

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ
В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 539.1.07

ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВРЕМЯ–КОД
С ИНТЕРФЕЙСОМ PCI ДЛЯ ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО
ДЕТЕКТОРА НЕЙТРОНОВ

© 2019 г. В. А. Соловей, Т. В. Савельева,
М. Р. Колхидашвили, О. Н. Гапон

Поступила в редакцию 28.03.2019 г.

После доработки 02.04.2019 г.

Принята к публикации 06.04.2019 г.

DOI: 10.1134/S0032816219050112

В работе [1] сообщалось о создании в Петербургском институте ядерной физики им. Б.П. Константинова позиционно-чувствительного двухкоординатного с распределенными линиями задержки детектора тепловых и холодных нейтронов с газовым конвертором ${}^3\text{He}$.

В данном детекторе для регистрации частиц реализован катодный метод съема информации. Местоположение регистрируемой частицы определяется путем измерения четырех временных интервалов, образуемых общим стартовым сигналом и стоповыми сигналами, снимаемыми с концов линий задержек.

Для съема информации с детектора был разработан четырехканальный преобразователь время–код (TDC), его общая структурная схема показана на рис. 1.

Связь с шиной PCI осуществляется с помощью интерфейсной микросхемы PCI 9030 производства PLX Technology. Обмен сигналами и данными с платой TDC осуществляется с помощью 16-разрядной локальной шины через два 40-контактных разъёмных соединителя.

Основой разработанного TDC является микросхема восьмиканального преобразователя TDCGPX, используемая в режиме I-MODE [2].

Программируемая логическая матрица EPM570T100C3 адаптирована к условиям приема входных сигналов, случайно распределенных во времени. В результате измерения формируется четыре 16-разрядных слова, в каждом из которых три старших разряда определяют номер канала преобразования, остальные тринадцать разрядов — дан-

ные. Младший разряд данных не используется. Логика обмена сигналами и данными между преобразователем время–код TDCGPX, памятью FIFO и интерфейсной микросхемой PCI 9030 осуществляется программируемым конечным автоматом, реализованным на двух программируемых логических матрицах EP1K30QC208-1.

В рабочем режиме в процессе измерения с помощью программного обеспечения реализуются следующие основные функции: набор данных при контроле заполнения буферной FIFO-памяти, чтение памяти после заполнения ее наполовину, обработка и хранение данных. При появлении признака переполнения FIFO-памяти набор данных останавливается и осуществляется их чтение. В случае обнаружения аппаратного стопового сигнала или выхода за пределы установленного временного окна событие считается ложным.

Визуализация данных осуществляется в виде 2D- и 3D-графиков. В тестовом режиме определены основные обобщенные (в рамках принятых схемотехнических решений) характеристики системы измерения и накопления данных с использованием созданного преобразователя.

На рис. 2 показаны результаты тестирования загрузочной способности TDC при работе от генератора случайных сигналов с формированием стоповых сигналов для каждого из четырех измерительных каналов с помощью кабельных линий задержки.

TDC может работать с любым из позиционно-чувствительных двухкоординатных детекторов нейтронов, в которых местоположение регистри-

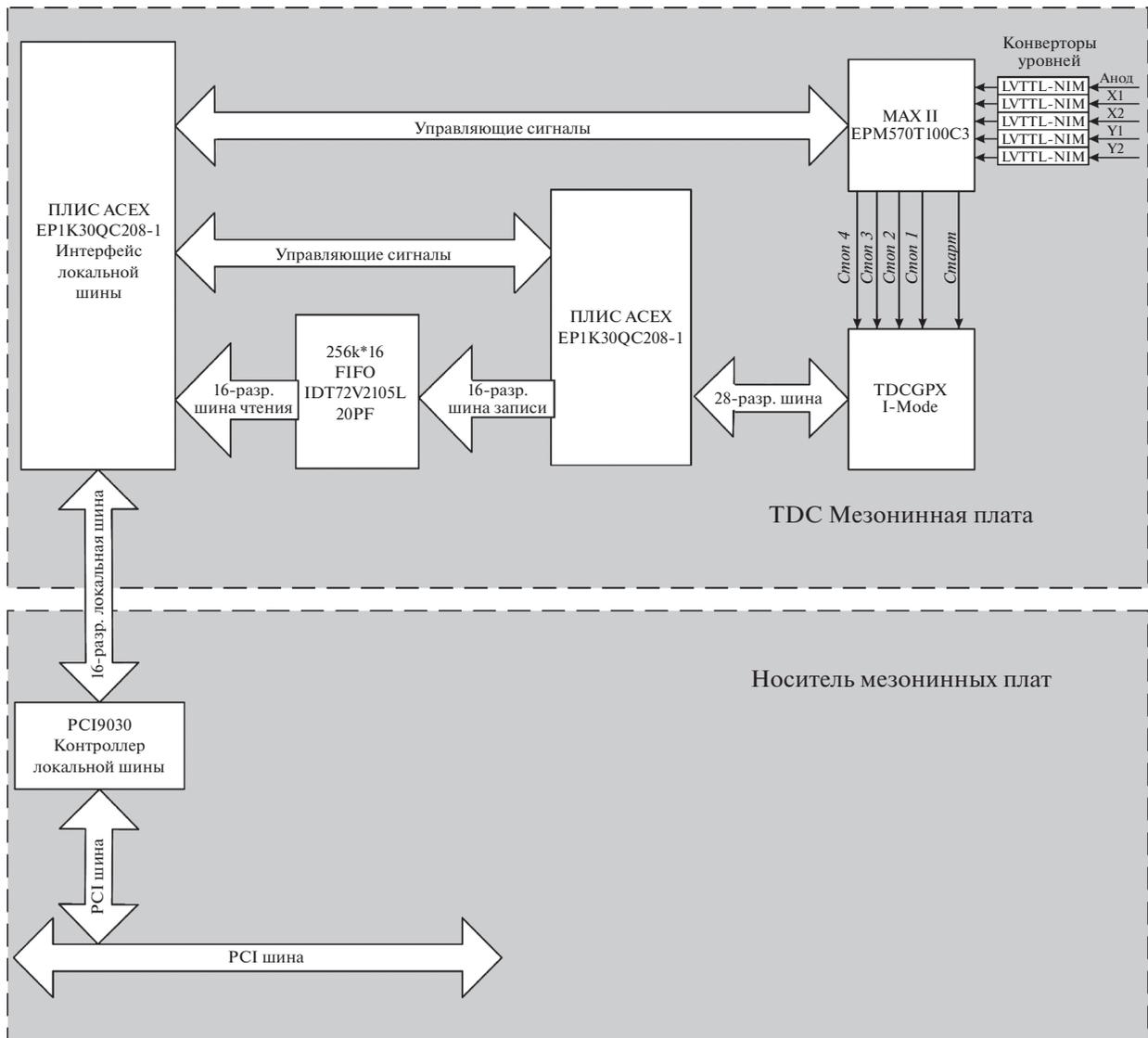


Рис. 1. Общая структурная схема преобразователя.

руемой частицы определяется путем измерения четырех временных интервалов, например описанных в [3–7].

На основании данных, полученных при испытаниях аппаратно-программного комплекса, созданного на основе разработанного 4-канального преобразователя время–код, и с использованием позиционно-чувствительного двухкоординатного детектора нейтронов с распределенными линиями задержки, общие характеристики комплекса следующие:

- время задержки распределенных координатных линий детектора ≤ 600 нс;

- число каналов преобразования временных интервалов в цифровой код равен 4;

- дифференциальная нелинейность шкал преобразования при чувствительности 162 пс/канал $< 5\%$;

- время измерения и регистрации события в буферную память FIFO < 2 мкс;

- пропускная способность системы > 150000 событий в секунду.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, Соглашение № 075-02-2018-260 от 26.11.2018 г., уникальный идентификационный номер проекта RFMEFI60718X0200.

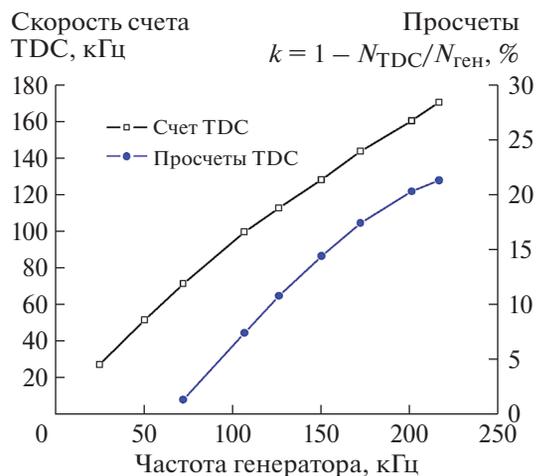


Рис. 2. Загрузочная способность четырехканального преобразователя время–код на основе ТДС GPX.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.А., Ганжа Г.А., Иванов Е.А., Ильин Д.С., Коваленко С.Н., Колхидашвили М.Р., Крившич А.Г., Надточий А.В., Рунов В.В., Соловей В.А., Шабанов Г.Д. // Физика твердого тела. 2010. Т. 52. Вып. 5. С. 964.
2. <https://ams.com/tdc-gpx>

3. Белишкин А.В., Богдзель А.А., Журавлев В.В., Пантелеев Ц.Ц., Ли Ен Че, Черников А.Н., Чураков А.В., Швецов В.Н. // ЖТФ. 2008. Т. 78. Вып. 1. С. 121.
4. Orban J., Cser L., Rosta L., Torok Gy., Nagy A. // Nucl. Instrum. and Methods in Phys. Res. 2011. V. A 632. P. 124. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2010.12.035>
5. Поташев С.И., Марин В.Н., Афонин А.А., Караевский С.Х., Бурмистров Ю.М., Разин В.И., Садыков Р.А., Конобеевский Е.С. Препринт ИЯИ РАН № 1415/2015. М., 2015.
6. Tian LiChao, Chen YuanBo, Tang Bin, Zhou JianRong, Qi HuiRong, Liu RongGuang, Zhang Jian, Yang GuiAn, Xu Hong, Chen DongFeng and Sun ZhiJia // Mechanics and Astronomy. 2013. V. 56. Iss. 10. P. 1882. <https://doi.org/10.1007/s11433-013-5187-1>
7. Лебедев В.М., Лебедев В.Т., Иванова И.Н., Ильин Д.С., Колхидашвили М.Р., Кульвелис Ю.В., Орлова Д.Н., Соловей В.А. Сообщение ПИЯФ № 2912. Гатчина, 2012.

Адрес для справок: Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра “Курчатовский институт”; Россия, 188300, Гатчина Ленинградской обл., мкр. Орлова роща, 1; e-mail: solovei_va@pnpi.nrcki.ru (В.А. Соловей), e-mail: saveleva_tv@pnpi.nrcki.ru (Т.В. Савельева).