

АНАЛОГОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА СЧИТЫВАНИЯ ПРОТОТИПА НА ОСНОВЕ СЕГМЕНТНЫХ СТРОУ

*Г. Д. Кекелидзе, В. М. Лысан, В. В. Мялковский, С. С. Паржицкий,
В. Д. Пешехонов, В. С. Хабаров*

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Цель данной работы состояла в создании электроники считывания сигналов с прототипа детектора на основе сегментных дрейфовых трубок. Рассматривается малошумящая быстрая электроника, обеспечивающая качественное считывание информации с прототипа при достаточно высокой плотности каналов считывания (1 канал/мм).

The goal of this work consists in creation of the reading electronics for the segmented straw prototype. The fast noiseless electronics providing qualitative reading of the information from the prototype is considered. Accommodation of elements of the reading electronics providing high density of channels (1 channel/mm) is shown.

PACS: 07.77.Ка

ВВЕДЕНИЕ

Для стендовых и пучковых исследований разработан прототип трекового детектора на основе сегментных тонкостенных дрейфовых трубок (ТДТ), состоящий из двух слоев трубок диаметром 4 мм и длиной 40 см [1]. Слои содержат по 48 ТДТ, из которых две с каждого края слоя служат при исследованиях прототипа для целей его мониторинга и аноды у которых обычные. Остальные 44 дрейфовые трубки каждого слоя содержат четырехсегментные аноды. Каждый анодный сегмент длиной ~ 10 см является независимым по считыванию [2, 3]. Высокое напряжение подается на каждый сегмент анодов через расположенные вблизи концов ТДТ с одной их стороны платы по индивидуальным линиям считывания сигналов [4]. Плотность каналов считывания с каждого слоя дрейфовых трубок составляет 1 канал/мм.

Целью создания прототипа являлась проверка предварительной технологии сборки многосегментных трековых детекторов на основе тонкостенных дрейфовых трубок и обеспечение считывания сигналов с сегментных анодов при высоковольтном напряжении на них. Для прототипа была создана аналоговая электроника с достаточно высокой плотностью каналов считывания.

1. ЭЛЕКТРОНИКА СЧИТЫВАНИЯ

Схема электроники считывания, размещенной на прототипе, на примере восьми каналов для двух ТДТ показана на рис. 1. Каждый слой прототипа состоит из склеенных между собой трубок, при этом расстояние между анодами соседних в слое ТДТ составляет 4,15 мм. Анодное напряжение подается на сегменты каждых двух соседних трубок по восьми шинам специализированной передаточной линии (ЛП) длиной около 40 см, по этим же шинам сигналы с анодных сегментов передаются на токовые усилители через печатные платы считывания и трассировки сигналов. Далее усиленные сигналы поступают на дискриминаторы-формирователи, смонтированные на многослойных печатных платах (ПД).

Платы считывания (ПС) каждого слоя ТДТ предназначены для распределения на все анодные сегменты высоковольтного напряжения величиной до 2,0 кВ, трассировки анодных токовых сигналов через разделительные высоковольтные конденсаторы на соответствующие усилители, а также для осуществления гальванической связи катодов дрейфовых трубок и экранов передаточных линий с шинами заземления считывающей элек-

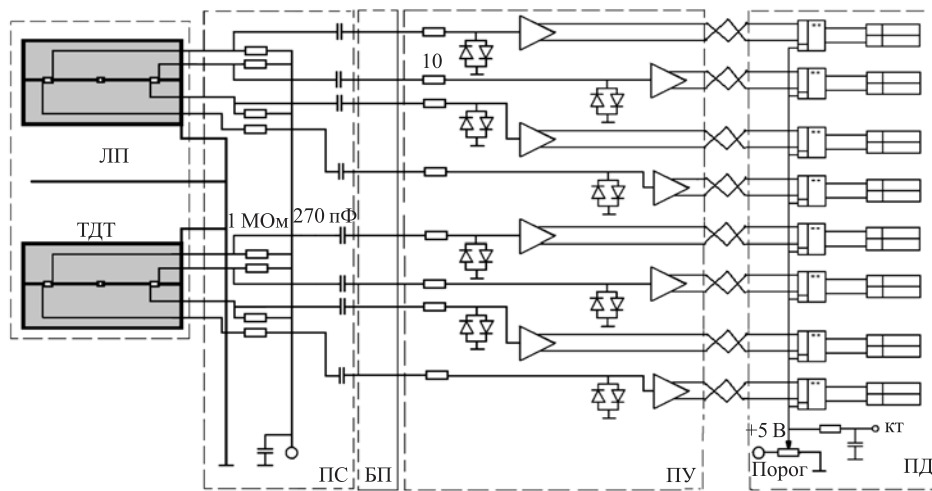


Рис. 1. Фрагмент схемы электроники считывания для восьми каналов четырех соседних ТДТ

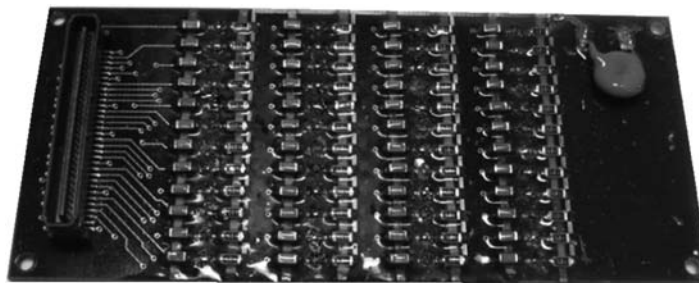


Рис. 2. Общий вид многослойной платы считывания (ПС) с установленными и покрытыми компаундом высоковольтными элементами

троники. На каждой многослойной печатной плате считывания размером 48×90 мм установлены четыре ряда высоковольтных конденсаторов 1206 NPO 270 пФ–2000 В и чип-резисторов типа 1206 для 48 сегментов 12 тонкостенных дрейфовых трубок. Так как зазоры между поверхностями соседних высоковольтных элементов менее 1 мм, каждый ряд конденсаторов и резисторов залит силиконовым беззасадочным компаундом Пентэласт 712А (рис. 2).

Для оптимизации размещения аналоговой электроники на прототипе используются дополнительные многослойные буферные печатные платы (БП), обеспечивающие трассировку сигналов на входы токовых усилителей. Сигналы с плат считывания через 64-контактные разъемы проходят на БП и далее через 34-контактные разъемы передаются на три усилительные платы (ПУ), каждая с 16 каналами усиления. Буферные печатные платы, общий вид одной из которых показан на рис. 3, обеспечивают также подачу низковольтного питания на усилители.

В качестве базового элемента быстрых малошумящих усилителей используется четырехканальная микросхема MSD-2 с собственным фронтом усилителя ~ 3 нс, входным

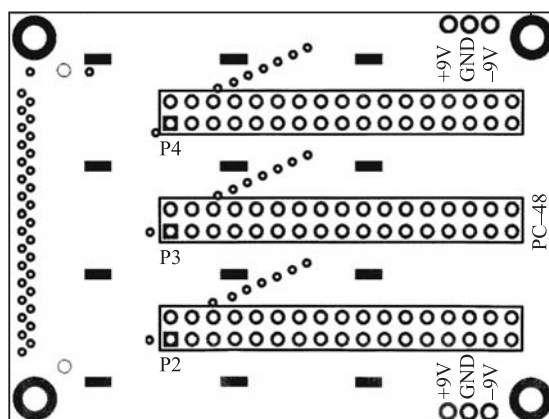


Рис. 3. Общий вид буферной печатной платы

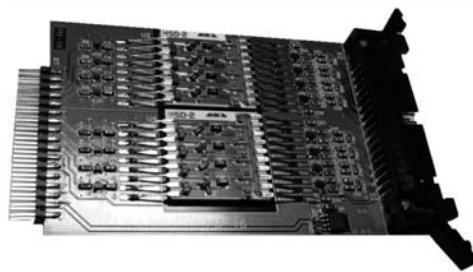


Рис. 4. Общий вид 16-канального блока усилителей

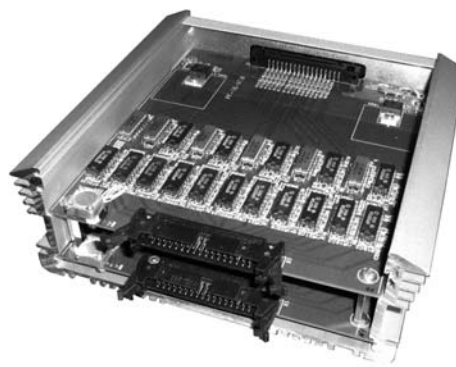


Рис. 5. Общий вид 32-канального блока формирователей-дискриминаторов

сопротивлением 120 Ом, коэффициентом передачи 35 мВ/мкА и эквивалентом входного шума ~ 20 нА [5]. На сигнальные входы установлены защитные цепочки на основе диода ВAV99W. Микросхема работает от напряжения +6 В и $-1,5$ В, и потребляемая мощность составляет 15 мВт/канал. Каждая 16-канальная плата усилителей размером $63,5 \times 95,5$ мм содержит четыре микросхемы, расположенные по две на каждой ее стороне. Общий вид платы — на рис. 4.

С целью обеспечения хорошей помехоустойчивости с усилителя снимается парафазный выходной сигнал, который передается витой парой длиной до 1 м на формирователь-дискриминатор. Базовыми элементами формирователя-дискриминатора являются компаратор типа 597СА1 и преобразователь уровня 500ЛП116, обеспечивающий передачу дифференциальных сигналов (уровня ECL) на ВЦП линией длиной до 40 м. Общий вид блока формирователей-дискриминаторов, содержащего две идентичные 16-канальные платы, показан на рис. 5. Порог дискриминатора устанавливается от 10 мВ.

2. ПРОВЕРКА НА ПРОТОТИПЕ

Созданная и установленная на прототипе электроника считывания использовалась при стендовой проверке прототипа от γ - и β -источников излучения. Прототип продувался газовой смесью Ag/CO₂(70/30). Проверка однородности всех каналов прототипа была выполнена одним тестовым усилителем при фиксированном анодном напряжении, и полная ширина полученного распределения составляла $\pm 6,5\%$. На рис. 6 показано распределение средних значений амплитуд сигналов источника ⁵⁵Fe для 64 каналов усилителей MSD-2, характеризующее их однородность. Полная ширина на полувысоте распределения составляет ~ 17 мВ. Типичная зависимость величин сигналов от анодного напряжения (газового усиления) представлена на рис. 7.

На рис. 8 приведены типичные счетные характеристики аналоговой электроники прототипа в зависимости от анодного напряжения при разном значении порога дискриминатора. Видно, что отношение сигнал/шум — более 30 в широком диапазоне газового усиления.

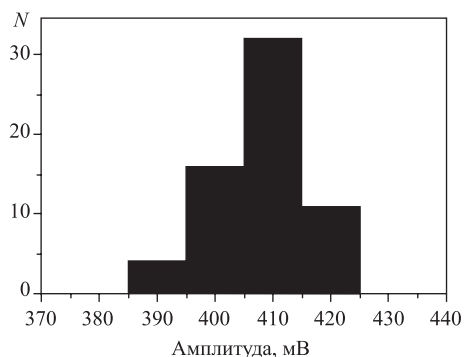


Рис. 6. Однородность аналоговых усилителей

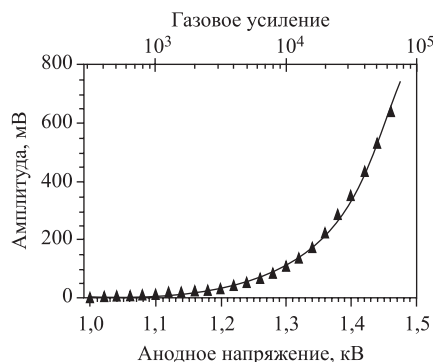


Рис. 7. Амплитуды сигналов от источника ⁵⁵Fe в зависимости от анодного напряжения

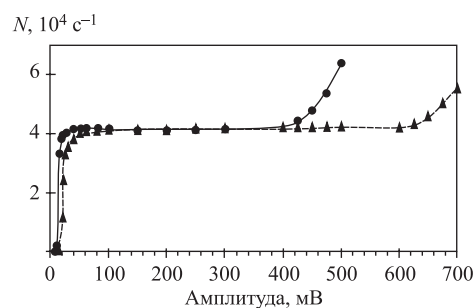


Рис. 8. Типичные счетные характеристики для порогов дискриминатора 10 и 20 мВ

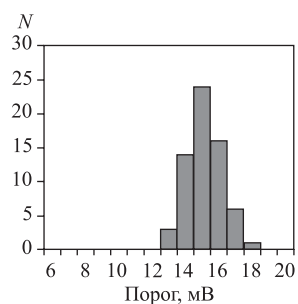


Рис. 9. Однородность порогов дискриминаторов модуля

Установка порога дискриминации 16-канальной платы производится изменением общего для всех дискриминаторов потенциала внешним потенциометром (рис. 1). Приведенная на рис. 9 гистограмма значений реальных порогов дискриминаторов показывает высокую однородность этих величин.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность А. В. Пиляру, А. Е. Баскакову за помощь в работе и полезные консультации, а также В. Н. Круглову за монтаж плат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусаков Ю. В. и др. Многоканальный прототип на основе сегментных строу // Письма в ЭЧАЯ. 2010. Т. 7, № 2 (158). С. 223.
2. Davkov V. et al. Development of High Granulated Straw Chambers of Large Sizes // Part. Nucl., Lett. 2007. V. 4, No. 4(140). P. 545–551.
3. Davkov K. et al. Development of Segmented Straws for Very High-Rate Capability Coordinate Detector // Nucl. Instr. Meth. A. 2008. V. 584. P. 285–290.
4. Vasilyev S. E. et al. Signal Transmission Lines for Large-Size Segmented Straw Detectors // Instr. Exp. Techn. 2008. V. 51, No. 6. P. 820–825.
5. Laben S. p. A. 20090 Vimodrone (Milano) Italy — S. S. Padana Superiore 90.

Получено 9 июля 2009 г.