

ЕРЕВАНСКИЙ
ФИЗИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

ВФН-МЭ-7 (68)

ДЕМЕХИНА Н.А., ТЕЙМУРАЗЯН Р.А.,
ХУДАВЕРДЯН А.Г.

ВРЕМЕННЫЕ ФЛУКТУАЦИИ ФЭУ-36 И
ФЭУ-30

ЕРЕВАН
1968

ДЕМЬХИНА Н.А., ТЕЙМУРАЗЯН Р.А.,
ХУДАВЕРДЯН А.Г.

ВРЕМЕННЫЕ ФЛУКТУАЦИИ
ФЗУ- 36 И ФЗУ - 30

X

Исследовано временное разрешение фотоумножителей типа ФЭУ-30 и ФЭУ-36. Источником света служил полупроводниковый диод на основе фосфида галлия. В измерениях использовался временно-амплитудный преобразователь, работающий по принципу "перекрытия импульсов", с разрешающим временем $1,15 \cdot 10^{-10}$ сек.

Минимальный временной разброс, полученный для системы ФЭУ+источник света, составляет $1,8 \cdot 10^{-10}$ сек. для ФЭУ-36 и $2,5 \cdot 10^{-10}$ сек для ФЭУ-30. Рассмотрен также вопрос о влиянии интенсивности светового потока на временной разброс, вносимый фотоумножителем.

The time resolution of FM-30 and FM-36 photomultipliers has been investigated using a phosphide gallium semiconductor diode as a light pulse generator.

A time-to-height converter working on the basis of the pulse overlap principle with a time resolution $1,15 \cdot 10^{-10}$ sec is applied for the measurements. The minimum time spread for FM-light generator system for FM-36 and FM-30 are equal to $1,8 \cdot 10^{-10}$ sec and $2,5 \cdot 10^{-10}$ sec. The light flux intensity effect on the time spread conditioned by the photomultiplier is considered also.

В настоящее время, по мере улучшения характеристик электронно-измерительной аппаратуры, большое внимание уделяется изучению временных параметров фотоумножителей, в частности, временных флуктуаций. Этому вопросу посвящено немало статей, как теоретического [1], так и методического характера [3,4]. В работах [3,4] изучалось влияние на временные характеристики системы, ФЭУ+источник света, от рабочего напряжения фотоумножителя и освещения фотокатода.

В данной работе исследовались временные флуктуации, создаваемые фотоумножителями типа ФЭУ-30 и ФЭУ-36, зависимость их от напряжения питания фотоумножителя, интенсивности светового потока, напряжения на источнике света; а также измерялось временное разрешение системы двух фотоумножителей. Поведение ФЭУ изучалось в условиях близких к экспериментальным.

1. Аппаратура

Блок-схема аппаратуры приведена на рис.1. Аппаратура состоит из генератора Г5-II, полупроводникового источника света (И.С.), усилителей-формирователей (У-Ф), временно-амплитудного преобразователя (ВАП), спектрометрического усилителя УИС-2, многоканального анализатора АИ-100. В качестве источника света был использован диод на основе фосфида галлия. Длительность импульсов подаваемых на диод, составляла 30нсек, амплитуда 13+80в, частота 1500гц. Описание свойств таких источников дано в работе [2].

Временно-амплитудный преобразователь, собранный на лампе 6А3П, работал по принципу перекрытия импульсов, временное разрешение В.А.П. составляло $1,15 \cdot 10^{-10}$ сек при ширине канала $1,15 \cdot 10^{-10}$ сек, а диапазон линейности $6 \cdot 10^{-9}$ сек. Разрешающее время не менялось при изменении амплитуды входных сигналов от 0,3в до 20в. Измерения временных флуктуаций фотоумножителей проводились при равномерном освещении фотокатода, диаметр светового пятна был равен 3,5см (исключение составлял п.5). На один вход конвертера поступал выходной сигнал фотоумножителя, снимаемый с анодного сопротивления 150ом, на другой вход подавался через линию переменной задержки электрический сигнал с сопротивления R (рис.1). Измерялась ширина кривых совпадений на полувысоте (2τ) для системы ФЭУ+источник света.

2. Режим работы фотоумножителей

Режим работы для каждого отдельного экземпляра фотоумножителя подбирался с помощью потенциометров в делителе. Для всех экземпляров ФЭУ-36 минимальный временной разброс наблюдался в режиме максимального усиления [3]. Для фотоумножителей типа ФЭУ-30 минимальные временные флуктуации имели место в режиме, несколько отличном от режима максимального усиления [5]. Оптимальные условия для временного разброса этих типов ФЭУ достигались при режиме максимального усиления на всех каскадах фотоумножителя за исключением напряжений между первым, вторым фокусирующими диодами и первым эмитером, которые подбирались отдельно для каждого экземпляра. Фотоумножители работали в следующем режиме:

$$R_1: R_2: R_3: R_4: \dots = 15 \text{ком} : (90 + 120) \text{ком} : (15 + 20) \text{ком} : 50 \text{к}$$

3. Зависимость временных флуктуаций системы ФЭУ+источник света от напряжения питания фотоумножителя

После установления оптимального режима работы исследовались изменения временных флуктуаций при изменении напряжения питания ФЭУ, в условиях максимальной интенсивности освещения (на источник света подавался импульс амплитудой 90в). Результаты измерений показывают плавное изменение 2τ с изменением рабочего напряжения и наличия минимума. Полученные кривые совпадают с данными в [3,4]. Было исследовано 4 экземпляра фотоумножителей типа ФЭУ-36 и 6 экземпляров фотоумножителей типа ФЭУ-30. Для ФЭУ-36 временные флуктуации составляли $2\tau = (1,8 + 3,5) 10^{-10}$ сек, а для ФЭУ-30 $2\tau = (2,5 + 6) 10^{-10}$ сек.

4. Зависимость временных флуктуаций от интенсивности освещения

а) Изменение светового потока с помощью напряжения на источнике света

Измерения, проведенные при вариации амплитуды импульсов, подаваемых на диод, от 13в до 80в (интенсивность освещения регистрировалась по амплитуде выходного сигнала фотоумножителя), показали, что ширина кривых совпадений сильно менялась (рис.2 кривая 1). Полученные данные могут быть объяснены зависимостью свойств светового источника от приложенного напряжения и с изменением временных флуктуаций ФЭУ при изменении освещения фотокатода. Для выяснения этого вопроса были проведены аналогичные измерения при постоянной амплитуде импульсов, подаваемых на световой источник.

б) Изменение светового потока поглотителями.

Исследовались временные флуктуации фотоумножителей при постоянной амплитуде напряжения на диоде равной 80в и разных значениях интенсивности освещения, полученных с помощью ряда поглотителей. Результаты измерений для двух экземпляров ФЭУ-36 приведены на рис.2 кривая 2 и рис.3 кривая 1.

Из этих кривых видно, что для фотоумножителей типа ФЭУ-36 существует некоторая область, в которой величина 2τ не зависит от интенсивности освещения, причем, эта область различна для различных экземпляров ФЭУ. Временной разброс фотоумножителей типа ФЭУ-30, в отличие от ФЭУ-36, оказался более чувствительным к изменению интенсивности света. Характерная кривая приведена на рис.3 кривая 2. Анализ этих кривых показывает, что временное разрешение системы ФЭУ+источник света улучшается с ростом амплитуды импульса, подаваемого на диод, вследствие уменьшения собственных временных флуктуаций источника света и улучшения временных характеристик фотоумножителя с увеличением числа световых квантов, падающих на фотокатод.

5. Зависимость временных флуктуаций от площади освещения фотокатода

Измерялся временной разброс, вносимый фотоумножителем, при различных диаметрах светового пятна на фотокатоде и при постоянной амплитуде импульса на диоде равной 80в. Результаты измерений для фотоумножителей типа ФЭУ-30 и ФЭУ-36 приведены на рис.3 в виде пунктирных кривых, которые в пределах точности наших измерений ($\pm 0,6 \cdot 10^{-10}$ сек) совпадают с кривыми 1 и 2. Зависимость амплитуды выходных импульсов ФЭУ от диаметра светового пятна на фотокатоде приведена на рис.4. При выполнении условия равенства амплитуд выходных сигналов (т.е. одинаковой интенсивности освещения фотокатода) независимо от диаметра светового пятна величина временного разброса остается без изменения. Следовательно, можно предполагать, что временные флуктуации в основном зависят от величины светового потока, а не от величины площади освещения фотокатода (в пределах изменения диаметра светового пятна от 1см. до 3,5см).

6. Временное разрешение системы двух фотоумножителей.

Для исключения флуктуации диода были проведены измерения временного разрешения системы двух фотоумножителей типа ФЭУ-36. Площадь освещения была максимальной, интенсивность падающего света соответствовала импульсам от радиоактивного источника Co^{60} в пластическом сцинтилляторе толщиной 2,3 см и диаметром 3см. Предварительно были измерены флуктуации каждого

фотоумножителя в отдельности. Временной разброс одного фотоумножителя составлял $3 \cdot 10^{-10}$ сек (рис.5 кривая 2), другого $3,5 \cdot 10^{-10}$ сек (рис.5 кривая 3). Результаты измерений с двумя фотоумножителями приведены на рис.5 кривая 1, $2\tau = 4,5 \cdot 10^{-10}$ сек.

Заключение

Исследование временных флуктуаций ФЭУ-30 и ФЭУ-36 показало, что в основном, ФЭУ-36 имеет меньшие временные флуктуации чем ФЭУ-30. Зависимость 2τ от светового потока у ФЭУ-36 более слабая, чем у ФЭУ-30 (имеются даже области, где временные флуктуации, в пределах точности наших измерений $\pm 0,6 \cdot 10^{-10}$ сек не зависят от светового потока).

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Г.А. Вартапетяну за постоянный интерес к работе и ценные замечания.

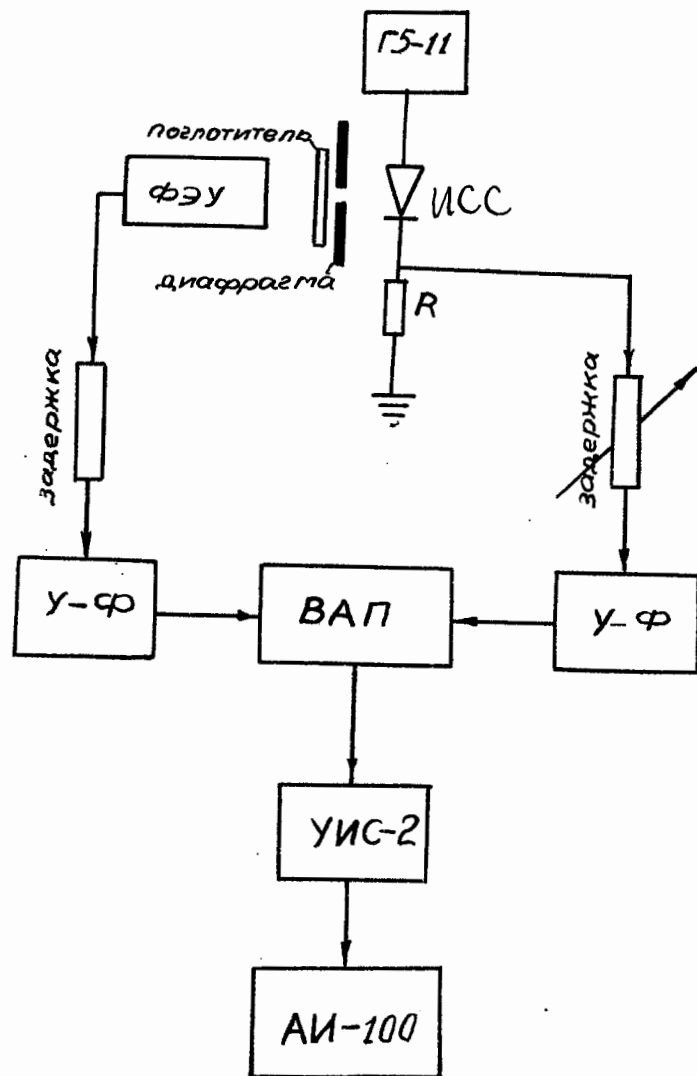


Рис.1. Блок-схема установки.

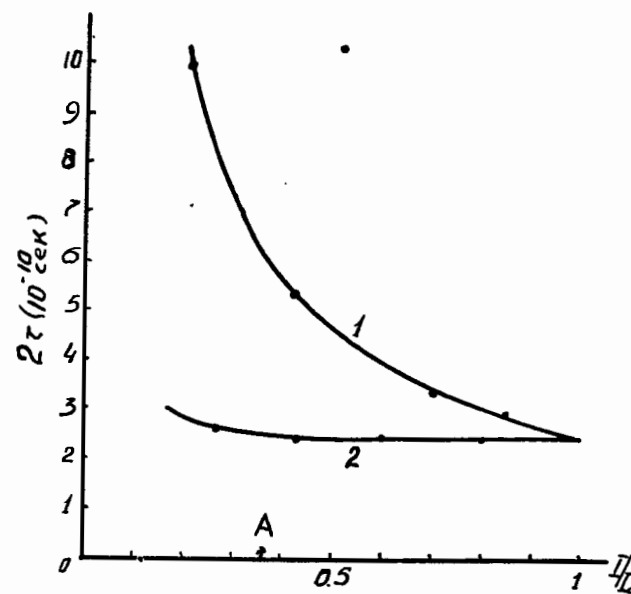


Рис.2. Кривая 1 - зависимости временных флуктуаций ФЭУ-36 от величины светового потока, интенсивность освещения меняется амплитудой импульсов на световом диоде.

Кривая 2. Та же зависимость для ФЭУ-36 в случае изменения светового потока поглотителями.

I/I_0 - отношение амплитуды выходного сигнала с ФЭУ к максимальной амплитуде I_0 , которая соответствует максимальной интенсивности освещения ФЭУ.

Точка А соответствует импульсу от пластического сцинтиллятора при обычном облучении его γ -квантами Co^{60} .

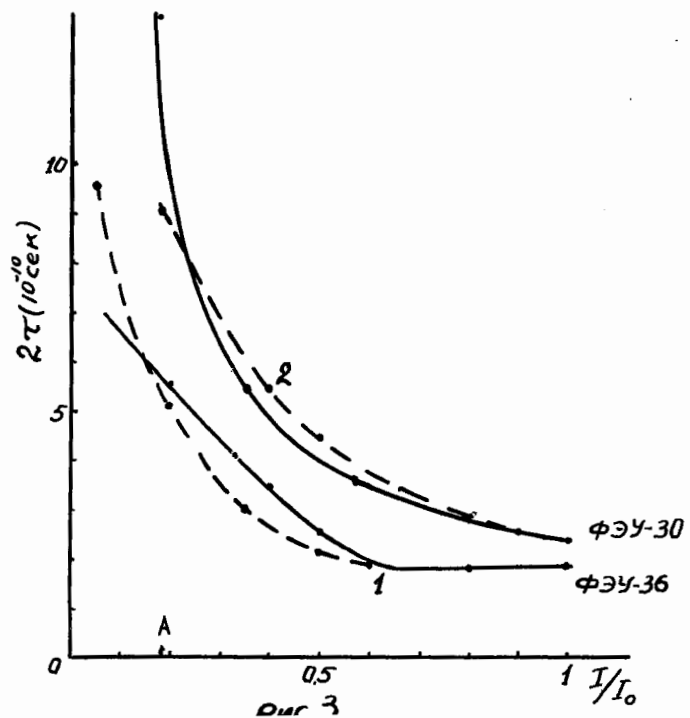


Рис. 3. Зависимость временных флуктуаций (2τ) для ФЭУ-36 (кривая 1) и ФЭУ-30 (кривая 2) от интенсивности освещения. Сплошные кривые в обоих случаях относятся к максимальному освещению поверхности фотокатода (диаметр светового пятна 3,5 см). Пунктирные кривые относятся к изменению площади освещения фотокатода с помощью диафрагмы. Относительно точки А см. рис. 2.

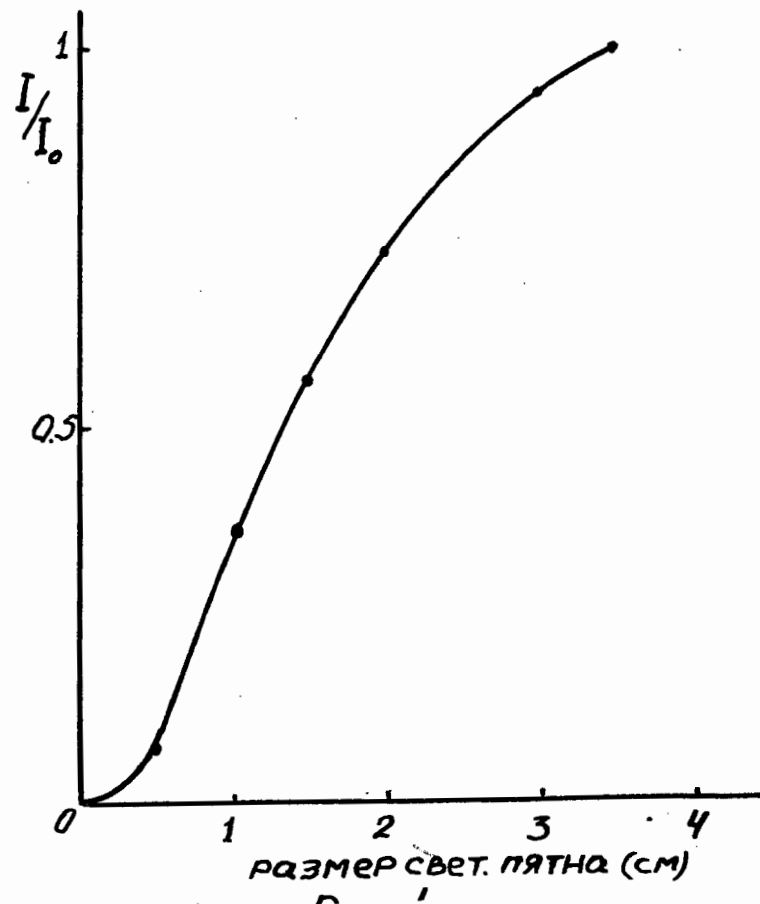


Рис. 4. Зависимость относительной амплитуды выходного сигнала ФЭУ I/I_0 от диаметра светового пятна на фотокатоде.

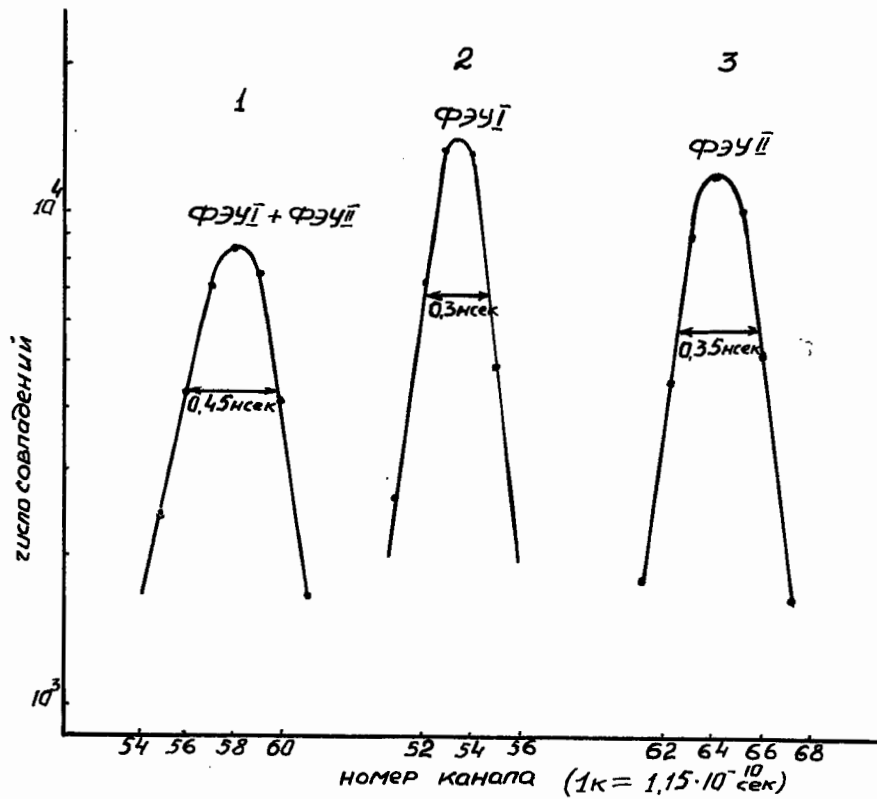


Рис. 5. Кривая временных флуктуаций для системы двух ФЭУ-36 (кривая I) и для каждого ФЭУ (кривая 2 и 3) со световым источником.

1. Gatti, Svelto, N.I.M. 43, 1960
2. Радван В.И., Кинита Е.И., Радиков Л.В., Новоселова Н.А. Физ. 2-66, 1965.
3. Bonitz, Meling N.I.M. 29, 1964, 609
4. Гурьев В.А., Доренко М.В., Сельманов Д.И., Доренко В.В. Физ. 1-66, 1, 1966, 135.
5. Фудиня В.А. Рухавицкий В.И., ИФЭ С, 1967, 140.

Рукопись поступила 24 июля 1968 года.