25370-82

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ФОТОУМНОЖИТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

ГОСТ 25370—82

Издание официальное

Цена 5 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ

Б. М. Степанов (руководитель темы); **Л. И. Андреева, В. В. Бачериков, А. А. Богданов, И. Н. Гусева, С. А. Кайдалов, А. Ф. Котюк, В. Е. Кравцов, Л. С. Ловинский, А. П. Ромашков, В. И. Сачков, З. М. Семичастнова, В. Е. Стысин, С. В. Тихомиров**

ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам

Член Госстандарта **Л. К. Исаев**

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 июля 1982 г. № 2991

УДК 621.383.292.083 : 006.354 Группа П49

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ФОТОУМНОЖИТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

Основные параметры.

Методы измерений основных параметров

Measuring photomultipliers. Basic parameters, measuring methods of basic parameters.

ГОСТ 25370—82

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 июля 1982 г. № 2991 срок введения установлен

с 01.07.83

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на фотоумножители измерительные (далее ФЭУ), предназначенные для использования в качестве средств измерений мощности и динамических характеристик оптического излучения, и устанавливает перечень основных параметров и методы их измерений.

Стандарт не распространяется на ФЭУ, поставляемые как комплектующие изделия для средств измерений.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Все измерения проводятся при нормальных условиях в соответствии с ГОСТ 24469—80.

1.2. В помещении, где проводятся измерения, не должно быть конвекционных потоков (в том числе активной вентиляции) источников пыли, посторонних тепловых возмущений, внешних магнитных полей.

1.3. Перед измерением параметров ФЭУ должны быть выдержаны в течение времени и в условиях, указанных в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

1.4. Поверхность входного окна ФЭУ должна быть расположена перпендикулярно направлению потока излучения, если иные требования не установлены в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

1.5. Все параметры ФЭУ измеряют в защитной камере.

1.6. Аппаратура

1.6.1. *Защитная камера*

Издание официальное ★

Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1982

1.6.1.1. Защитная камера должна обеспечивать защиту ФЭУ от внешних источников оптического излучения, а также от воздействия других внешних факторов, указанных в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

Корпус защитной камеры должен иметь электрическое соединение с корпусом испытательной установки.

Проводящие поверхности конструкции камеры, соединенные с корпусом, не должны касаться баллона ФЭУ.

Не допускаются для изготовления изолирующих прокладок между баллоном ФЭУ и металлическими частями камеры использовать материалы, вызывающие электризацию стекла. Не допускается использовать материалы с высокой люминесценцией в качестве конструктивных элементов, находящихся вблизи фотокатода ФЭУ.

Конструкция камеры должна исключать отражение от стенок камеры и деталей, расположенных в камере.

Диафрагма, ограничивающая рабочую площадь фотокатода, должна быть расположена непосредственно перед фотокатодом, если иные требования не установлены в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

Размеры отверстия диафрагмы и точность их выполнения должны соответствовать рабочей площади фотокатода и требованиям нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

1.6.2. *Источники оптического излучения*

Для измерения параметров ФЭУ в качестве источников излучения применяют стабильные лампы накаливания, светодиоды, лазеры.

1.6.3. *Измерительные ослабители*

Для ослабления потока оптического излучения используют измерительные ослабители. Для ослабителей должны быть указаны следующие технические и метрологические характеристики: коэффициент ослабления, как функция длины волны; погрешность коэффициента ослабления, как функция коэффициента ослабления и длины волны; стабильность коэффициента ослабления во времени.

1.6.4. *Источники питания*

Для питания ФЭУ следует применять источники напряжения постоянного тока.

При измерении предела линейности характеристики преобразования в импульсном режиме нестабильность выходного напряжения источников питания при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$ не должна быть более $\pm 0{,}05\%$.

Нестабильность выходного напряжения источников питания в течение времени измерения не должна быть более $\pm 0{,}05\%$.

При измерении темнового анодного тока, нестабильности, времени нарастания переходной характеристики нестабильность выходного напряжения источников питания при изменении напряжения питающей сети на ±10% не должна быть более ±0,5%. Нестабильность выходного напряжения источников питания в течение времени измерения не должна быть более ±0,5%.

Напряжение пульсаций источников питания ФЭУ не должно быть более 50 мВ. В тех случаях, когда для питания ФЭУ применяют отдельные источники питания, нестабильность каждого при изменении напряжения питающей сети на ±10% не должна быть более ±0,3%.

Нестабильность выходного напряжения источников питания в течение времени измерения не должна быть более ±0,3%.

Напряжение пульсаций источников питания на выходе не должно быть более 50 мВ.

1.6.5. *Делитель напряжения питания*

1.6.5.1. Делитель напряжения питания должен обеспечивать распределение напряжения питания между динодами в соответствии с требованиями стандартов на ФЭУ конкретных типов.

Соотношение сопротивлений резисторов делителя должно соответствовать заданному распределению напряжений с погрешностью не более ±1%, кроме случаев, указанных в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

При измерении параметров ФЭУ ток делителя напряжения питания должен превышать средний анодный ток ФЭУ не менее чем в 100 раз, если другие требования не установлены в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

При питании каскадов от отдельных источников напряжения значение их номинальных токов нагрузки не должно быть меньше значений токов соответствующих каскадов ФЭУ.

При работе ФЭУ в импульсном режиме звенья делителя напряжения, питающие последние каскады ФЭУ, должны шунтироваться конденсаторами, значение емкостей которых C_i, Ф, рассчитывают по формуле

$$C_i \geqslant 100 \frac{Q}{m^{n-(i-1)}} U_{pi}, \qquad (1)$$

где Q — максимальный заряд, переносимый импульсами анодного тока ФЭУ, Кл;

m — коэффициент усиления каскада умножительной системы;

n — общее число каскадов усиления;

i — номер звена делителя напряжения, для которого рассчитывается емкость;

U_{pi} — напряжение на i-м звене делителя напряжения, В;

100 — коэффициент, вводимый в предположении 1%-ного допустимого изменения напряжения на каскаде.

1.6.6. *Измерительные приборы*

1.6.1.1. При измерении параметров ФЭУ напряжение питания контролируют приборами класса не хуже 1,0.

Измерение токов до $3 \cdot 10^{-8}$ А должно выполняться приборами класса не хуже 1,5, а токов менее $3 \cdot 10^{-8}$ А приборами, погрешность которых не превышает ±10%.

1.7. Требования безопасности

1.7.1. При подготовке к измерениям и при проведении измерений параметров ФЭУ следует руководствоваться общими правилами безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.003—74 и ГОСТ 24469—80.

1.7.2. Защитное заземление и сопротивление изоляции электрооборудования следует систематически контролировать в соответствии с ГОСТ 12.3.019—80.

2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Основные параметры и характеристики ФЭУ, а также диапазоны значений параметров, на которые распространяются методы измерений, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры (характеристики) ФЭУ	Значения параметров, на которые распространяются методы, приведенные в настоящем стандарте	Номера пунктов стандарта
Область спектральной чувствительности, мкм	0,22—1,2	3.1
Спектральная анодная чувствительность, А/Вт, на фиксированных длинах волн	10^{-1}—10^{6}	3.2; 3.3
Темновой ток, А, не более	10^{-5}	3.4
Предел линейности характеристики преобразования в статическом режиме, А, не менее	10^{-6}	3.5
Предел линейности характеристики преобразования в импульсном режиме, А	0,2—10	3.6
Время нарастания переходной характеристики, с, не более	10^{-7}	3.7
Нестабильность, %, не более	10	3.8; 3.9
Основная относительная погрешность измерения мощности, %, не более	25	

3. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Область спектральной чувствительности ФЭУ определяют по измерениям относительной спектральной чувствительности фотокатода.

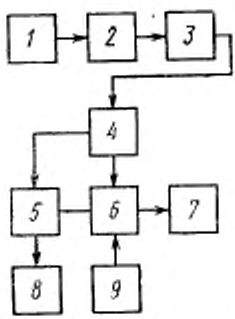
При этом за границы области принимают длины волн, на которых относительная спектральная чувствительность составляет 0,01 от максимального значения.

3.1.1. *Принцип измерений*

3.1.1.1. Метод измерений основан на сравнении спектральной чувствительности исследуемого фотокатода со спектральной чувствительностью контрольного приемника.

3.1.2. *Аппаратура*

3.1.2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать приведенной на черт. 1.



1—блок питания и контроля режима источника излучения; *2*—источник излучения; *3*—осветительная система; *4*—спектральный прибор; *5*—контрольный приемник излучения; *6*—исследуемый ФЭУ; *7*—устройство для измерения выходного сигнала исследуемого ФЭУ; *8*—устройство для измерения выходного сигнала контрольного приемника, *9*—блок питания ФЭУ.

Черт. 1

3.1.2.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведен в рекомендуемом приложении 1.

3.1.3. *Подготовка и проведение измерений*

3.1.3.1. ФЭУ в защитной камере устанавливают у выходной щели монохроматора таким образом, чтобы поток излучения не выходил за пределы фотокатода.

3.1.3.2. За выходной щелью монохроматора в защитной камере устанавливают поочередно контрольный приемник излучения и исследуемый ФЭУ и регистрируют показания соответствующего прибора поочередно, заменяя контрольный приемник ФЭУ либо на каждой длине волны, либо после прохождения всего спектрального диапазона.

3.1.3.3. В зависимости от вида кривой определяемой спектральной характеристики чувствительности измерения проводят с интервалом 5—20 нм в ультрафиолетовой области спектра и 10—30 нм в видимой и инфракрасной областях спектра.

3.1.3.4. Полуширина спектрального интервала, выделяемого монохроматором, не должна превышать интервала, указанного в п. 3.1.3.3.

3.1.4. *Обработка результатов*

3.1.4.1. При использовании в качестве контрольных неселективных приемников относительную спектральную характеристику чувствительности исследуемого фотокатода $S_{\text{отн}\,(\lambda)}$ определяют по формуле

$$S_{\text{отн}\,(\lambda)} = \left[\frac{n(\lambda)}{n_{\text{п}}(\lambda)}\right] : \frac{[n(\lambda)]_{\max}}{n_{\text{к}}(\lambda)} = \frac{n(\lambda)}{[n(\lambda)]_{\max}}, \qquad (2)$$

где $n(\lambda)$ — фототок исследуемого фотокатода;

$n_{\text{к}}(\lambda)$ — выходной сигнал контрольного приемника.

3.1.4.2. При использовании в качестве контрольных селективных приемников с известной относительной спектральной характеристикой чувствительности относительную спектральную характеристику чувствительности исследуемого фотокатода определяют по формуле

$$S_{\text{отн}\,(\lambda)} = \left[\frac{n(\lambda)}{n_{\text{к}}(\lambda)} \cdot S_{\text{к отн}\,(\lambda)}\right] : \left[\frac{n(\lambda)}{n_{\text{к}}(\lambda)} \cdot S_{\text{к отн}\,(\lambda)}\right]_{\max}, \qquad (3)$$

где $S_{\text{к отн}\,(\lambda)}$ — относительная спектральная характеристика чувствительности контрольного приемника.

3.1.4.3. Основная относительная погрешность измерения спектральной характеристики чувствительности фотоэлементов при принятой доверительной вероятности $P=0{,}95$ для видимой области спектра (380—780 нм) не должна превышать 12%, для ближней инфракрасной области (780—1200 нм) — 15%, для ближней ультрафиолетовой области (220—380 нм) — 25%.

3.2. 1-й метод измерений спектральной анодной чувствительности на фиксированных длинах волн

3.2.1. *Принцип измерений*

3.2.1.1. Спектральную анодную чувствительность на фиксированных длинах волн определяют с помощью аттестованных (поверенных) источников излучения на основе светодиодов.

3.2.2. *Аппаратура*

3.2.2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать приведенной на черт. 2.

3.2.2.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведен в рекомендуемом приложении 1.

3.2.3. *Подготовка и проведение измерений*

3.2.3.1. Напряжение питания ФЭУ устанавливают в соответствии с нормативно-технической документацией на ФЭУ конкретных типов.

3.2.3.2. Поток излучения подбирают так, чтобы обеспечить работу исследуемого ФЭУ на уровне (0,5÷0,7) $I_{лин}$ (где $I_{лин}$ — значение предела линейности анодного фотокатода, указанное в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов).

3.2.3.3. Спектральную анодную чувствительность определяют путем измерений анодного фототока I_1 ФЭУ.

3.2.4. *Обработка результатов*

3.2.4.1. Спектральную анодную чувствительность $A_{\lambda i}$ определяют по формуле

$$A_{\lambda i} = \frac{I_1}{\Phi}, \qquad (4)$$

где $A_{\lambda i}$ — результат единичного наблюдения спектральной анодной чувствительности;

I_1 — измеряемый анодный фототок ФЭУ;

Ф — поток излучения светодиода, указанный в паспорте или свидетельстве о метрологической аттестации, Вт.

3.2.4.2. Проводят серию из n наблюдений $A_{\lambda i}$ ($n \geqslant 5$). Среднее значение спектральной анодной чувствительности ФЭУ $\bar{A}_\lambda$ определяют по формуле

$$\bar{A}_\lambda = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} A_{\lambda i} \qquad (5)$$

и принимают его за результат измерений.

3.2.4.3. Расчет погрешности измерений приведен в справочном приложении 2.

При использовании указанной измерительной аппаратуры и оборудования основная относительная погрешность измерения при принятой доверительной вероятности $P=0,95$ не должна превышать 30%.

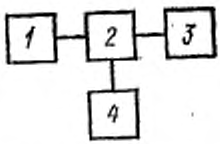
3.3. 2-й метод измерений спектральной анодной чувствительности на фиксированных длинах волн

3.3.1. *Принцип измерений*

3.3.1.1. Спектральную анодную чувствительность на фиксированных длинах волн определяют методом прямых измерений путем сравнения анодной спектральной чувствительности исследуемого ФЭУ со спектральной чувствительностью контрольного приемника.

3.3.2. *Аппаратура*

3.3.2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать приведенной на черт. 2.



1—источник оптического излучения на основе светодиода; *2*—камера с ФЭУ и делителем напряжения; *3*—вольтметр или осциллограф; *4*—источник питания ФЭУ.

Черт. 2

3.3.2.2. Перечень рекомендованных средств измерений и вспомогательных устройств приведен в рекомендуемом приложении 1.

3.3.3. *Подготовка и проведение измерений*

3.3.3.1. Исследуемый ФЭУ и контрольный приемник устанавливают поочередно в защитную камеру за выходной щелью монохроматора таким образом, чтобы на исследуемый ФЭУ и приемную площадку контрольного приемника попадал один и тот же выделенный монохроматором поток излучения.

3.3.4. *Обработка результатов измерений*

3.3.4.1. Спектральную анодную чувствительность исследуемого ФЭУ (А/Вт) рассчитывают по формуле

$$S_\lambda = \frac{I_\lambda}{U_{\lambda к}} \cdot S_{\lambda к}, \qquad (6)$$

где I_λ — анодный фототок исследуемого ФЭУ;

$U_{\lambda к}$ — выходной сигнал контрольного приемника;

$S_{\lambda к}$ — спектральная характеристика чувствительности контрольного приемника, при этом отношение $\frac{U_{\lambda к}}{S_{\lambda к}}$ должно быть выражено в А/Вт.

3.3.4.2. Основная относительная погрешность измерения при принятой доверительной вероятности $P=0{,}95$ не должна превышать 30%.

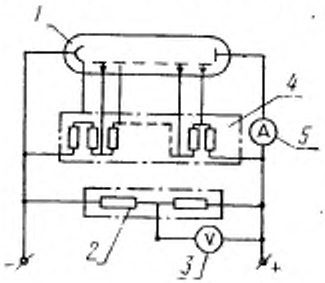
3.4. Метод измерений темнового анодного тока

3.4.1. *Принцип измерений*

3.4.1.1. Темновой анодный ток измеряют в цепи анода ФЭУ методом прямого измерения.

3.4.2. *Аппаратура*

3.4.2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать приведенной на черт. 3.



1—исследуемый ФЭУ; 2—делитель напряжения вольтметра; 3—вольтметр; 4—делитель напряжения ФЭУ; 5—амперметр.

Черт. 3

3.4.2.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведен в рекомендуемом приложении 1.

3.4.2.3. Токи утечки в цепи, в которую включен анод ФЭУ, должны быть меньше возможных тепловых токов ФЭУ конкретных типов не менее чем в 100 раз.

3.4.3. *Подготовка и проведение измерений*

3.4.3.1. Устанавливают напряжение питания ФЭУ, обеспечивающее спектральную анодную чувствительность в соответствии с нормативно-технической документацией на ФЭУ конкретных типов.

3.4.3.2. ФЭУ выдерживают в темноте 5 мин, если иное время не указано в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

3.4.3.3. Измеряют темновой анодный ток ФЭУ.

3.4.4. *Обработка результатов*

3.4.4.1. Значение темнового анодного тока $I_{т1}$ отсчитывают непосредственно по шкале измерительного прибора.

3.4.4.2. Проводят серию из n наблюдений $I_{т1}$ ($n \geqslant 5$).

Среднее значение темнового анодного тока $\overline{I_т}$ определяют по формуле

$$\overline{I_т} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} I_{т1} \qquad (7)$$

и принимают его за результат измерений.

3.4.4.3. Расчет погрешности измерений приведен в справочном приложении 2. При использовании указанной измерительной аппаратуры и оборудования основная относительная погрешность при принятой доверительной вероятности $P = 0{,}95$ для темнового тока

более 10^{-9}А не должна превышать 1%, для темнового тока менее 10^{-9}А не должна превышать 10%.

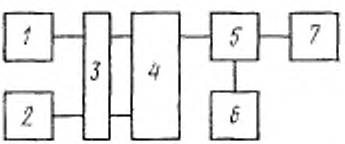
3.5. Метод определения предела линейности характеристики преобразования в статистическом режиме

3.5.1. *Принцип измерений*

3.5.1.1. Соответствие характеристики преобразования заданному пределу линейности в статистическом режиме определяют путем измерения постоянного напряжения на анодной нагрузке ФЭУ при освещении рабочей площади фотокатода двумя независимыми постоянными токами излучения.

3.5.2. *Аппаратура*

3.5.2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать приведенной на черт. 4.



1, 2—источники постоянного оптического излучения; *3*—измерительный ослабитель; *4*—оптический смеситель, *5*—камера с исследуемым ФЭУ, делителем напряжения питания и резистором анодной нагрузки; *6*—источник питания ФЭУ; *7*—вольтметр постоянного тока.

Черт. 4

3.5.2.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведен в рекомендуемом приложении 1.

3.5.3. *Подготовка и проведение измерений*

3.5.3.1. Устанавливают напряжение питания ФЭУ, соответствующее спектральной анодной чувствительности, указанной в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

Значение тока делителя, питающего ФЭУ, должно превышать значение выходного тока ФЭУ не менее чем в 100 раз. Если источник питания не может обеспечить такой ток, то последние каскады необходимо питать от отдельных источников. В таком случае значение тока делителя источника питания ФЭУ в 100 раз должно превышать значение тока последнего динода, подключенного к делителю.

3.5.3.2. Освещают фотокатод ФЭУ таким постоянным потоком излучения от источника *1*, чтобы значение постоянного напряжения на анодной нагрузке ФЭУ соответствовало значению предела линейности, указанному в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов при данном сопротивлении нагрузки.

3.5.3.3. Измеряют напряжение на анодной нагрузке ФЭУ при освещении фотокатода постоянным потоком излучения от источника 2.

3.5.3.4. Измеряют напряжение на анодной нагрузке ФЭУ при освещении фотокатода от источника *1* и *2* одновременно.

3.5.3.5. Изменяют значение постоянного потока излучения, указанное в пп. 3.5.3.2—3.5.3.4, так, чтобы значение анодного фототока ФЭУ изменилось от минимального, равного темновому току, до максимального, указанного в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

3.5.4. *Обработка результатов*

3.5.4.1. Отклонение от линейности $\varkappa_l$, %, определяют по формуле

$$\varkappa_l = 1 - \frac{U_1 - U_2}{U_\Sigma} \cdot 100, \qquad (8)$$

где U_1 — значение постоянного напряжения на анодной нагрузке ФЭУ при освещении фотокатода излучением от первого источника;

U_2 — значение постоянного напряжения на анодной нагрузке ФЭУ при освещении фотокатода излучением от второго источника;

U_Σ — значение постоянного напряжения на анодной нагрузке ФЭУ при одновременном освещении двумя источниками.

3.5.4.2. Проводят серию из n наблюдений $\varkappa_l$ ($n \geqslant 5$), соблюдая условие, указанное в п. 3.5.3.5. Среднее значение $\overline{\varkappa}$ определяют по формуле

$$\overline{\varkappa} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \varkappa_i \qquad (9)$$

и принимают его за результат измерений.

3.5.4.3. Расчет погрешности измерений приведен в справочном приложении 2. При использовании указанной измерительной аппаратуры и оборудования основная относительная погрешность измерения при принятой доверительной вероятности $P=0{,}95$ не должна превышать 10%.

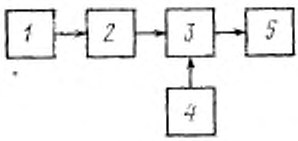
3.6. Метод определения предела линейности характеристики преобразования в импульсном режиме

3.6.1. *Принцип измерений*

3.6.1.1. Соответствие заданному пределу линейности характеристики преобразования в импульсном режиме определяют при освещении фотокатода ФЭУ источником импульсов оптического излучения с длительностью импульсов на полувысоте от 0,05 до 1 мкс при скважности не менее 1000, если иное не указано в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

3.6.2. *Аппаратура*

3.6.2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать приведенной на черт. 5.



1—источник импульсов оптического излучения; *2*—измерительный ослабитель; *3*—камера с исследуемым ФЭУ и делителем напряжения питания; *4*—источник питания ФЭУ; *5*—импульсный вольтметр или осциллограф.

Черт. 5

3.6.2.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведены в рекомендуемом приложении 1.

3.6.3. *Подготовка и проведение измерений*

3.6.3.1. Устанавливают напряжение питания ФЭУ, соответствующее спектральной анодной чувствительности, указанной в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

3.6.3.2. При помощи измерительного ослабителя регулируют амплитуду импульса оптического излучения таким образом, чтобы амплитуда импульса анодного фототока соответствовала пределу линейности, указанному в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

3.6.3.3. Уменьшают амплитуду импульса оптического излучения от 2 до 10 раз и производят измерение амплитуды импульса анодного фототока.

3.6.4. *Обработка результатов*

3.6.4.1. Отклонение от линейности $\varkappa_l$, %, определяют по формуле

$$\varkappa_l = \frac{p - p'}{p} \cdot 100, \qquad (10)$$

где p — кратность изменения амплитуды импульсов оптического излучения;

p' — кратность изменения амплитуды импульсов анодного фототока.

3.6.4.2. Проводят серию из n наблюдений $\varkappa_i$ ($n \geqslant 5$).

Среднее значение $\varkappa$ определяют по формуле

$$\overline{\varkappa} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \varkappa_i \qquad (11)$$

и принимают его за результат измерений.

3.6.4.3. Расчет погрешности измерений приведен в справочном приложении 2. При использовании указанной измерительной аппаратуры и оборудования основная относительная погрешность из-

мерений при принятой доверительной вероятности $P=0{,}95$ не должна превышать 15%.

3.7. Метод измерений времени нарастания переходной характеристики

3.7.1. *Принцип измерений*

3.7.1.1. Измерения производят путем обработки осциллограммы сигнала на выходе исследуемого ФЭУ.

3.7.2. *Аппаратура*

3.7.2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать приведенной на черт 6.



1—источник импульсов оптического излучения на основе лазера; *2*—ослабитель; *3*—камера с исследуемым ФЭУ и делителем напряжения питания; *4*—источник питания ФЭУ; *5*—стробоскопический осциллограф.

Черт. 6

3.7.2.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведен в рекомендуемом приложении 1.

3.7.3. *Подготовка и проведение измерений*

3.7.3.1. Устанавливают напряжение питания ФЭУ в соответствии с нормативно-технической документацией на ФЭУ конкретных типов.

3.7.3.2. При помощи ослабителя регулируют амплитуду импульса оптического излучения таким образом, чтобы амплитуда импульса анодного фототока ФЭУ не превышала предела линейности, указанного в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

3.7.3.3. Получают на экране осциллографа изображение выходного сигнала ФЭУ.

3.7.3.4. Отмечают уровни 0,1 и 0,9 импульса.

3.7.3.5. Измеряют время нарастания переходной характеристики.

3.7.4. *Обработка результатов*

3.7.4.1. Время нарастания переходной характеристики ФЭУ $\tau_{(0,1-0,9)_i}$ определяют по формуле

$$\tau_{(0,1-0,9)_i} = \sqrt{\tau^2_{\text{изм}} - (\tau^2_{\text{осц}} + \tau^2_{\text{ист}})}, \qquad (12)$$

где $\tau_{\text{изм}}$ — значение сигнала, полученное по п. 3.7.3.4;

$\tau_{\text{ист}}$ — длительность импульса излучения источника оптического излучения, указанная в паспорте;

$\tau_{\text{осц}}$ — время нарастания переходной характеристики используемого стробоскопического осциллографа, указанное в паспорте.

3.7.4.2. Проводят серию из n наблюдений $\tau_{(0,1-0,9)i}$ $(n \geqslant 5)$.

Среднее значение времени нарастания переходной характеристики $\bar{\tau}_{(0,1-0,9)}$ определяют по формуле

$$\bar{\tau}_{(0,1-0,9)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \tau_{(0,1-0,9)_i} \qquad (13)$$

и принимают его за результат измерений.

3.7.4.3. Расчет погрешности измерений приведен в справочном приложении 2. При использовании указанной измерительной аппаратуры и оборудования основная относительная погрешность при принятой доверительной вероятности $P=0,95$ для времени нарастания переходной характеристики порядка $(10^{-7}—10^{-8})$ с не должна превышать 15%, а для времени нарастания менее 10^{-8} с не должна превышать 20%.

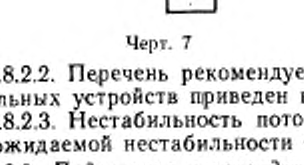
3.8. Метод измерений нестабильности ФЭУ в статическом режиме

3.8.1. *Принцип измерений*

3.8.1.1. Нестабильность ФЭУ определяют по изменению анодного фототока в течение времени, предусмотренного в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

3.8.2. *Аппаратура*

3.8.2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать приведенной на черт. 7.



1—стабилизированный источник оптического излучения; 2—измерительный ослабитель; 3—камера с исследуемым ФЭУ и делителем напряжения питания; 4—стабилизированный источник питания ФЭУ; 5—устройство для регистрации значений анодного фототока.

Черт. 7

3.8.2.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведен в рекомендуемом приложении 1.

3.8.2.3. Нестабильность потока излучения должна быть меньше ожидаемой нестабильности ФЭУ более чем в 10 раз.

3.8.3. *Подготовка и проведение измерений*

Напряжение питания и анодный фототок устанавливают в соответствии с нормативно-технической документацией на ФЭУ конкретных типов.

При измерении анодный фототок ФЭУ регистрируют в течение времени, указанного в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

3.8.3.1. *Обработка результатов*

Нестабильность ФЭУ δ_I %, рассчитывают по формуле

$$\delta_I = \frac{I_{a\,max} - I_{a\,min}}{I_{a\,max} + I_{a\,min}} \cdot 100, \qquad (14)$$

где $I_{a\,max}$ и $I_{a\,min}$ — наибольший и наименьший анодный фототоки ФЭУ соответственно за время испытания, А.

3.8.3.2. Проводят серию из n наблюдений δ_I ($n \geqslant 5$).

Среднее значение нестабильности $\overline{\delta}$ определяют по формуле

$$\overline{\delta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \delta_I \qquad (15)$$

и принимают его за результат измерений.

3.8.3.3. Расчет погрешности измерений приведен в справочном приложении 2. При использовании указанной измерительной аппаратуры и оборудования основная относительная погрешность при принятой доверительной вероятности $P = 0{,}95$ не должна превышать 2%.

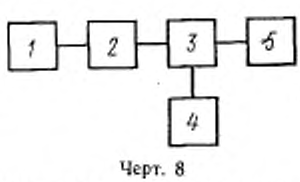
3.9. Метод измерения нестабильности ФЭУ в импульсном режиме

3.9.1. *Принцип измерений*

3.9.1.1. Нестабильность ФЭУ определяют по изменению максимума анодного фототока в течение времени, предусмотренного в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов. Одновременно регистрируют нестабильность источника питания ФЭУ.

3.9.2. *Аппаратура*

3.9.2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать приведенной на черт. 8.



1—стабилизированный источник импульсов оптического излучения; *2*—измерительный ослабитель; *3*—камера с исследуемым ФЭУ и делителем напряжения; *4*—стабилизированный источник питания ФЭУ; *5*—импульсный вольтметр или осциллограф.

Черт. 8

3.9.2.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведен в рекомендуемом приложении 1.

3.9.3. *Подготовка и проведение измерений*

3.9.3.1. Напряжение питания и анодный фототок устанавливают в соответствии с нормативно-технической документацией на ФЭУ конкретных типов.

3.9.3.2. Анодный фототок регистрируют в течение времени и с интервалами, указанными в нормативно-технической документации на ФЭУ конкретных типов.

3.9.4. *Обработка результатов*

3.9.4.1. Нестабильность ФЭУ δ, %, рассчитывают по формуле

$$\delta = tS(\bar{I}) \cdot 100, \qquad (16)$$

где t — коэффициент Стьюдента, определяемый по ГОСТ 8.207—76;

$S(\bar{I})$ — оценка среднего квадратического отклонения результатов измерения анодного фототока согласно ГОСТ 8.207—76, определяют по формуле

$$S(\bar{I}) = \sqrt{\frac{\Sigma(I_i - \bar{I})^2}{n(n-1)}}, \qquad (17)$$

где I_i — i-й результат наблюдения;

$\bar{I}$ — результат измерения (среднее арифметическое неисправленных результатов наблюдений);

n — число наблюдений ($n \geqslant 5$).

3.9.4.2. Расчет погрешности измерений приведен в справочном приложении 2.

При использовании указанной измерительной аппаратуры и оборудования основная относительная погрешность при принятой доверительной вероятности $P = 0{,}95$ не должна превышать 2%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА И ОБОРУДОВАНИЕ

Измерительная аппаратура, оборудование	Типы и основные параметры	Примечание
Спектральный прибор	Двойной хроматор типа ДМР-4 Рассеянный свет в измеряемом диапазоне спектра не должен превышать 1%. Погрешность измерения 4%	
Контрольный приемник излучения при измерении относительной чувствительности фотокатода	Тепловые приемники излучения-термоэлементы типа РТИ с отклонением от неселективности не более 2% в используемом спектральном диапазоне или кремниевые фотодиоды типа ФД-24к, имеющие стабильную спектральную характеристику	
Защитная камера	По п. 6.1 настоящего стандарта	
Источник питания исследуемого ФЭУ	По п. 1.6.4 настоящего стандарта	
Источники излучения	Для работы в ультрафиолетовой части спектра (11—340 нм) применяют газоразрядные лампы с водородным наполнением — водородная лампа типа ВЛФ-25, ВЛФ-40 или газоразрядные лампы с дейтериевым наполнением типов ДДС-30, ДДС-400, с увиолевыми кварцевыми, сапфировыми или фтористомагниевыми окнами в зависимости от исследуемого спектрального диапазона. Для работы в длинно-волновом участке ультрафиолетового спектра (300—380 нм), а также в видимой и ближней ИК-области (360—1500 нм) следует применять ленточную лампу накаливания типа СИ-10-300у, имеющую увиолевое, сапфировое или кварцевое окно. В качестве источника оптического излучения могут использоваться: источник излучения по ГОСТ 8.198—76 и другие метрологически аттестованные лазеры, работающие в импульсно-модулированном режиме с аналогичными параметрами и с $\tau_и < 10^{-8}$ с, и источники оптического излучения на основе светодиодов по ГОСТ 8.273—78. Составляющая основной погрешности, обусловленная нестабильностью источников излучения, не должна превышать погрешности остальных средств измерений за время измерений параметров ФЭУ	

Продолжение

Измерительная аппаратура, оборудование	Типы и основные параметры	Примечание
Блок питания и устройство контроля режима источника излучения	Источники постоянного тока типа СИП-30, МКТС-35. Для контроля режима источника излучения применять амперметр класса точности не ниже 0,2 для ламп накаливания и класса точности не более 0,5 для газоразрядных ламп	
Измерительные приборы	По п. 1.6.6 настоящего стандарта	
Вольтметр постоянного тока	Класс точности не ниже 1,0. Предел измерений от 1 -3000 В	
Микроамперметр постоянного тока	Класс точности не ниже 1,0. Предел измерений 0,1—100 мкА	
Регистратор осциллографический	Тип 6ЛОР-04. Погрешность измерений по оси процесса 5%. Погрешность измерений по оси времени 5%.	
Импульсный вольтметр	Тип В-4-17. Для измерений амплитудных значений электрических сигналов с погрешностью не более 4%. Динамический диапазон 10^{-3}—100 В. Длительность электрических импульсов 10^{-10}—10^{-6} с.	
Вольтметр переменного тока	Класс точности не ниже 1,5. Предел измерений от 0,3 мВ до 300 В.	
Стробоскопический осциллограф	Тип С7-12. Полоса частот 5 ГГц; чувствительность 5 мВ/см. Погрешность амплитудных измерений не более 5%. Погрешность временных измерений не более 5%. —	
Оптический смеситель	Равномерно освещает фотокатод исследуемого ФЭУ от обоих источников и не изменяет спектрального состава оптического излучения	
Измерительные ослабители	По п 1.6.3 настоящего стандарта Составляющая основной погрешности, обусловленная нестабильностью коэффициента ослабления измерительных ослабителей, не должна превышать погрешность остальных средств измерений за время измерений параметров ФЭУ.	

Для измерений могут применяться другие средства измерений с аналогичными или лучшими характеристиками.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФЭУ

1. Основную относительную погрешность измерений параметров ФЭУ, %, согласно ГОСТ 8.207—76 определяют по формуле

$$\Delta = K\sqrt{S^2 + \frac{1}{3}\sum_{j=1}^{m}\Theta_j^2}, \qquad (1)$$

где K — коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешности и принятой доверительной вероятности, определяется по ГОСТ 8.207—76;

S — оценка относительного среднего квадратического отклонения результата измерений, %;

Θ_j — граница j-й составляющей неисключенной систематической погрешности, %.

1.1. Для основной относительной погрешности измерений спектральной анодной чувствительности на фиксированных длинах волн (метод 1) составляющие основной относительной погрешности определяют по формулам:

$$S^2 = S^2\overline{A}_\lambda \quad ; \qquad (2)$$

$$\Theta^2 = \Theta_1^2 + \Theta_2^2 \quad , \qquad (3)$$

где $S\overline{A}_\lambda$ — относительное среднее квадратическое отклонение результата измерений среднего значения спектральной анодной чувствительности, %, оценивают по результатам измерений, полученным в п. 3.2 настоящего стандарта, по формуле

$$S\overline{A}_\lambda = \frac{1}{\overline{A}_\lambda}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(A_{\lambda i} - \overline{A}_\lambda)^2}{n(n-1)}} \cdot 100, \qquad (4)$$

где n — число измерений;

Θ_1, Θ_2 — основные относительные погрешности источника излучения на основе светодиода *1* и регистрирующего устройства *3* (черт. 2).

1.2. Основная относительная погрешность измерений темнового тока.

Относительное среднее квадратическое отклонение S результата измерений темнового анодного тока оценивают по результатам измерений, полученным в п. 3.4 настоящего стандарта, по формуле (4), заменив в ней $\overline{A}_\lambda$ на $\overline{I_т}$, а $A_{\lambda i}$ на $I_{тi}$.

В качестве неисключенной систематической погрешности результата измерений Θ учитывают основную погрешность средства измерений 5 (черт. 3).

1.3. Основная относительная погрешность измерений предела линейности характеристики преобразования в статическом режиме.

Относительное среднее квадратическое отклонение S результата измерений предела линейности в статическом режиме оценивают по результатам измерений, полученным в п. 3.5 настоящего стандарта, по формуле (4), заменив в ней $\overline{A}_\lambda$ на $\overline{\varkappa}$, а $A_{\lambda i}$ на $\varkappa_i$; неисключенную систематическую погрешность Θ определяют по формуле

$$\Theta^2 = \Theta_1^2 + \Theta_2^2 + \Theta_3^2 \quad , \qquad (5)$$

где Θ_1, Θ_2, Θ_3 — основная относительная погрешность источников оптического излучения (*1*, *2*) измерительного ослабителя *3* и регистрирующего устройства *7* соответственно (черт. 4).

1.4. Основная относительная погрешность измерений предела линейности характеристики преобразования в импульсном режиме.

Относительное среднее квадратическое отклонение S результата измерений предела линейности в импульсном режиме оценивают по результатам измерений, полученным в п. 3.6 настоящего стандарта, по формуле (4), заменив в ней $\overline{A}_\lambda$ на α, а $A_{\lambda i}$ на α_i.

Неисключенную систематическую погрешность Θ определяют по формуле

$$\Theta^2 = \Theta_1^2 + \Theta_2^2 + \Theta_3^2 , \qquad (6)$$

где Θ_1, Θ_2, Θ_3 — основная относительная погрешность источника импульсов оптического излучения *1*, измерительного ослабителя *2* и регистрирующего устройства *5* соответственно (черт. 5).

1.5. Основная относительная погрешность измерений времени нарастания переходной характеристики.

Относительное среднее квадратическое отклонение S результата измерений времени нарастания переходной характеристики оценивают по результатам, полученным в п. 3.7 настоящего стандарта, по формуле (4), заменив в ней $\overline{A}_\lambda$ на $\overline{\tau}_{(0,1-0,9)}$, а $A_{\lambda i}$ на $\tau_{(0,1-0,9)i}$.

Неисключенную систематическую погрешность Θ определяют по формуле

$$\Theta^2 = \Theta_1^2 + \Theta_2^2 , \qquad (7)$$

где Θ_1 и Θ_2 — основная относительная погрешность источника импульсов оптического излучения *1* и средства измерений *5* (черт. 6).

1.6. Основная относительная погрешность измерений нестабильности.

Относительное среднее квадратическое отклонение S результата измерений нестабильности оценивают по результатам измерений, полученным в пп. 3.8 и 3.9 настоящего стандарта, по формуле (4), заменив в ней $\overline{A}_\lambda$ на $\overline{\delta}$, а $A_{\lambda i}$ на δ_i.

Неисключенную систематическую погрешность Θ определяют по формуле

$$\Theta^2 = \Theta_1^2 + \Theta_2^2 , \qquad (8)$$

где Θ_1 и Θ_2 — основная относительная погрешность источника излучения *1* и приемного устройства *5* (черт. 7 и 8).

Редактор *В. П. Огурцов*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *А. С. Черноусова*

gost.e-ecolog.ru

Сдано в наб. 18.08.82 Подп. в печ. 20.12.82 1,5 п. л. 1,37 уч.-изд. л. Тир. 10000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14 Зак. 3878