

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

УДК 539.1.075

DOI: 10.17223/00213411/68/12/13

Интеграция L2 концентратора в оборудование эксперимента SPD на ускорительном комплексе NICA*

А.Е. Бернгардт¹, Д.В. Ерофеев¹, В.Н. Борщ¹, А.В. Бойков²¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*² *Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия*

Концентратор второго уровня L2 является составной частью системы сбора данных установки SPD на ускорительном комплексе NICA и реализуется на базе ПЛИС. Основная функция концентратора L2 – сбор данных с нескольких концентраторов первого уровня (L1) по интерфейсам 10G Ethernet с последующей сортировкой и передачей данных на сервер обработки через PCIe интерфейс. Представлены результаты тестирования физического интерфейса 10G Ethernet, а также пропускной способности интерфейса PCIe 3.0. Описан алгоритм API, обеспечивающий прием пакетов переменной длины, и модуль для обработки асинхронных команд на стороне концентратора L1. Полученные результаты подтверждают соответствие текущей версии концентратора L2 требованиям по приему, сортировке и передаче данных в рамках эксперимента SPD.

Ключевые слова: ПЛИС, NICA, SPD, физика высоких энергий, алгоритмы сбора данных, детекторная электроника, L2 концентратор.

Введение

Проект NICA (Nuclotron-based Ion Collider fAcility) – это современный коллайдер, создаваемый в Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ, Дубна), направленный на исследование фундаментальных свойств сильного взаимодействия. Одним из двух детекторов, создаваемых для работы на NICA, является детектор Spin Physics Detector (SPD), предназначенный для изучения спиновой структуры нуклонов и легких ядер. Детектор регистрирует характеристики частиц, возникающих в столкновениях поляризованных пучков протонов и дейтронов, что позволяет получить ценную физическую информацию о спиновой структуре частиц [1].

Для обработки больших потоков данных, формируемых при работе детекторов, в системе применяется специализированная электроника и программное обеспечение для быстрого сбора, сортировки и анализа информации в реальном режиме времени. Составной частью системы сбора данных (Data Acquisition System, DAQ) является концентратор уровня L2, основанный на программируемых логических схемах (ПЛИС), что обеспечивает гибкую настройку и адаптацию обработки данных под требования эксперимента (рис. 1). Высокая пропускная способность системы достигается посредством использования многоканальных оптоволоконных соединений стандарта Ethernet 10GBASE-LR и интерфейса Peripheral Component Interconnect Express 3.0 (PCIe 3.0). Общая архитектура системы сбора и обработки данных концентратора L2 описана в работе [2].

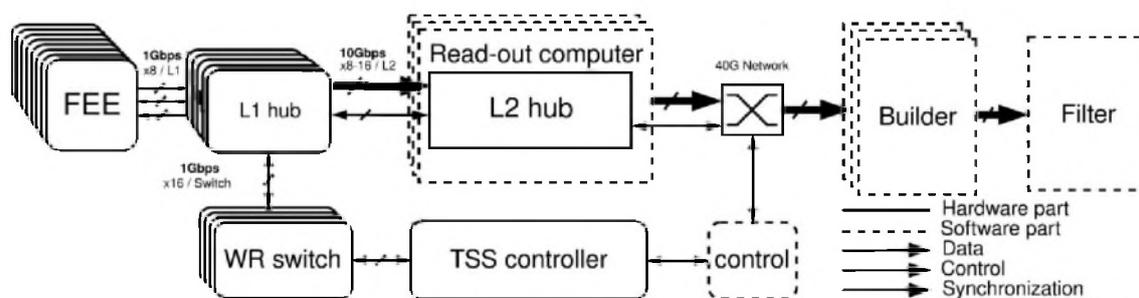


Рис. 1. Схема системы сбора данных эксперимента SPD

* Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWM-2025-0023).