определяться экспозиционными параметрами n, t. Так как значение $E_V=16$ ($L=9800$ кд/м^2) на светодозаторе не всегда можно получить, допустимо иметь яркость приблизительно 6900 кд/м^2, соответствующую $E_V=15{,}5$.

Для определения погрешности экспозиции $\Delta\log_2 H$ при сочетаниях экспозиционных пар n, t, соответствующих $E_V=16—20$, следует проводить испытания фотоаппаратов при $S=200—800$ ГОСТ/ИСО и яркостях $L=4900$ кд/м^2 (E_V на приборе — светодозаторе) или $L=6900—9800$ кд/м^2.

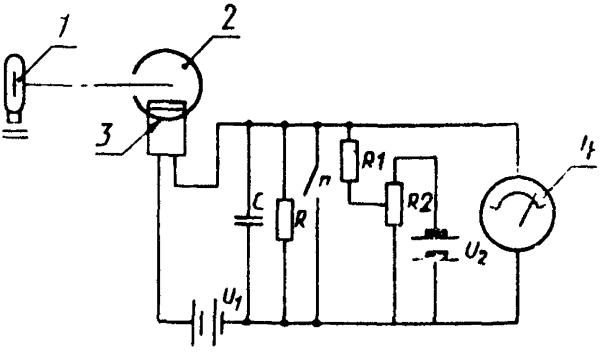
ПРИЛОЖЕНИЕ G

(рекомендуемое)

МЕТОДИКА НАСТРОЙКИ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОМИНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ КАЛИБРОВОЧНОЙ ПОСТОЯННОЙ ЭКСПОНОМЕТРИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

G.1 Методика калибровки фотоэлектрического прибора

Допускается использование прибора по схеме, изображенной на рисунке G.1



1 — нормированный источник света; *2* — светоприемный блок; *3* — светоприемник; U_1, U_2 — источники тока; *C* — интегрирующий конденсатор; *R* — резистор для калибровки; *n* — закорачивающий переключатель; *R1*, *R2* — резисторы для компенсации темнового тока; *4* — вольтметр

Рисунок G.1

Освещенность на входном окне светоприемного блока *E* в люксах рассчитывают по формуле

$$E = \frac{I}{r^2} \qquad (G.1)$$

где *I* — сила тока, кд;

r — расстояние до источника света, м.

Калибровку проводят следующим образом. Конденсатор шунтируется с резистором *R*. Шкала вольтметра калибруется в значениях экспозиции *H* в люксах, которая рассчитывается по формуле

$$H = E \cdot R \cdot C, \qquad (G.2)$$

где *E* — освещенность входного отверстия светоприемного блока, лк;

C — емкость конденсатора, Ф;

R — сопротивление, Ом.

Погрешность измерения емкости конденсатора и сопротивления не более 1,5 %.

Измерение экспозиции осуществляется без резистора R, тогда на конденсаторе получается напряжение, пропорциональное экспозиции.

G.2 **Методика настройки фотоэлектрического прибора**

G.2.1 При установке на приборе и автоматическом фотоаппарате одинаковых величин чисел светочувствительности, если фотоаппарат отрабатывает значение номинальной экспозиции H_0, на отсчетной шкале прибора должно указываться значение погрешности экспозиции, равное нулю.

G.2.2 Для настройки фотоэлектрического прибора выбирают неавтоматический фотоаппарат со стабильной выдержкой затвора и определяют ее точное эффективное значение при выбранном калибровочном диафрагменном числе (рекомендуется $n=5{,}6$). Для определенного числа светочувствительности рассчитывают освещенность в кадровом окне фотоаппарата, учитывая значение экспозиции H_0 (например для $S=100$ ГОСТ/ИСО, $H_0=0{,}1$ лк·с) по формуле

$$E' = \frac{H_0}{t}. \qquad (G.3)$$

G.2.3 На светодозаторе устанавливают светоприемник за молочным стеклом, например, фоторезистор, на расстоянии r от эталонной лампы с известной силой света I, таким образом, чтобы получить на поверхности светоприемника рассчитанную освещенность:

$$r = \sqrt{\frac{I}{E'}\,\tau}, \qquad (G.4)$$

где τ — коэффициент пропускания молочного стекла.

Затем определяют сопротивление R фоторезистора (или другую световую характеристику светоприемника) при данной освещенности.

G.2.4 Устанавливают светоприемник (фоторезистор) в кадровое окно фотоаппарата, а перед объективом — то же самое молочное стекло. При выбранном значении диафрагменного числа и открытом затворе определяют расстояние, на котором сопротивление фоторезистора равно значению, полученному по G.2.3.

G.2.5 Устанавливают на объективе значения калиброванных выдержек и диафрагменного числа, а в кадровое окно фотоаппарата — входное окно светоприемного блока контрольно-измерительного прибора. Осуществляют спуск затвора и снимают отсчет на приборе.

Если прибор не показывает нулевое значение погрешности, проводят настройку его потенциометром внутри прибора (общим или соответствующим данной светочувствительности). Такую же настройку проводят и при других значениях чувствительности.

G.3 **Методика определения номинального значения калибровочной постоянной экспонометрического устройства**

G.3.1 Методика измерения на фотоэлектрическом приборе

При определении K_0 для автоматического фотоаппарата используют откалиброванный фотоэлектрический прибор и ряд однотипных фотоаппаратов (не менее 10 шт.).

Испытания всех фотоаппаратов проводят в неавтоматическом режиме при выбранных средних значениях параметров выдержки, диафрагменного числа светочувствительности (рекомендуется выбирать $n=5{,}6$; $t=1/61$; $S=100$ ГОСТ/ИСО).

Предварительно измеряют точные значения выдержки и диафрагменного числа у каждого фотоаппарата.

Каждый фотоаппарат устанавливают на фотоэлектрическом приборе, перед светоприемным устройством фотоаппарата и его объективом располагают молочное стекло и нормированный источник света. Несколько раз осуществляют спуск

затвора фотоаппарата (при рекомендуемых значениях n, t и S) и снимают отсчет с фотоэлектрического прибора. Изменяя яркость молочного стекла, добиваются нулевого отсчета ($\Delta \log_2 H = 0$). Определяют яркость, на которой получен нулевой отсчет, и вычисляют K_{0i} по формуле

$$K_{0i} = \frac{L \cdot t \cdot S}{n^2}. \qquad (G.5)$$

По результатам измерения K_0 каждого фотоаппарата находят среднее арифметическое значение K_0:

$$K_0 = \frac{\sum_{i=1}^{Q} K_{0i}}{Q}, \qquad (G.6)$$

где Q — число фотоаппаратов, подвергшихся испытаниям.

Найденное таким образом значение K_0 вносят в технические условия на фотоаппарат данного типа и используют его при настройке фотоаппаратов, вычислении погрешности экспозиции и при составлении программы испытаний для вычисления яркости по экспонометрической формуле.

G.3.2 Методика определения коэффициента светопотерь фотографической системы

Коэффициент светопотерь фотографической системы для данного вида фотоаппарата q рассчитывают по формуле

$$q = \frac{E' \cdot n^2}{L}, \qquad (G.7)$$

где E' — освещенность изображения в плоскости кадрового окна фотоаппарата, лк;

n — диафрагменное число;

L — яркость нормированного источника света, кд/м².

Для этого определяют яркость, диафрагменное число и среднюю, проинтегрированную в измеренной площади кадра, освещенность в выбранной для измерений площади кадра.

Затем рассчитывают номинальное значение калибровочной постоянной экспонометрического устройства по формуле

$$K_0 = \frac{10}{q} = \frac{10L}{E' \cdot n^2}. \qquad (G.8)$$

Поскольку коэффициент K_0 не является постоянной величиной для различных точек поля кадра и зависит от диафрагменного числа, то измерение освещенности рекомендуется проводить в выбранной зоне кадра при $n = 5{,}6$.

G.4 **Калибровка нуля отсчета контрольно-измерительных приборов**

G.4.1 Калибровку нуля отсчета контрольно-измерительных приборов для $K_0 = 15$ осуществляют с помощью эталонного фотоаппарата либо измерением освещенности на входном окне фотоприемника контрольно-измерительного прибора.

Для эталонного фотоаппарата измеряют коэффициент q (или τ) и диафрагменное число n при определенном значении измеренной яркости (например, для $E_v = 12$ при $S = 100$ ГОСТ/ИСО), $L = 614$ кд/м²), подобранной таким образом, чтобы освещенность в фокальной плоскости получилась равной расчетному значению согласно формуле (например $E_0 = 3{,}2$ лк)

$$E' = \frac{qL}{n^2}.$$

Для получения номинальной экспозиции $H_0 = 0{,}1$ лк. с (при $S = 100$ ГОСТ/ИСО) необходимо, чтобы фотоаппарат имел выдержку $t = {}^1/_{32}$ с, тогда $H_0 = E_0 \cdot t = 3{,}2 \cdot {}^1/_{32} = 0{,}1$ лк. с.

G.4.2 На приборах, в которых выдержка t осуществляется электронным прерыванием сигнала в режиме «Калибровка», нуль отсчетного устройства при $S = 100$ ГОСТ/ИСО устанавливается подстроечным потенциометром в режиме «Калибровка», когда освещенность на фотоприемнике прибора равна $E = 3{,}2$ лк.

Указанное значение освещенности контролируют эталонным люксметром при проградуированном эталонном фотоприемнике, устанавливаемом вместо фотоприемника контрольно-измерительного прибора.

ПРИЛОЖЕНИЕ Н
(рекомендуемое)

ИЗМЕРЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ЭКСПОЗИЦИИ ПО ПОЛЮ КАДРА ФОТОАППАРАТА

Н.1 Для формата кадра 24×36 мм рекомендуется определить экспозицию по полю кадра в точках, расположенных по диагоналям кадра, на расстояниях от центра кадра $y'=0$; 7,5; 10,0; 12,5; 15 мм.

Примечание — Значения y' выбраны с равномерным шагом, равным 2,5 мм. При $y'=2{,}5$ мм измерение проводить нецелесообразно из-за незначительного изменения освещенности.

Н.2 При определении допустимой неравномерности отработки экспозиции по полю кадра рекомендуется проводить измерения в пяти точках кадра: при $y'=0$ и $y'=15$ мм (по диагоналям кадра). Допускается измерение в трех точках кадра (по одной из диагоналей).

Н.3 Погрешность экспозиции по полю кадра фотоаппарата рассчитывают в ступенях по формуле

$$\Delta\log_2 H_v=\log_2\frac{H_v}{H_{0v}}, \qquad (Н.1)$$

где H_v — экспозиция, измеренная при y' по Н.1;
H_{0v} — экспозиция, измеренная при $y'=0$.

Примечание — Значение $\Delta\log_2 H_v$ выбирают наибольшим из 4 (или 2).

Н.4 Нормальным падением освещенности по полю кадра фотоаппарата $\Delta\log_2 H_{\omega'}$ считается такое, которое соответствует формуле Н.1.

Допускаемое отклонение от нормального падения освещенности определяют при $y'=15{,}0$ мм и $f'_{об}=50$ мм и $n=2{,}8$—$4{,}0$ (так как виньетирование в фотоаппарате зависит от степени диафрагмирования объектива) по формуле

$$\sigma_{v'}=\Delta\log_2 H_{v'}-\Delta\log_2 H_{\omega'},$$

где $\Delta\log_2 H_{\omega'}=\log_2\cos^4\omega'$.

При вышеуказанных значениях $\Delta\log_2 H_{\omega'}=-0{,}25$ ступени.

Экспериментально получено, что для нормальных объективов в фотоаппаратах $\Delta\log_2 H_{v'}$ не превышает по абсолютному значению 1 ступени, поэтому рекомендуется принять $\delta_v=-0{,}7$ ступени. Например, при измерении экспозиции ($y'=15{,}0$ мм) получено $\Delta\log_2 H_{v'}=-1{,}0$ ступени, тогда $\delta_{v\,изм}=-1{,}0-(-0{,}25)=-0{,}75$ ступени. Следовательно, в данном фотоаппарате наблюдается слишком большое падение освещенности по полю кадра и должны быть приняты меры по изменению конструкции фотоаппарата или объектива для уменьшения виньетирования.

Н.5 Для фотоаппаратов с погрешностью экспозиции ±1,0 ступень в основном диапазоне (±1,2 — в дополнительном диапазоне) допускаемое отклонение по полю кадра не должно превышать — 1,2 ступени в угловых точках кадра (при $y'=19{,}0$ мм), т. е. $\delta_v=2$ 1,2 ступени, тогда $\Delta\log_2 H_{v'}=-1{,}6$ ступени. Следовательно, можно допустить уменьшение экспозиции относительно центра кадра $\frac{H_v}{H_{0v}}=2-1{,}6=0{,}33$. Таким образом, экспозиции при $y'=19{,}0$ мм должно быть более чем 33 % по сравнению с центром кадра.

Так как в шкальных фотоаппаратах с жестковстроенным объективом применяются объективы с $f'_{об}=35$ мм, то для $y'=19{,}0$ мм можно записать: $-1{,}2=-\Delta\log_2 H_v-(-0{,}75)$; $\Delta\log_2 H_v=-1{,}95$ ступени; $\frac{H_v}{H_{0v}}=2^{-2}=0{,}25$. Таким образом, при $y'=19{,}0$ мм минимальным допустимым значением освещенности по полю кадра 24×36 мм следует считать 25 % от центра кадра.

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
(рекомендуемое)

ШКАЛЫ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПО ИСО ДЛЯ МОНОХРОМНЫХ (ЧЕРНО-БЕЛЫХ) ПОЛУТОНОВЫХ И ЦВЕТНЫХ НЕГАТИВНЫХ И ЦВЕТНЫХ ОБРАЩАЕМЫХ ПЛЕНОК ДЛЯ ФОТОГРАФИИ

Таблица Л1

Значение чувствительности пленки по ИСО	
арифметическое	логарифмическое
3200	36°
2500	35°
2000	34°
1600	33°
1250	32°
1000	31°
800	30°
640	29°
500	28°
400	27°
320	26°
250	25°
200	24°
160	23°
125	22°
100	21°
80	20°
64	19°
50	18°
40	17°
32	16°
25	15°
20	14°
16	13°
12	12°
10	11°
8	10°
6	9°
5	8°
4	7°

УДК 771.36:006.354 У96 ОКСТУ 4446

Ключевые слова: камера, экспозиция, яркость, чувствительность, методы контроля

Редактор *Р. Г. Говердовская*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *Н. И. Гаврищук*

Сдано в наб. 13.07.94. Подп. в печ. 31.08.94. Усл. п. л. 2.10. Усл. кр. отт. 2,10. Уч. изд. л. 1,80. Тир. 263 экз. С 1604.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14, Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 1568

gost.e-ecolog.ru