

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

ВРЕМЕННЫЕ ФЛУКТУАЦИИ ФЭУ-36 И ФЭУ-30

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

В настоящее время по мере улучшения характеристик электронно-измерительной аппаратуры большое внимание уделяется изучению временных флуктуаций фотоумножителей. 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, рабочего напряжения фотоумножителя и освещения фотокатода.

В данной работе исследовалась зависимость временных флуктуаций фотоумножителей типа ФЭУ-30 и ФЭУ-36 от 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 Г5-11, полупроводникового источника света (ИС) усилителей-формирователей (У-Ф), временно-амплитудного преобразователя (ВАП), спектрометрического усилителя УИС-2, многоканального анализатора АИ-100. В качестве ИС был использован диод на основе фосфида галлия. Длительность импульсов, подаваемых на диод,

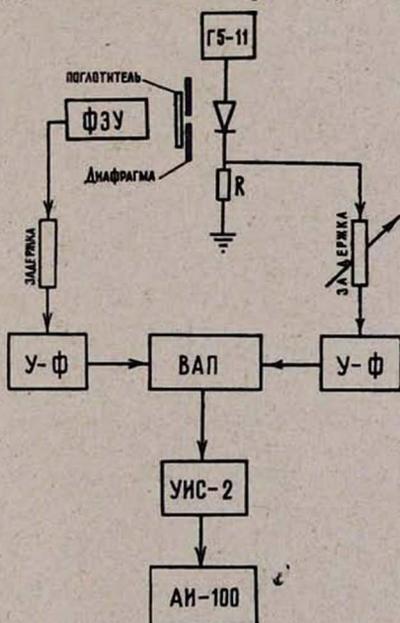


Рис. 1. Блок-схема установки.

составляла 30 нсек, амплитуда $13 \div 80$ в, частота 1500 ц. Описание свойств таких источников дано в работе [2].

Временно-амплитудный преобразователь, собранный на лампе 6АЗП, работал по принципу перекрытия импульсов, временное разрешение ВАП составляло $1,15 \cdot 10^{-10}$ сек при ширине канала $1,15 \cdot 10^{-10}$ сек и диапазоне линейности $6 \cdot 10^{-9}$ сек. Разрешающее время не менялось при изменении амплитуды входных сигналов от 0,3 в до 20 в. Измерения временных флуктуаций фотоумножителей проводились при равномерном освещении фотокатода, диаметр светового пятна был равен 3,5 см (исключение составлял п. 4). На один вход конвертора поступал выходной сигнал фотоумножителя, снимаемый с анодного сопротивления 150 ом, 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 + ИС.

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

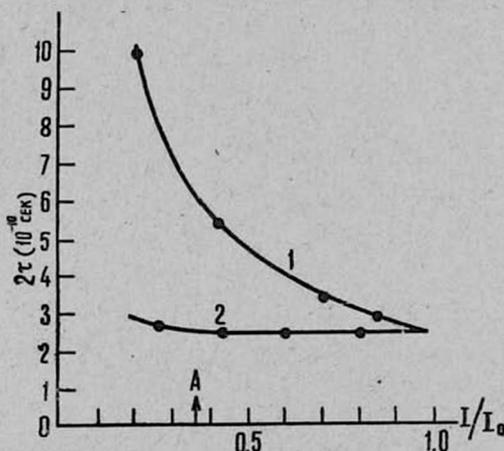


Рис. 2. Кривая 1—зависимость временных флуктуаций ФЭУ-36 от величины светового потока, интенсивность освещения меняется амплитудой импульсов на световом диоде. Кривая 2—та же зависимость для ФЭУ-36 в случае изменения светового потока поглотителями. I/I_0 —отношение амплитуды выходного сигнала к максимальной амплитуде I_0 , которая соответствует максимальной интенсивности освещения ФЭУ.

Точка A соответствует импульсу от пластического сцинтиллятора при облучении его γ -квантами CO^{60} .

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 эмиттером, которые подбирались отдельно для каждого экземпляра. Фотоумножители работали в следующем режиме:

$$R_1 : R_2 : R_3 : R_4 : R_5 = 15 \text{ ком} : (90 \div 120) \text{ ком} : (15 \div 20) \text{ ком} : 50 \text{ ком} : 50 \text{ ком}$$

После этого подбиралось такое напряжение питания для ФЭУ, при котором наблюдался минимум временных флуктуаций [3, 4]. Было исследовано 4 экземпляра фотоумножителей типа ФЭУ-36 и 6 экземпляров фотоумножителей типа ФЭУ-30. Для ФЭУ-36 временные флуктуации составляли $2\tau = (1,8 \div 3,5) \cdot 10^{-10} \text{ сек}$, а для ФЭУ-30 — $2\tau = (2,5 \div 6) \cdot 10^{-10} \text{ сек}$.

3. Зависимость временных флуктуаций от интенсивности освещения

а) Изменение светового потока с помощью напряжения на ИС.

Измерения, проведенные при вариации амплитуды импульсов, подаваемых на диод, от 13 до 80 в (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 ИС от приложенного напряжения или изменением временных флуктуаций ФЭУ при изменении освещения фотокатода. Для выяснения этого воп-

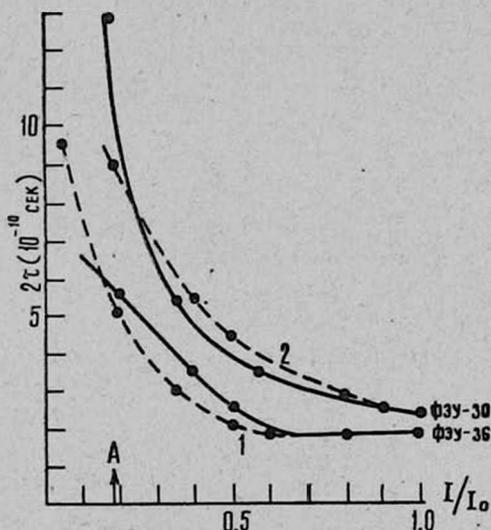


Рис. 3. Зависимость временных флуктуаций (2τ) для ФЭУ-36 (кривая 1) и ФЭУ-30 (кривая 2) от интенсивности освещения. Сплошные кривые в обоих случаях относятся к максимальной поверхности освещения фотокатода (диаметр светового пятна 3,5 см). Пунктирные кривые относятся к изменению площади освещения фотокатода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

роса были проведены аналогичные измерения при постоянной амплитуде импульсов, подаваемых на ИС.

б) Изменение светового потока поглотителями.

Исследовались временные флуктуации фотоумножителей при постоянной амплитуде напряжения на диоде, равной 80 в, 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 + ИС улучшается с ростом амплитуды импульса, подаваемого на диод, вследствие уменьшения собственных временных флуктуаций ИС и улучшения временных характеристик фотоумножителя с увеличением числа световых квантов, падающих на фотокатод.

4. 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 80 в. Результаты измерений для фотоумножителей типа ФЭУ-30 и ФЭУ-36 приведены на рис. 3

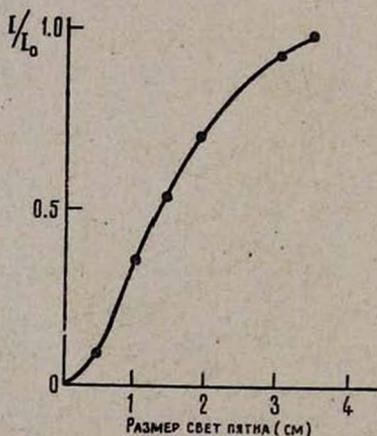


Рис. 4. Зависимость относительной амплитуды выходного сигнала ФЭУ I/I_0 от диаметра светового пятна на фотокатоде.

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 времен-

Временного разброса остается без изменения. Следовательно, можно предположить, что временные флуктуации в основном зависят от величины светового потока, а не от величины освещения фотокатода (в пределах изменения светового пятна от 1 см до 3,5 см).

5. Временное разрешение системы двух фотоумножителей. Для исключения флуктуаций диода были проведены измерения временного разрешения системы двух фотоумножителей типа ФЭУ-36. Площадь

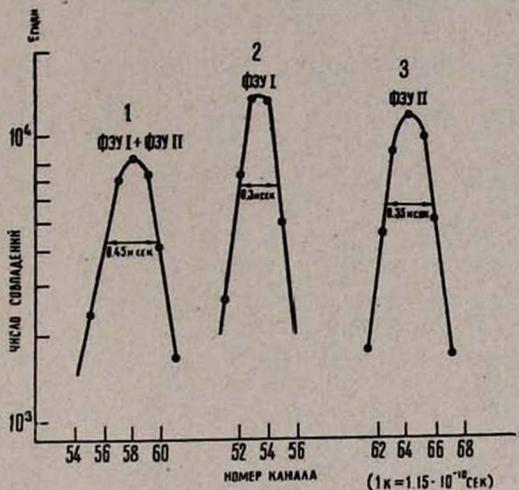


Рис. 5. Кривая временных флуктуаций для системы двух ФЭУ-36 (кривая 1) и для каждого ФЭУ (кривая 2 и 3) со световым источником.

освещения была максимальной, интенсивность падающего света соответствовала импульсам от радиоактивного источника Co^{60} в пластическом сцинтиляторе толщиной 2,3 см и диаметром 3 см. Предварительно были измерены флуктуации каждого фотоумножителя в отдельности. Временный 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.

З а к л ю ч е н и е

Исследование временных флуктуаций ФЭУ-30 и ФЭУ-36 показало, что, в основном, ФЭУ-36 имеют 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.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. E. Gatti, V. Svelto, Nucl. Instr. Meth. 43, 248 (1966).
2. В. И. Рыкалин, Т. Г. Кмита, И. В. Рыжиков, И. А. Новоселова. ОИЯИ, 2466 (1965).
3. M. Bonitz, W. Meling, Nucl. Instr. Meth. 29, 309 (1964).
4. А. А. Воробьев, Ю. В. Доценко, Д. М. Селиверстов, Б. В. Царенков, Изв. АН СССР, 1, 135 (1966).
5. Ю. А. Кулинич, В. Г. Рукавишников. ПТЭ 6, 140 (1967).

ՓՅՄ-36-ի եւ ՓՅՄ-30-ի ԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ՖԼՈՒԿՏՈՒԱՑԻԱՆԵՐԸ

Ե. Ա. ԴԵՄԵՅԻՆԱ, Ռ. Ա. ԹԵՅՄՈՐԱԶԻԱՆ, Ա. Գ. ԽՈՈՎԱՎԵՐԴԻԱՆ

Ուսումնասիրված են ՓՅՄ-30 և ՓՅՄ-36 ֆոտոտրազմապատկիչների ժամանակային հատկությունները: Որպես լույսի աղբյուր է ծառայել հալլիումի ֆոսֆիդից կիսահաղորդչային դիոդը: Զափումներում օգտագործվել է «իմպուլսների համընկման» եղանակով գործող ամպլիտուդա-ժամանակային փոխակերպիչը, որի ժամանակային դիսպերսիան $< 1,15 \cdot 10^{-10}$ վրկ. Ժամանակի մինիմալ ցրումը ՓՅՄ-լույսի աղբյուր սխեմեի համար կազմում է $1,8 \cdot 10^{-10}$ վրկ. ՓՅՄ-36-ի համար և $2,5 \cdot 10^{-10}$ վրկ. ՓՅՄ-30-ի համար:

Դիտարկված է նաև լույսային հոսքի ինտենսիվության ազդեցությունը ֆոտոտրազմապատկիչի ժամանակային ցրման վրա:

TIME FLUCTUATION OF PM-36 AND PM-30

N. A. DEMYOKHINA, R. A. TAYMOORAZIAN, A. G. KHOODAVERDIAN

The time resolution of PM-36 and PM-30 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 PM-light generator system is equal to $1,8 \cdot 10^{-10}$ sec and $2,5 \cdot 10^{-10}$ sec for PM-36 and PM-30 respectively. The light flux intensity effect on the time spread conditioned by the photomultiplier is considered also.