УДК 4.621.383.292.083 : 006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

УМНОЖИТЕЛИ ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ

Методы измерения светового эквивалента шума темнового тока анода

Photomultipliers. Methods of measuring light equivalent of anode dark current noise

ГОСТ 11612.6—83

Взамен ГОСТ 11612.6—75

ОКП 63 6722

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 января 1983 г. № 417 срок действия установлен

с 01.07.84
до 01.07.89

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектронные умножители (далее — ФЭУ) с числом каскадов умножения более одного и устанавливает два метода косвенного измерения светового эквивалента шума темнового тока анода:

метод I — измерение светового эквивалента шума темнового тока анода при освещении фотокатода модулированным световым потоком;

метод II — измерение светового эквивалента шума темнового тока анода при освещении фотокатода немодулированным световым потоком.

Общие требования при измерении и требования безопасности — по ГОСТ 11612.0—81.

Измерения электрических параметров следует проводить в нормальных климатических условиях по ГОСТ 20.57.406—81.

Стандарт полностью соответствует Публикации МЭК 306—4 и рекомендации СЭВ по стандартизации РС 285—73.

1. МЕТОД I

1.1. Принцип измерения

Метод основан на сравнении среднего квадратического значения напряжения шума темнового тока анода, приведенного к по-

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

★

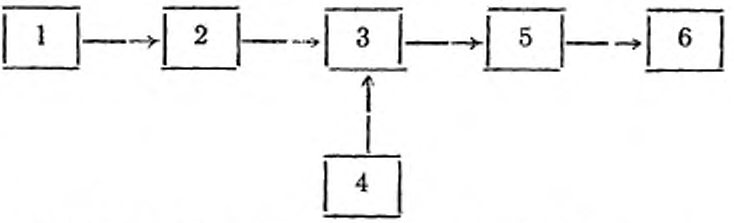
Переиздание. Июль 1986 г.

gost.e-ecolog.ru

лосе частот 1 Гц, со средним квадратическим значением напряжения первой гармоники сигнала ФЭУ при освещении фотокатода модулированным световым потоком от источника света *А*.

1.2. Аппаратура

1.2.1. Измерения следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 1.



1—источник света *А* с ослабителями светового потока, источником питания и вольтметром контроля режима работы; *2*—модулятор светового потока; *3*—светонепроницаемая камера с ФЭУ; *4*—источник питания ФЭУ с делителем напряжения (или отдельные источники питания электродов) и вольтметром контроля режима; *5*—узкополосный усилитель переменного напряжения; *6*—вольтметр переменного тока

Черт. 1

1.2.2. Требования к источнику *А*, ослабителям светового потока, источнику питания и вольтметру контроля режима работы — по ГОСТ 11612.0—81.

Среднее квадратическое отклонение погрешности установления светового потока, падающего на фотокатод, не должно превышать:

5 % — в диапазоне от 10^{-2} до 10^{-5} лм;
6 % » » » 10^{-5} до 10^{-8} лм;
7 % » » » 10^{-8} до 10^{-11} лм.

Закон распределения погрешности — нормальный.

При измерениях освещают рабочую поверхность фотокатода или ее участок, размеры которого должны быть указаны в стандартах или технических условиях на ФЭУ конкретных типов.

1.2.3 *Требования к модулятору светового потока*

Модулятор должен обеспечивать стопроцентную модуляцию светового потока.

Метод измерения коэффициента формы модулированного сигнала приведен в обязательном приложении 1.

1.2.4. Требования к светонепроницаемой камере, источнику питания ФЭУ с делителем напряжения (или отдельным источником питания электродов) и вольтметру контроля режима ФЭУ — по ГОСТ 11612.0—81.

1.2.5. *Требования к узкополосному усилителю переменного напряжения*

Отношение максимального входного сигнала к его номинальному значению при измерении среднего квадратического значения

напряжения синусоидальной формы должно быть не менее 5 при отклонении от линейности не более ±5 %.

Средняя частота полосы пропускания усилителя должна быть равна частоте модуляции светового потока.

Метод измерения эквивалентной полосы частот усилителя приведен в обязательном приложении 2.

1.2.6. *Требования к вольтметру переменного тока*

Вольтметр должен обеспечивать измерение напряжения шума с учетом усреднения показаний за время измерения с погрешностью ±15 %, а напряжение сигнала ±10 %.

Рабочий диапазон частот вольтметра должен соответствовать частотному спектру шума на выходе усилителя.

Вольтметр должен обеспечивать измерение среднего квадратического значения напряжения шума, имеющего коэффициент амплитуды* не менее 4.

1.3. Подготовка и проведение измерений

1.3.1. Устанавливают напряжение питания ФЭУ, обеспечивающее световую анодную чувствительность, указанную в стандартах или технических условиях на ФЭУ конкретных типов.

1.3.2. Измеряют среднее квадратическое значение напряжения шума темнового тока анода на выходе усилителя переменного напряжения.

1.3.3. Фотокатод ФЭУ освещают таким модулированным световым потоком от источника света A, при котором среднее квадратическое значение напряжения первой гармоники сигнала на выходе усилителя превышает среднее квадратическое значение напряжения шума, измеренное по п. 1.3.2, более чем в 10 раз.

1.3.4. Измеряют среднее квадратическое значение напряжения сигнала на выходе усилителя переменного напряжения.

1.4. Обработка результатов

Световой эквивалент шума темнового тока анода $F_п$, лм/Гц$^{1/2}$ следует рассчитывать по формуле

$$F_п = \frac{U_{ш.т} \cdot Ф}{U_с \cdot M \cdot \Delta f_{экв}^{1/2}},$$

где $U_{ш.т}$ — среднее квадратическое значение напряжения шума темнового тока анода, В;

$Ф$ — световой поток от источника света A, лм;

$U_с$ — среднее квадратическое значение напряжения первой гармоники сигнала ФЭУ при освещении фотокатода модулированным световым потоком, В;

M — коэффициент формы модулированного сигнала;

$\Delta f_{экв}$ — эквивалентная полоса частот, Гц.

* Коэффициент амплитуды — отношение максимального значения напряжения шума на протяжении заданного интервала времени к его среднему квадратическому значению.

1.5. Показатели точности измерения

Среднее квадратическое отклонение результата измерения светового эквивалента шума темнового тока анода при освещении фотокатода модулированным световым потоком не должно превышать 10 %.

Закон распределения погрешности — нормальный.

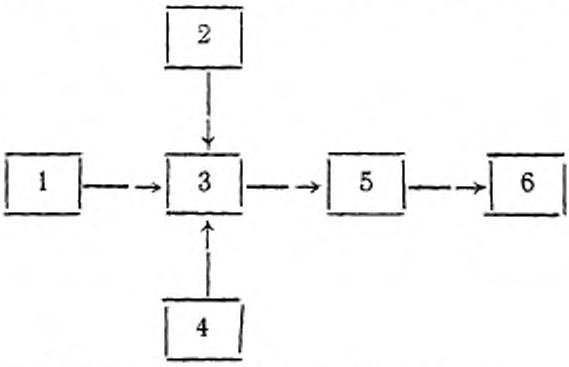
2. МЕТОД II

2.1. Принцип измерения

Метод основан на сравнении среднего квадратического значения шума темнового тока анода, приведенного к полосе частот 1 Гц, с анодным фототоком ФЭУ при освещении фотокатода немодулированным световым потоком.

2.2. Аппаратура

2.2.1. Измерение следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 2.



1—источник света *A* с ослабителями светового потока, источником питания и вольтметром контроля режима работы; *2*—амперметр; *3*—светонепроницаемая камера с ФЭУ и резистором анодной нагрузки; *4*—источник питания ФЭУ с делителем напряжения (или отдельные источники питания электродов) и вольтметром контроля режима работы; *5*—широкополосный или узкополосный усилитель напряжения; *6*—вольтметр переменного тока.

Черт. 2

2.2.2. Требования к источнику света *A*, ослабителям светового потока, источнику питания, вольтметру контроля режима работы, светонепроницаемой камере, источнику питания ФЭУ с делителем напряжения (или отдельным источником питания) и вольтметру контроля режима работы — по пп. 1.2.2, 1.2.4.

2.2.3. Требования к амперметру — по ГОСТ 11612.0—81.

Измерения должны быть проведены в последних $^2/_3$ шкалы.

2.2.4. Относительная погрешность определения эквивалентного сопротивления анодной нагрузки ФЭУ, указываемого в техничес-

кой документации на установку, утвержденной в установленном порядке, должна быть в пределах ±4 %.

Значение эквивалентного сопротивления следует определять параллельно включенными сопротивлением резистора анодной нагрузки и активной составляющей входного сопротивления усилителя напряжения.

2.2.5. Требования к усилителям переменного напряжения — по п. 1.2.5.

Относительная погрешность коэффициента усиления, указываемого в технической документации на установку, утвержденной в установленном порядке, должна быть в пределах ±5 %.

Полоса пропускания измерительного тракта, включающего широкополосный усилитель и фильтр нижних частот, образованный анодной нагрузкой и емкостью цепи анода ФЭУ, не должна превышать 1 кГц.

2.2.6. *Требования к вольтметру переменного тока*

Вольтметр должен обеспечивать измерение напряжения шума с учетом усреднения показаний за время измерения с относительной погрешностью ±15 % на выходе узкополосного усилителя, и ±10 % на выходе широкополосного усилителя.

Рабочий диапазон частот вольтметра должен соответствовать частотному спектру шума на выходе усилителя. Вольтметр должен обеспечивать измерение среднего квадратического значения напряжения шума, имеющего коэффициент амплитуды не менее 4.

2.3. Подготовка и проведение измерений

2.3.1. Устанавливают напряжение питания ФЭУ, обеспечивающее световую анодную чувствительность, указанную в стандартах или технических условиях на ФЭУ конкретных типов.

2.3.2. Измеряют среднее квадратическое значение напряжения шума темнового тока анода на выходе усилителя напряжения.

2.3.3. Измеряют ток анода ФЭУ в отсутствии светового потока.

2.3.4. Фотокатод ФЭУ следует освещать таким световым потоком от источника света *A*, при котором значение тока анода ФЭУ превышает значение тока, измеренного по п. 2.3.3. более чем в 20 раз.

2.3.5. Измеряют ток анода ФЭУ.

2.4. Обработка результатов

Световой эквивалент шума темнового тока анода $F_{\text{п}}$, , лм/Гц$^{1/2}$ следует рассчитывать по формуле

$$F_{\text{п}} = \frac{U_{\text{ш.т}} \Phi}{(I_{\text{а}} - I'_{\text{ат}}) \cdot R_{\text{экв}} \cdot \Delta f_{\text{экв}}^{1/2} \cdot K},$$

где Ф — световой поток от источника света *A*, лм;

$I_{\text{а}}$ — ток анода ФЭУ при освещении фотокатода, А;

$I'_{ат}$ — ток анода ФЭУ при отсутствии освещения фотокатода, А;

$R_{экв}$ — эквивалентное сопротивление анодной нагрузки, Ом;

$U_{ш.т}$ — среднее квадратическое значение напряжения шума темнового тока анода на выходе усилителя, В;

K — коэффициент усиления усилителя;

$\Delta f_{экв}$ — эквивалентная полоса частот, Гц.

2.5. Показатели точности измерения

Среднее квадратическое отклонение результата измерения светового эквивалента шума темнового тока анода при освещении фотокатода немодулированным световым потоком при использовании широкополосного усилителя не должно превышать 9 %, а узкополосного усилителя — 10 %.

Закон распределения погрешности — нормальный.

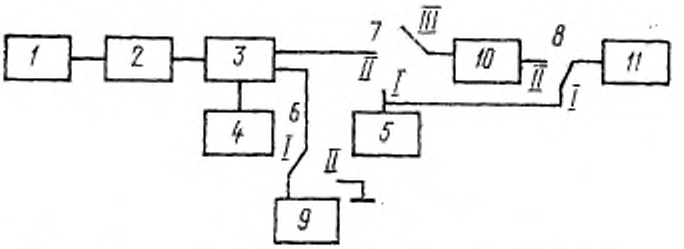
ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФОРМЫ МОДУЛИРОВАННОГО СИГНАЛА

Коэффициент формы модулированного сигнала — отношение немодулированного светового потока к среднему квадратическому значению первой гармоники модулированного светового потока.

1. АППАРАТУРА

1.1. Измерения следует проводить на установке, электрическая структурная схема которой приведена на чертеже.



1—источник света *А* с ослабителями светового потока, источником питания и вольтметром контроля режима работы; *2*—модулятор светового потока; *3*—светонепроницаемая камера с ФЭУ и резистором анодной нагрузки; *4*—источник питания с делителем напряжения (или отдельные источники питания электродов) и вольтметром контроля режима работы; *5*—генератор синусоидального напряжения; *6, 7, 8*—переключатели: *9*—амперметр; *10*—узкополосный усилитель переменного напряжения; *11*—вольтметр переменного тока.

1.2. Требования к аппаратуре — по пп. 1.2.2—1.2.6, 2.2.4.

1.3. Коэффициент гармоник выходного напряжения генератора должен быть не более 2 %.

1.4. Амперметр должен обеспечивать измерения тока аноду ФЭУ с относительной погрешностью в пределах ±1 %.

1.5. Вольтметр должен обеспечивать измерение напряжения на выходе генератора с относительной погрешностью ±2 %.

2. Подготовка и проведение измерений

2.1. Измеряют ток анода при отсутствии светового потока (переключатель *7* в положении III, переключатель *6* в положении I).

2.2. Фотокатод ФЭУ освещают таким световым потоком, при котором значение тока анода ФЭУ превышает значение тока, измеренного по п. 2.1 более чем в 20 раз.

2.3. Включают модулятор и измеряют напряжение сигнала ФЭУ на выходе усилителя (переключатель *7*, *8* в положении II, переключатель *6* в положении II).

2.4. Выключают источник света.

2.5. От генератора на вход усилителя подают сигнал, частота которого должна совпадать со средней частотой полосы пропускания усилителя (переключатель *7* в положении 1). Регулировкой выходного сигнала генератора устанавливают напряжение на выходе усилителя, равное значению, измеренному по п. 2.3.

2.6. Переключают вольтметр на вход усилителя и измеряют напряжение на выходе генератора (переключатель *8* в положении I, переключатель *7* в положении III).

3. Обработка результатов

3.1. Коэффициент формы модулированного сигнала M следует рассчитывать по формуле

$$M=\frac{(I_{\text{а}}-I'_{\text{ат}})\cdot R_{\text{экв}}}{U_{\text{г}}},$$

где $I_{\text{а}}$ — ток анода ФЭУ при освещении фотокатода немодулированным световым потоком, А;

$I'_{\text{ат}}$ — ток анода ФЭУ в отсутствии освещения фотокатода, А;

$R_{\text{экв}}$ — эквивалентное сопротивление анодной нагрузки ФЭУ, Ом;

$U_{\text{г}}$ — напряжение на выходе генератора синусоидального напряжения, В.

4. Показатели точности измерения

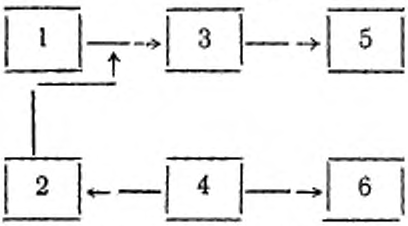
4.1. Относительная погрешность измерения коэффициента формы модулированного сигнала должна быть в пределах ±5 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ УСИЛИТЕЛЯ

1. Аппаратура

1.1. Измерения проводят на установке, электрическая структурная схема которой показана на чертеже.



1—ФЭУ в выключенном состоянии для имитации емкости цепи анода; *2*—балластный резистор, обеспечивающий работу генератора синусоидального напряжения в режиме генератора тока; *3*—усилитель переменного напряжения; *4*—генератор синусоидального напряжения; *5*—вольтметр переменного тока; *6*—электронно-счетный частотомер

1.2. Сопротивление балластного резистора должно не менее чем в 100 раз превышать эквивалентное сопротивление анодной нагрузки. Коэффициент гармоник выходного напряжения генератора должен быть не более 2 %.

1.3. Напряжение синусоидального сигнала измеряют вольтметром, класс точности которого должен быть не хуже 1,0.

Измерения проводят во второй половине шкалы.

1.4. Погрешность измерения частотомером среднего за время счета значения частоты не должна превышать 0,1 %.

2. Проведение измерений

2.1. Определяют амплитудно-частотную характеристику усилителя в относительных единицах в диапазоне частот, для которого значение $K(f)$ превышает 0,01 K_0.

2.2. Ординаты полученной характеристики возводят в квадрат и строят в линейном масштабе кривую $K^2(f)$.

2.3. Подсчитывают площадь, ограниченную кривой $K^2(f)$ и осью абсцисс.

Полученное значение площади численно равно эквивалентной полосе частот измерительного тракта.

3. Показатели точности измерений

3.1. Относительная погрешность измерения эквивалентной полосы частот должна быть в пределах ±5 %.

gost.e-ecolog.ru