

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



9002

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

13 - 9002

Д. Коллар, В. П. Лупильцев, М. Ф. Шабашов

КАЛИБРОВКА ФОТОУМНОЖИТЕЛЯ ТИПА 58 AVR

1975

13 - 9002

Д.Коллар, В.П.Лупильцев, М.Ф.Шабашов

КАЛИБРОВКА ФОТОУМНОЖИТЕЛЯ ТИПА 58 AVR

ОИЯИ  
БИБЛИОТЕКА

При отборе событий от сцинтилляционных и черенковских счетчиков часто возникает задача калибровки амплитуд импульсов анодного тока. Так, в эксперименте по поиску монополя Дирака искомым событием был световой импульс с числом фотонов, зависящим от заряда монополя. Стояла задача отбора этих событий на уровне фона от электрически заряженных частиц при условии необходимой эффективности регистрации монополей заданных зарядов<sup>1/</sup>. В установке использовались фотоумножители типа 58AVP, спектр одноэлектронных импульсов которых не имел явно выраженного пика (рис. 1), что можно объяснить неравномерным распределением коэффициента вторичной эмиссии по поверхности динодов. Калибровка амплитуд анодных импульсов в этом случае может быть проведена на основе рассмотрения флюктуаций электронных импульсов от стандартных многоэлектронных вспышек.

Согласно<sup>2/</sup> квадрат относительной среднеквадратичной флюктуации анодных импульсов при условии полного собирания фотоэлектронов с фотокатода на первый диод равен:

$$\delta^2(n) = \frac{1}{\eta N_0} \left[ 1 + \frac{\bar{m}}{\bar{m} - 1} \delta^2(m) \right] + \frac{1}{N_0}, \quad (1)$$

где:  $\eta$  - квантовый выход фотокатода,  $N_0$  - число фотонов по вспышке,  $\bar{m}$  - средний коэффициент вторичной эмиссии динодов;  $\delta(m)$  - относительная среднеквадратичная флюктуация коэффициента вторичной эмиссии. Распределение амплитуд анодных импульсов от многоэлектронных вспышек хорошо описывается гауссовой кривой, для которой

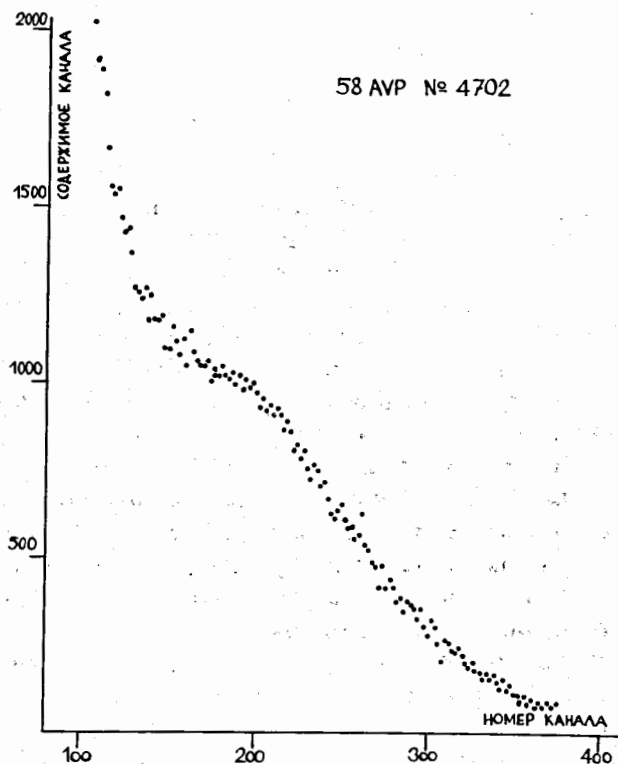


Рис. 1. Типичный спектр однофотозлектронных импульсов с ФЭУ, калиброванных в данной работе.

$$\delta(n) = \frac{1}{2,36} \frac{\Delta_{1/2}}{A}, \quad (2)$$

где  $\Delta_{1/2}$  — полная ширина распределения на половине высоты,  $A$  — амплитуда импульса в максимуме распределения. В работе<sup>/3/</sup> показано, что распределение коэффициента вторичной эмиссии при неоднородных динодах хорошо описывается отрицательным биномиальным распределением, для которого

$$\delta(m) = \frac{1 + b\bar{m}}{\bar{m}}, \quad (3)$$

где  $0 \leq b \leq 1$ . При  $b=0$  или  $b=1$  это распределение переходит соответственно в пуассоновское или квазиэкспоненциальное. Согласно соотношениям (1,2,3) число фотозлектронов равно

$$N_{\text{ФЭ}} = \eta N_0 = \left(2,36 \frac{A}{\Delta_{1/2}}\right)^2 \left[\frac{\pi}{\bar{m}-1} (1+b+\eta)\right]. \quad (4)$$

Коэффициент  $b$  рассчитывался путем сравнения спектров одноэлектронных импульсов с отрицательным биномиальным распределением<sup>/3/</sup>. Средний коэффициент вторичной эмиссии  $\bar{m}$  рассчитывался методом последовательных приближений исходя из величины заряда на аноде ФЭУ.

Измерения проводились с помощью схемы рис. 2, в которой использованы типовые блоки электроники, разработанные в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований. Часть схемы, обозначенная пунктиром, применялась для снятия одноэлектронных спектров. В качестве источника стандартных вспышек выбран излучающий "красные" кванты светодиод АЛ102Б, поскольку "красные" кванты не могут выбить коррелированные фотозлектроны и чувствительность фотокатода к ним  $\eta \ll \eta_{\text{макс}} < 1$ . На основании последнего можно не учитывать флюктуацию числа квантов во вспышке. Светодиод питался импульсами от генератора "Cossor" длительностью  $< 10$  нс, следующими с частотой 100 Гц; при этих условиях амплитуда световой вспышки сохранялась постоянной, что проверялось снятием спектров импульсов с амплитудой  $\sim 10^3$  фотозлектронов. Свет от источника фокусировался в пятно  $\phi 80$  мм. Интенсивность вспышек контролируемо изменялась с помощью двух пленочных поляризаторов, точность отсчета угла между осями поляризации которых составляла  $12'$ . Удлинитель калибровался осцил-

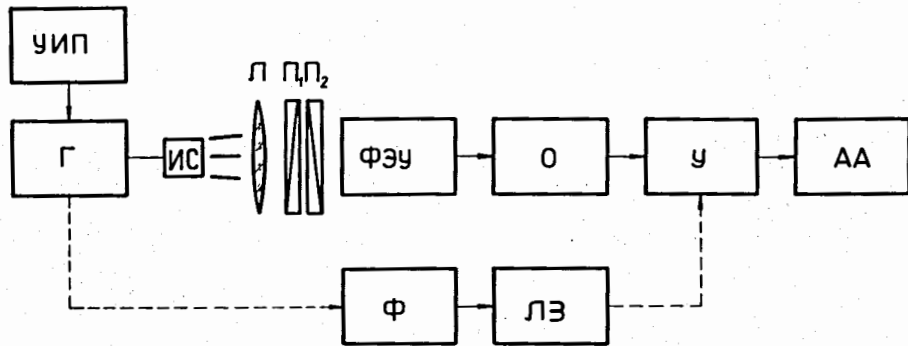


Рис. 2. Измерительная схема. Г - генератор "Cossor", ИС - светодиод АЛ102Б, Л - линза, П<sub>1</sub>, П<sub>2</sub> - поляризаторы, О - ослабитель, У - удлинитель, АА - амплитудный анализатор, Ф - формирователь, ЛЗ - линия задержки.

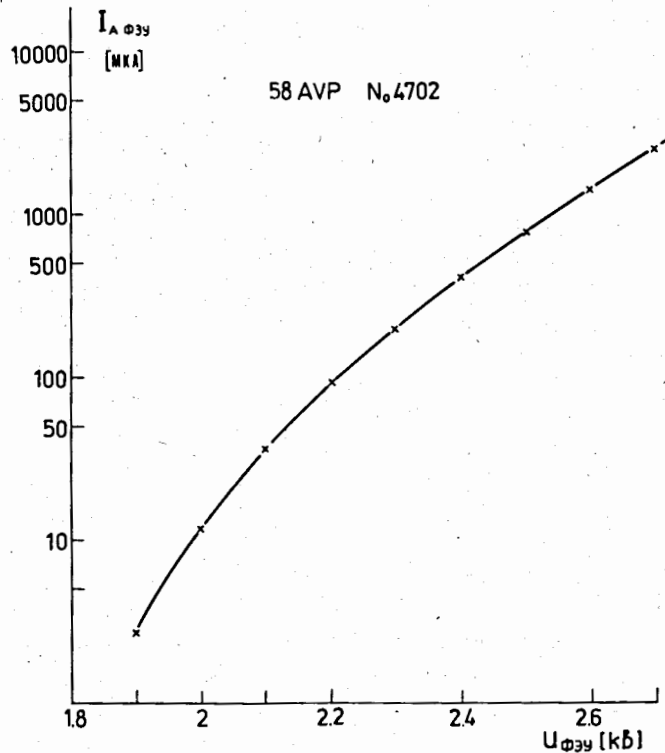


Рис. 3. Калибровочная кривая  $(I_a)_{N_{ФЭУ}=1} = f(U_{ФЭУ})$ .

логарфически на импульсах  $\sim 10^2$  фотоэлектронов. На основании результатов измерений для разных напряжений питания составлялась используемая в эксперименте калибровочная кривая (рис. 3).

Прокалибровано 12 экземпляров ФЭУ 58AVP. Типичный спектр 30-фотоэлектронных импульсов приведен на рис. 4. При рабочих напряжениях питания фотоум-

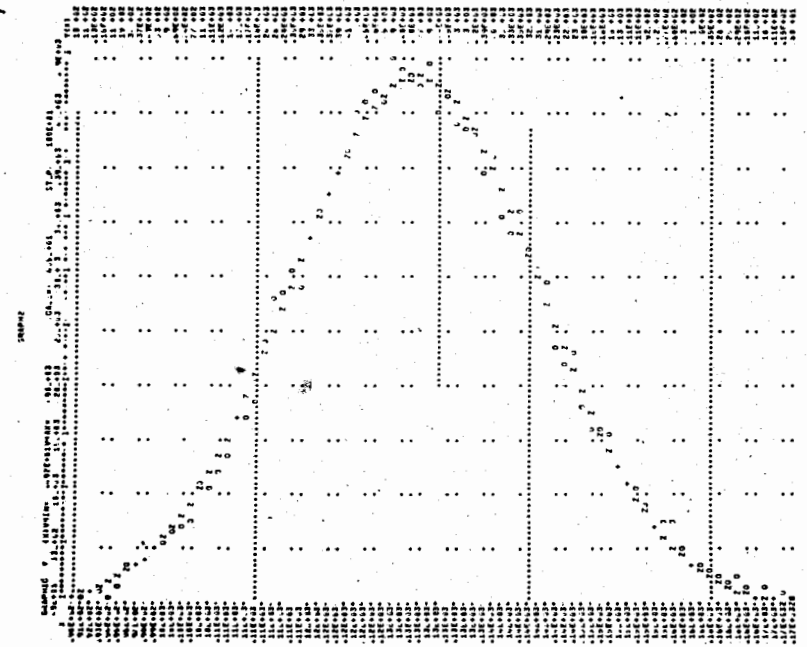


Рис. 4. Типичный спектр 30-фотоэлектронных импульсов. О - измеренные точки, N - гауссовское распределение с  $\bar{N} = 19$ , + - - точки, в которых совпадают величины О и N.

ножителей  $\approx 2100$  В от делителей  $^{1/4}$ , соответствующих плато счетной характеристики, амплитуда одноэлектронного импульса тока составляла 20–40 мкА. Калибровка производилась перед каждой экспозицией и после экспозиций на ускорителе. Идентичность источника вспышек устанавливалась по двум контрольным ФЭУ данного типа, не применявшимся в эксперименте.

При ошибках в измерении отдельных величин, входящих в соотношение (4), и коэффициента передачи измерительного тракта, приведенных в таблице, среднеквадратичная ошибка калибровки составляет 12%.

Авторы благодарны В.П.Зрелову за постановку задачи и критические замечания и П.Павловичу за помощь при конструировании оптического калибровочного устройства.

№№ пп	Измеренная величина	Относительная ошибка измерения
1.	Средняя амплитуда А	1%
2.	Полная ширина на полувысоте $\Delta_{1/2}$	3%
3.	Средний коэффициент вторичной эмиссии $\bar{m}$	2%
4.	Параметр $b$	8%
5.	Коэффициент передачи ослабителя $K_0$	1%
6.	Коэффициент передачи удлинителя $K_y$	3%
7.	Коэффициент передачи анализатора NTA-512M КА	1%

#### Литература

1. В.П.Зрелов и др. Препринт ОИЯИ, Р1-7996, Дубна, 1974.
2. В.И.Калашникова, М.С.Козодаев. Детекторы элементарных частиц, "Наука", 1966.
3. J.R.Prescott. Nucl. In str. and Meth., 39, 173 (1966).
4. Д.Коллар и др. Сообщение ОИЯИ, 13-9003, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 июня 1975 года.