

3523

Экз. чит. зал

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



P13 - 3523

М.Н. Омеляненко, В.К. Тюпиков, В.В. Фильченков

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ИСТОЧНИК РЕПЕРНЫХ СИГНАЛОВ
ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СЧЕТЧИКОВ
НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ДИОДОВ

1967.

P13 - 3523

М.Н. Омеляненко, В.К. Тюпиков, В.В. Фильченков

**ИСТОЧНИК РЕПЕРНЫХ СИГНАЛОВ
ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СЧЕТЧИКОВ
НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ДИОДОВ**

Направлено в ПТЭ

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

Наиболее распространенным типом источника света, применяемым в качестве реперного сигнала в системах сцинтилляционных счётчиков с амплитудной спектрометрией, является тиратрон, в котором происходит свечение газа во время разряда. В работах^{/1-5/} используется безнакальный тиратрон ТХ-4Б, имеющий неактивированный молибденовый катод. Основные свойства световых вспышек от ТХ-4Б исследованы в^{/1/}.

В работе^{/6/} исследованы два типа тиратронов с холодным катодом Z70U и ЕС-50.

Некоторые авторы^{/7,8/} использовали в качестве источника света свечение стекла колб электронных ламп при попадании на него рассеянных электронов, но в^{/1/} утверждается, что при испытаниях такие источники показали большую нестабильность, нежели ТХ-4Б.

Вакуумный триод ДМ 160 был применен в^{/8/}. Наиболее интересной характеристикой его является большая скорость нарастания потенциала. В результате время нарастания света получается около 25 нсек. В^{/10/} описывается специально разработанная лампа накаливания с аргонным наполнением. В качестве реперных сигналов, которые по амплитуде меньше нижней границы измеряемого спектра, может быть применена низкоинтенсивная световая модуляция термозумов фотока — тогда вместе со сцинтилляционным светом^{/11/}. Модулирующий сигнал отбирается специальным фильтром на аноде фотоумножителя.

Названные источники света позволяют осуществить стабилизацию коэффициентов усиления фотоумножителей с точностью $\pm(0,3+1,5\%)$.

Улучшение точности может дать стабилизация и компенсация изменений самого источника света. Например, в /12/ приводится источник света (лампа накаливания), охваченный обратной связью. В качестве приемника света используется фотосопротивление из CdS, которое включено в цепь обратной связи и влияет на ток через лампу.

Основные недостатки, которыми обладают вышеназванные источники: большие габариты, а также большая и труднорегулируемая длительность вспышки. С этой точки зрения имеют преимущество реперные источники на основе электролюминесцентных диодов /13/. В работах /14,15/ описаны специально разработанные генераторы для питания таких источников света. В /14/ источники из GaAs применяются для калибровки спектрметрических трактов с кремниевыми детекторами. В /15/ — из SiC для калибровки спектрметрических сцинтилляционных счётчиков.

Основными требованиями, которые предъявлялись при разработке описываемого ниже источника реперного светового сигнала для сцинтилляционного счётчика, были:

а) широкий регулируемый диапазон амплитуды света (яркость вспышки должна соответствовать амплитудам сцинтилляций при регистрации нейтронов с энергией 1+15 Мэв).

б) нестабильность реперного сигнала должна быть значительно меньше разрешения, обеспечиваемого сцинтилляционными счётчиками в лабораторном диапазоне рабочих температур ($\approx 25 \pm 10^\circ\text{C}$).

Полупроводниковые источники света из фосфида галлия (GaP) и карбида кремния (SiC) достаточно хорошо отвечают предъявленным требованиям при условии создания соответствующего электронного генератора, включающего их. Так как для амплитудной спектрметрии можно использовать реперные сигналы длительностью в сотни наносекунд и более, то лучше использовать источники при включении р-п переходов в прямом направлении, что дает выигрыш в яркости.

Амплитуда световой вспышки полупроводникового источника света пропорциональна амплитуде тока, проходящего через него

$$I_{\text{св}} = K \frac{E}{R_{\text{дин. ист.}}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{св}}$ — амплитуда световой вспышки; K — коэффициент пропорциональности, включающий квантовый выход; E — амплитуда импульса напряжения приложенного к р-п переходу источника, $R_{\text{дин. ист.}}$ — динамическое сопротивление источника света.

При создании реперной световой вспышки недостаточно обеспечить постоянство E , так как обычно яркость полупроводниковых источников света является функцией температуры (температурный коэффициент может быть как положительным, так и отрицательным). Необходимо ввести температурную стабилизацию или параметрическую компенсацию. Как следует из (1), для компенсации можно включить термосопротивление последовательно с источником света, если температурный коэффициент источника имеет полярность, обратную полярности коэффициента у термосопротивления, или можно обеспечить изменение величины E с температурой. Эти два принципа иллюстрируются на рис. 1 ("а" и "б"). По первому принципу выполнен генератор световых сигналов /14/, по второму — описываемый ниже. Напряжение E создается на сопротивлении R при протекании через него изменяющегося с температурой тока I . Принципиальная схема генератора реперных сигналов приведена на рис. 2. Так как для обеспечения требуемой яркости к источникам света необходимо прикладывать напряжение в несколько десятков вольт, в качестве ключа используется мощный кремниевый транзистор T_3 , который отпирается на время действия входного сигнала. Транзисторы T_1 и T_2 служат для обеспечения тока отпирающего ключа. Напряжение, прикладываемое к источнику света, создается на RC цепочке от протекания через сопротивление R тока транзистора T_4 . Порядок величины тока и RC выбирается таким, чтобы обеспечить восстановление напряжения на конденсаторе C во время паузы. Причиной температурной нестабильности у данной схемы является не только нестабильность источников света, но также и остальных элементов, особенно ключа (T_3) и генератора тока (T_4), поэтому необходима компенсация их суммарного влияния. Это легко достигается включением термосопротивлений с отрицательным температурным коэффициентом в цепь базы T_4 (R_1 — для суммарного отрицательного температурного коэффициента, R_2 — для положительного).

Было изготовлено и испытано 9 схем генераторов реперных сигналов совместно со сцинтилляционными счётчиками, которые предназначены для

включения в многоканальную спектрометрическую систему, регистрирующую спектр нейтронов. В сцинтилляционных счётчиках использовались фотоумножители 56 - AYP и стильбен. Электролюминесцентные диоды из фосфида галлия вмонтированы в световоды (возможно использование также диодов из SiC). Регулировка яркости вспышки производилась напряжением E , максимальное значение которого достигало 75 в, сопротивлением R , либо током базы транзистора T_4 . Длительность импульсов на выходе фотоумножителей от световых вспышек $0,5 \pm 1$ мксек, время нарастания $0,1 \pm 0,2$ мксек.

На рис. 3 приведены температурные зависимости для обоих возможных случаев: а) с суммарным отрицательным температурным коэффициентом и б) с положительным. При введении термокомпенсации температурная нестабильность составила менее $0,2\% / ^\circ\text{C}$. При необходимости эта величина может быть уменьшена подбором термосопротивлений. Предельное значение определяется точностью линеаризации температурной зависимости амплитуды света и термосопротивления в заданном диапазоне температур. Естественно, что с уменьшением последнего можно достичь большей точности.

В заключение авторы выражают благодарность Ю.К.Акимову, К.О.Оганесяну и В.И.Рыкалину за советы и обсуждение результатов, а также Ю.П.Прокофьеву и И.В.Цымбулову за помощь при термоиспытаниях.

Л и т е р а т у р а

1. В.В.Матвеев, А.Д.Соколов, ПТЭ, № 1, 75 (1961).
2. Д.К.Каипов, Н.Кожаспаев, А.Ф.Павлов. ПТЭ № 5, 151 (1962).
3. А.Ф.Павлов, Н.Кожаспаев. ПТЭ № 1, 210 (1964).
4. С.С.Баталин, Г.С.Домбровская, Д.К.Каипов, ПТЭ, № 3, 64 (1965).
5. С.К.Сотников, Б.В.Ефимов, А.П.Цитович, ПТЭ, № 1, 100 (1965).
6. S.Naum, D.Kamke, Nucl. Justr. Meth. 8, 331 (1960).
7. Д.П.Флейшман, Х.В.Протопопов. ПТЭ № 6, 101 (1967).
8. А.М.Иванченко, ПТЭ № 2, 150 (1959).
9. J.L.Black, E.Valentine, Nucl.Justr. Meth. 31, 325 (1964).
10. O.A.Kern, R.F.Tusting, Pros. conf. "Instr. Tech. in Nuclear puls analysis" Wach. DC. 224 (1964).

11. M.Ageno, C.Felizi, RSJ, 34, N 9, 997 (1963).

12. A.Rosenthal, RSJ, 36, N9, 1329 (1965).

13. В.И.Рыкалин, Т.Г.Кмита, И.В.Рыжиков, И.А.Новосёлова. Препринт ОИЯИ, 2466, Дубна, 1965.

14. В.И.Наумов, М.Н.Омельяненко, В.И.Рыкалин, В.Ф.Титова, ПТЭ № 4, 65 (1966).

15. А.Н.Гадалов, Ю.Н.Минеев. ПТЭ № 3, 150 (1967).

Рукопись поступила в издательский отдел
29 сентября 1967 года.

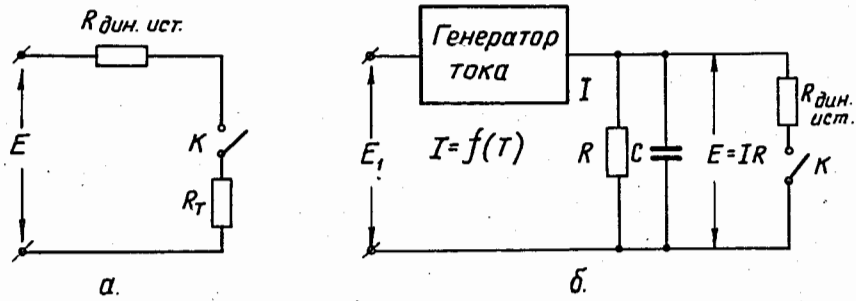
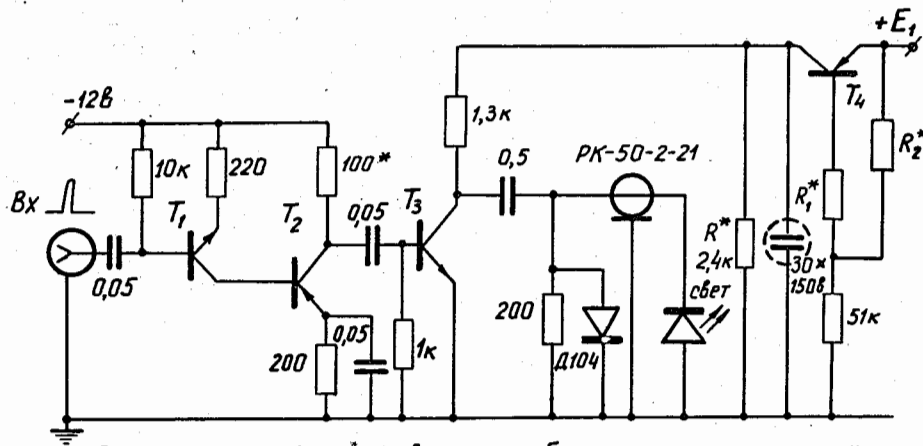


Рис. 1. Два метода параметрической компенсации температурной неустойчивости амплитуды светового сигнала:
 а) последовательное включение термосопротивления;
 б) включение источника ЭДС, изменяющейся с температурой.



Примечание: Сопротивления, обозначенные значком*, подбираются при настройке.

Рис. 2. Принципиальная схема генератора реперных световых сигналов для сцинтилляционного счётчика.
 (T_1 -2Т301; T_2 - 1Т308; T_3 - П701А; T_4 - П303).

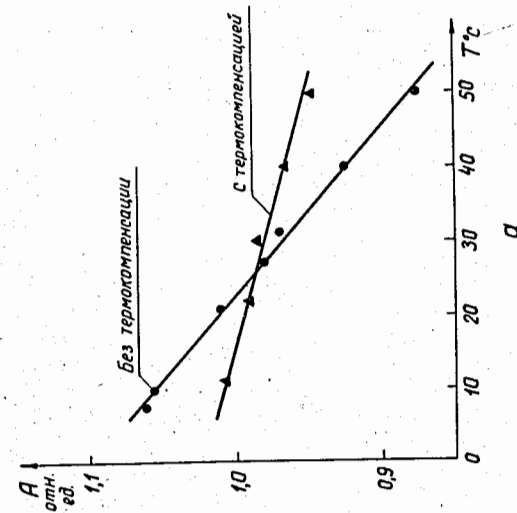
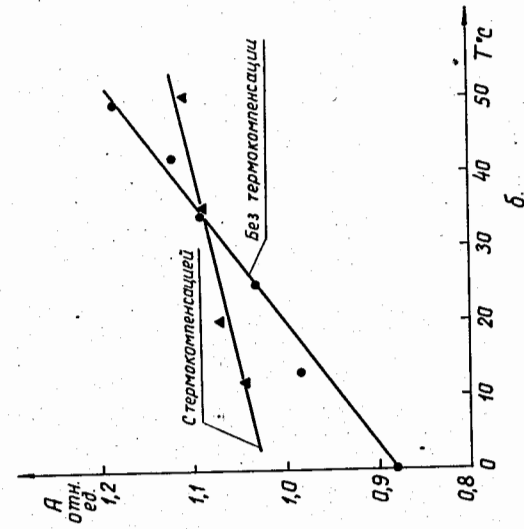


Рис. 3. Температурные зависимости амплитуды световых сигналов для различных генераторов без термокомпенсации и с термокомпенсацией для отрицательного температурного коэффициента (а) и положительного (б).