



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2016-5

Д.И. Паталаха, А.Ю. Калинин, Н.В. Кулагин

**Управление источниками высокого напряжения
на установке ФОДС**

Направлено в *ПТЭ*

Протвино 2016

Аннотация

Паталаха Д.И., Калинин А.Ю., Кулагин Н.В. Управление источниками высокого напряжения на установке ФОДС: Препринт ИФВЭ 2016-5. – Протвино, 2016. – 6 с., 3 рис., библиогр.: 9.

В статье изложена реализация системы контроля и управления источниками высокого напряжения (ИВН) для детекторов экспериментальной установки ФОДС (Фокусирующий Двухплечевой Спектрометр) на ускорителе У-70 Федерального государственного бюджетного учреждения Государственный научный центр Российской Федерации - Институт физики высоких энергий Научного исследовательского Центра “Курчатовский Институт” (ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ “Курчатовский институт”, далее ИФВЭ), которая может также применяться на испытательных стендах компонент установки.

Определён набор аппаратуры и написано программное обеспечение (ПО) на языках C/C++.

Измерение зависимости параметров детектора от высокого напряжения в автоматическом режиме с помощью системы сбора данных [1] позволяет принять решение при выборе оптимальной величины рабочего напряжения каналов ИВН.

Представлены результаты пробного запуска системы.

Abstract

Patalakha D.I., Kalinin A.Yu., Kulagin N.V. High voltage source control on FODS: IHEP Preprint 2016-5. – Protvino, 2016. – p. 6, figs. 3, refs.: 9.

The implementation of the high voltage power supply control system (HVPSCS) for experimental setup FODS(FOcusing Doublearmed Spectrometer) at accelerator U-70 of the Federal state budgetary institution State Research Center Of Russia Institute for High Energy Physics of the National Research Centre "Kurchatov Institute" (hereinafter referred to as IHEP) or for the test bench of the detector components is considered.

The required set of hardware is defined and the appropriate software to operate HVSCS is written in C/C++ codes.

The data acquisition (DAQ) system [1] makes automatic control on HVSCS for data taking run. It allows to get the dependence of appropriate detector parameters on the high voltage supply values and to choose its optimal values for FODS detectors.

The test run results of the HVPSCS are presented.

1 Введение

На современных экспериментальных установках в физике элементарных частиц число каналов ИВН может исчисляться сотнями и тысячами, а поэтому возникает проблема управления большим количеством каналов ИВН и их контроля, позволяющих минимизировать ручную работу и тем самым сократить время на настройку, например на выбор рабочего значения ВН, элементов экспериментальной установки при любом числе каналов ИВН. Ранее аналогичные задачи, обеспечивающие автоматизированное управление высоковольтным питанием детекторов, были решены [2], но только для одного канала высокого напряжения и созданное (ПО) является узкоспециализированным.

В статье описан набор необходимых аппаратурных элементов и структурная схема их использования, а также ПО, созданное для автоматизированного управления ИВН. Программный код - открытый на языках C/C++. Использование открытого кода позволяет решить проблему автоматизации управления ИВН для любых экспериментальных установок путем внесения в него соответствующих изменений.

Показаны результаты пробного испытания созданной системы управления ИВН для ограниченного числа элементов, а именно для определения счетной характеристики детектора от величины ВН.

2 Основные элементы системы

В качестве ИВН для детекторов установки ФОДС были выбраны источники фирмы ISEG Spezialelektronik GmbH company [3], специализирующейся на разработке и производстве ИВН как для промышленности, так и для исследовательских целей.

Модули помещаются в корзину обеспечивающей обслуживание, контроль и управление модулями с помощью контроллера корзины, который связан с компьютера через адаптер интерфейса PCAN-PCI Dual Channel, выпускаемые фирмой PEAK-System Technik GmbH [4], по протоколу CAN (Controller Area Network) [5].

На рис. 1 показана общая схема подключения элементов системы высокого напряжения к линии обмена и контроля по протоколу CAN.

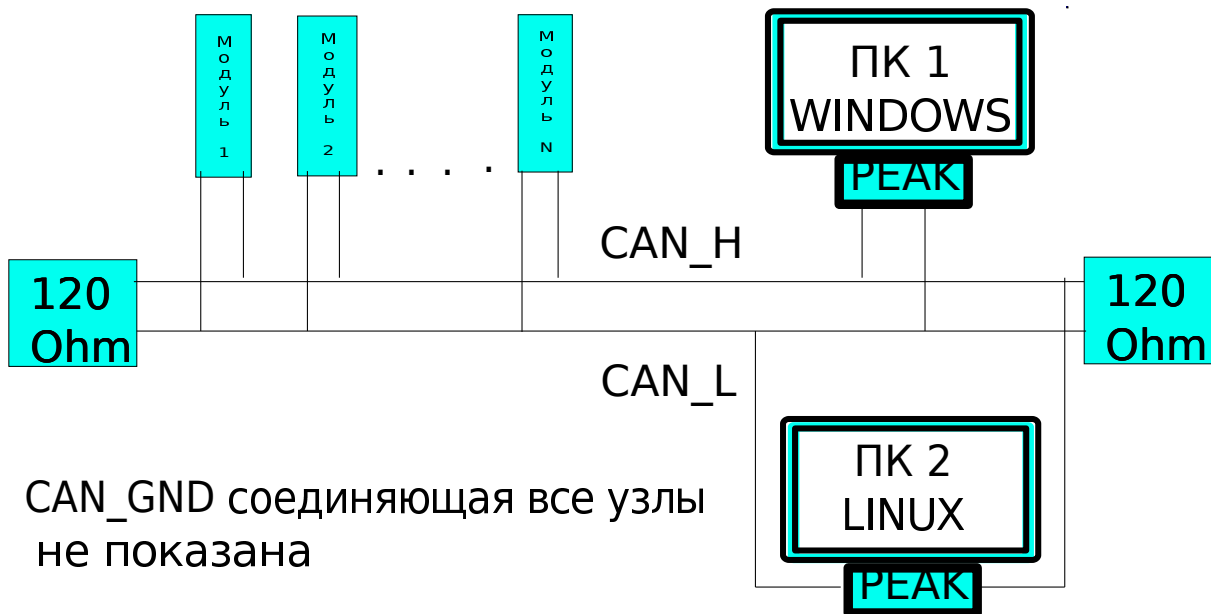


Рис. 1: Общий вид подсоединения аппаратуры системы высокого напряжения по протоколу CAN

Компания PEAK-System, в пакете с адаптером, снабжает полным набором ПО для управления ИВН, но пока только в ручном режиме под операционной системой Windows.

3 Программное матобеспечение

Управление и контроль ИВН осуществляется с персонального компьютера под операционной системой LINUX [6] в версии Debian Wheezy. Наиболее продвинутые версии LINUX уже имеют в своем дистрибутиве ПО для управления ИВН в рамках протокола CAN (драйвера и набор инструментария для тестирования их работы), хоть и в ограниченном объёме.

Для работы с адаптером интерфейса PCAN-PCI Dual Channel с протоколом CAN под операционной системой LINUX компания PEAK-System постоянно развивает и поддерживает ПО, драйвера и вспомогательные программы для их тестирования, которое распространяет в свободном доступе на своем сайте, но не развивает готового, “под ключ”, ПО, так называемой программной оболочки, как в случае с работой под операционной системой Windows, даже для управления системой ИВН в ручном режиме под операционной системой LINUX.

Существует несколько пакетов ПО, позволяющих работать с протоколом CAN под операционной системой LINUX. В работе использован пакет соответствующего ПО SocketCAN, использующий интерфейс программирования приложений (API), разработанный в Беркли, так называемый интерфейс сокет Беркли [7]. Этот пакет сделан по подобию, насколько это возможно, TCP/IP протокола. Обмен ин-

формацией по CAN-сети ведётся кадрами, которые принимаются всеми узлами сети.

Созданное ПО имеет набор программ для управления системой ИВН в автоматизированном режиме, а именно, управление ИВН передано системе сбора данных установки ФОДС.

4 Системы сбора данных и управления и контроля ИВН ФОДС

Система сбора данных (ССД) установки ФОДС основана на свободно распространяемом программном обеспечении MIDAS (Maximum Integrated Data Acquisition System) v2.1 [8]. Для сбора информации используется распределенная система из нескольких программ-клиентов подключаемых независимо к одной базе данных (БД) на главном компьютере-сервере.

Для каждой корзины электроники параллельно работает своя программа-клиент (в терминологии MIDAS - frontendMISS), обеспечивающая прием и передачу полученных данных на компьютер с работающей программой-сервером (в терминологии MIDAS - mserver).

Одной из таких программ является программа-клиент системы управления и контроля ИВН (frontend-HV) (см. Рис. 2), которая подключается к общей программе-серверу ССД и загружает, при своем запуске, конфигурационный файл с массивом значений ВН для всех каналов ИВН ISEG в БД.

Во время набора данных frontend-HV следит за управляющими сигналами от программы-сервера MIDAS, передаваемыми через БД и, в частности, за сигналом к изменению напряжения в каналах ИВН ISEG. При поступлении команды

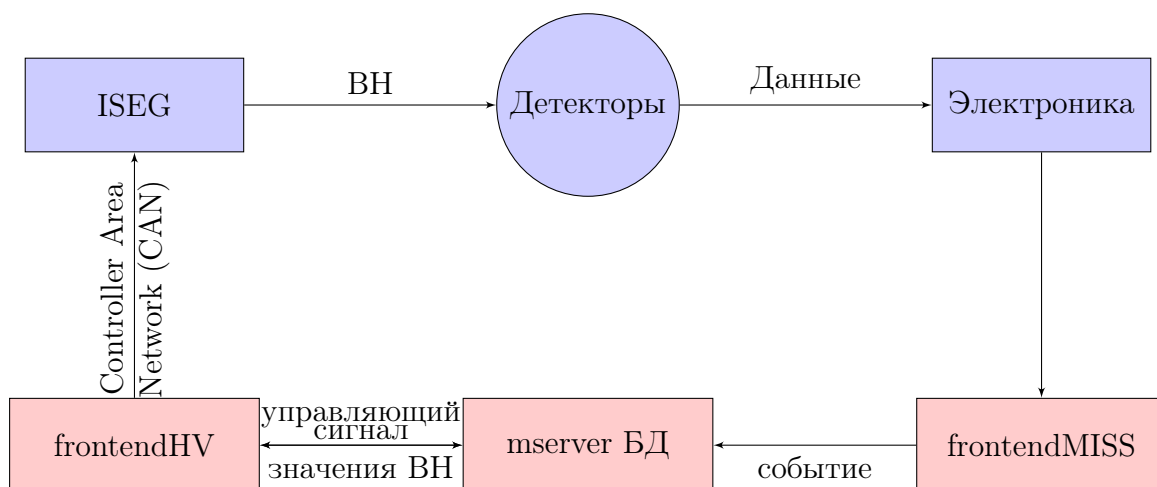


Рис. 2: Блок-схема системы сбора данных и управления и контроля ИВН ФОДС

на изменение ВН, frontend-HV читает весь массив новых значений ВН, сформированный программой-сервером MIDAS, и посылает контроллерам ISEG сигналы к установке этих значений ВН, формирует массив данных для записи на жесткий

диск компьютера в БД события с этими выставленными значениями ВН, после чего прописывает в БД информацию о выполнении команды на изменение ВН. Информация об этих выставленных значениях ВН записывается по окончании каждого сброса ускорителя в информационном блоке “конец сброса” для последующей обработки во время физического анализа экспериментальных данных.

Для автоматического приема данных и изменения напряжения в следующем цикле приема данных, используется встроенный в пакет MIDAS интерпретатор (в терминологии MIDAS - Sequencer), использующий в качестве входящей программы язык xml. Для автоматической системы управления и контроля ИВН ФОДС в интерпретаторе есть команды для запуска и остановки набора данных, команда на изменения значения переменных в массиве ВН на новые. Остановка текущего набора может осуществляться как по времени, так и по количеству принятых событий.

Обработка принятых данных происходит в два этапа. Для каждого значения ВН принятые данные обрабатываются с помощью встроенной в MIDAS программы (в терминологии MIDAS - analyzer), на выходе из которой получается файл с гистограммами в формате пакета root [9]. На втором этапе используется программа на языке root, созданная оператором системы, для чтения массива файлов с гистограммами и выполнения анализа интересующих оператора характеристик, например зависимости среднего значения счета ФЭУ за сброс ускорителя в зависимости от ВН, для определения оптимального режима его работы при приеме данных.

5 Результаты испытания

Для испытания данной системы управления и контроля ИВН ФОДС для 4-х фотоумножителей (ФЭУ) XR2212, используемых в триггерных сцинтилляционных счетчиках, были измерены счетные характеристики в зависимости от ВН при подаче светодиодного сигнала мониторинг системы с частотой 1 кГц (см. Рис. 3) в случае, когда детектировались все сигналы поступающие со счетчиков, т.е. шум и от светодиода, и когда сигналы соответствовали триггерному сигналу от того же светодиода, сигнал от которого детектировался сцинтилляционным счетчиком, а также в случае отсутствия сигнала от светодиода, т.е. только шум.

Фотоумножители XR2212 при изготовлении проходят строгий отбор по качеству и поэтому имеют сходные характеристики параметров в области рабочих величин высокого напряжения. Тем не менее на рисунке отчетливо видна разница в их счётных характеристиках для шумовых сигналах. Приведенные результаты носят демонстрационный характер работоспособности системы управления и контроля ИВН ФОДС. Выбор параметров и способ определения рабочего ВН, по результатам измерения их поведения от ВН, зависит от типа детектора и способа его использования, и лежит за пределами данной работы. Отметим только, что мы не обнаружили зависимости данных измерений от канала съёма информации с ФЭУ и различия в поведении полностью определяются самим ФЭУ.

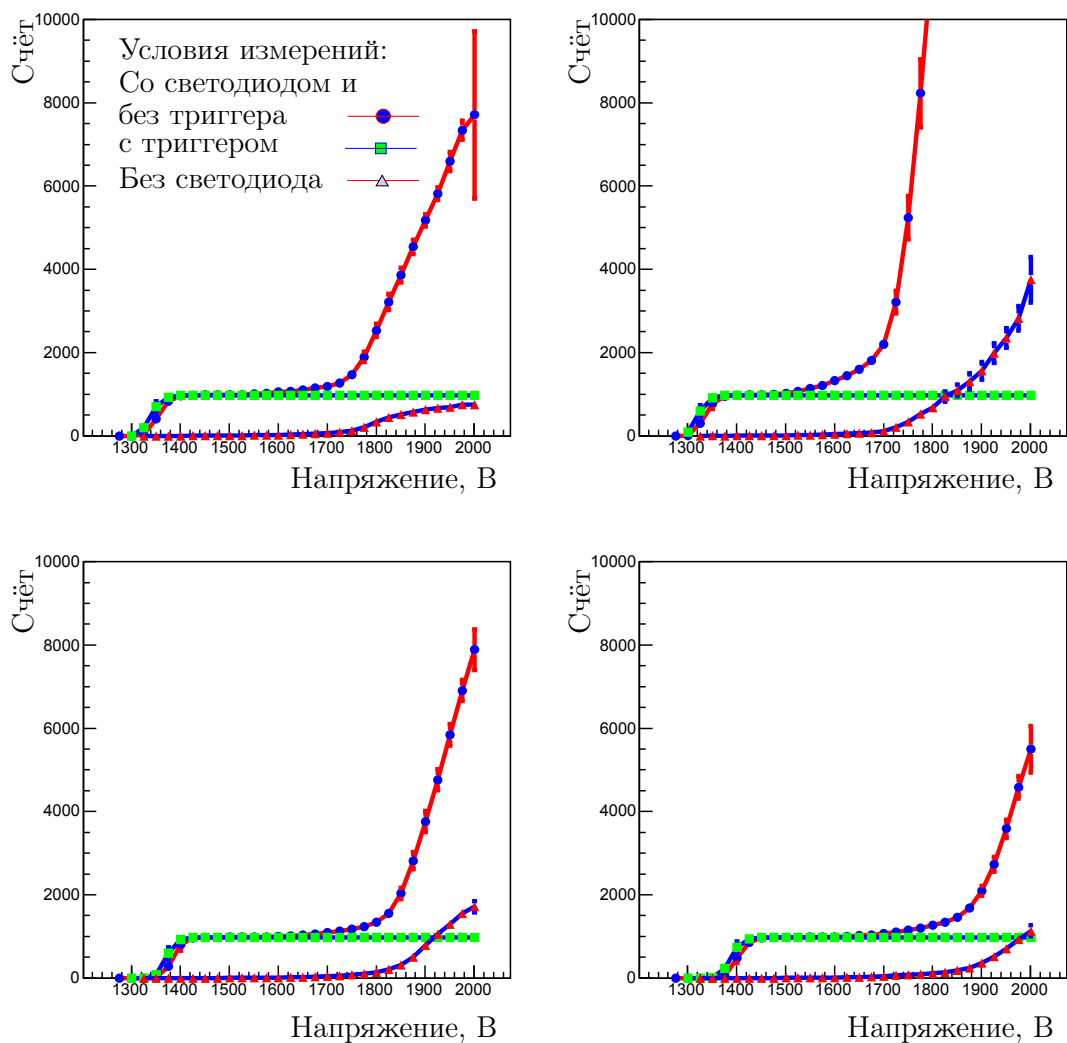


Рис. 3: Счетные характеристики ФЭУ от напряжения, ФОДС, 2016

6 Заключение

Созданная система контроля и управления ИВН ФОДС позволяет автоматизировать основные операции для ВН. эффективно и с минимальными затратами времени провести надлежащие работы по подготовке и настройке аппаратуры на рабочее напряжения по ВН. Эту систему управления и контроля ИВН можно также применять на испытательных стендах для элементов детектирующей аппаратуры или испытания прототипов детекторов, имеющих широкий спектр характеристик в зависимости от ВН и большое число каналов по ВН. Работа была выполнена сотрудниками ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ Курчатовский институт.

7 Благодарность

Авторы выражают благодарность своим коллегам по лаборатории, Ю.В.Харлову и руководителю группы программного обеспечения компании ISEG Spezialelektronik GmbH André Hartmann за помощь, советы и полезные обсуждения, которые позволили осуществить данную работу.

Список литературы

- [1] Волков А.А., Ефремов В.П., Калинин А.Ю., Кораблёв А.В., Криницын А.Н., Крышкин В.И., Кулагин Н.В., Скворцов В.В., Талов В.В., Турчанович Л.К., Якимчук В.И., Солдатов М.М., Карпеков Ю.Д., Шаланда Н.А. Система сбора данных установки ФОДС, Препринт ИФВЭ 2011–16, Протвино, 2011, 15 с., 6 рис.; Приборы и техника эксперимента, 2012. № 4. С. 35.
- [2] Боголюбский М.Ю., Исаев Н.А., Кожин А.С., Козелов А.В., Плотников И.С., Сенько В.А., Солдатов М.М., Шаланда Н.А., Якимчук В.И., Кузьмин Н.А., Петухов Ю.А. Система сбора данных и управления в стандарте электроники МИСС для детектора на дрейфовых трубках, Приборы и техника эксперимента, 2013, № 2. С. 39; doi 10.7868/S0032816213010175.
- [3] Источники высоковольтного питания: <http://www.iseg-hv.com/>
- [4] Оборудование и программное обеспечение по шине CAN: <http://www.peak-system.com>
- [5] Протокол CAN: <http://www.can-cia.org/>, <http://www.canbus.us/>, http://ru.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network
- [6] <http://www.debian.org>
- [7] https://ru.wikipedia.org/wiki/Сокеты_Беркли; IEEE Standard - Portable Operating System Interface (POSIX®) Base Specifications, Issue 7: <https://standards.ieee.org/findstds/standard/9945-2009.html>
- [8] Система сбора данных MIDAS: https://midas.triumf.ca/MidasWiki/index.php/Main_Page
- [9] модульное научное программное обеспечение ROOT: <http://root.cern.ch>, <https://ru.wikipedia.org/wiki/ROOT>.

Рукопись поступила 24 февраля 2016 г.

Препринт отпечатан с оригинала-макета, подготовленного авторами.

Д.И. Паталаха, А.Ю. Калинин, Н.В. Кулагин
Управление источниками высокого напряжения на установке ФОДС.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы **L^AT_EX**.

Подписано к печати 26.02.2016. Формат 60 × 84/16. Цифровая печать.
Печ.л. 0,62. Уч.-изд.л. 0,768. Тираж 80. Заказ 7. Индекс 3649.

ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт»
142281, Московская область, город Протвино, площадь Науки, дом 1

www.ihep.ru; библиотека <http://web.ihep.su/library/pubs/all-w.htm>

Индекс 3649

П Р Е П Р И Н Т 2016-5,
ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт», 2016
