

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2011–19
ОЭА

С.И. Букреева, Н.А. Шаланда,
В.А. Сенько, А.Н. Исаев

**Источник питания электронной аппаратуры
физических установок ИФВЭ**

Протвино 2011

Аннотация

Букреева С.И. и др. Источник питания электронной аппаратуры физических установок ИФВЭ: Препринт ИФВЭ 2011–19. – Протвино, 2011. – 9 с., 3 рис., 2 табл., библиогр.: 4.

Описан источник питания (ЕвроНИП), предназначенный для питания электронной аппаратуры физических установок ИФВЭ низковольтными напряжениями. Основой источника являются 3 модуля питания с выходными напряжениями +5 В, -5,2 В и +3,3 В и токами до 60 А. Внутри источника располагается управляющая электроника, которая позволяет управлять источниками по CAN-шине, отправлять информацию о состоянии источника в компьютер и осуществляет защиту в случае перенапряжений.

Abstract

Bukreeva S.I. et al. The Power Source of Electronic Apparatus at Physical Setups of IHEP: IHEP Preprint 2011–19. – Protvino, 2011. – p. 9, figs. 3, tables 2, refs.: 4.

The power source designed for providing power supplies of the electronic apparatus at physical setups of IHEP. The basis of the power source is 3 AC/DC power modules with output voltages +5V, -5.2V and +3.3V and output currents up to the 60 A. Inside the source there is a control electronics that allows to remotely control the power supply by the CAN-bus, to send information about the source in the PC and to protect against the over voltages.

Введение

В настоящее время электроника физических установок ускорительных комплексов стремительно развивается. Проведение новых научных экспериментов требует всё более быстродействующих электронных систем, осуществляющих функции регистрации информации с физических установок и сбора данных для передачи в компьютер. В ИФВЭ для решения этих задач разрабатывается новая модульная система сбора данных под названием ЕвроМИСС, разработка которой повлекла за собой модернизацию существующего блока питания электронной аппаратуры, а именно изменение требуемых напряжений и токов, конструкции источника питания, расширение функциональных возможностей. Для разрабатываемых электронных модулей, размещаемых в блочном каркасе, необходимо иметь источник питания с тремя номиналами напряжений -5,2 В, +5 В и +3,3 В и выходными токами до 60 А. Исходя из этого был разработан новый источник питания, устройство и принцип работы которого рассматриваются в данной статье.

Конструкция и управление источниками питания ЕвроНИП

Источник питания ЕвроНИП представляет собой закрытый корпус с габаритными размерами 428x344x132 мм. В корпусе располагаются 3 промышленных модуля питания, плата управления, 4 вспомогательные платы и 6 вентиляторов. Вентиляторы производительностью до 140 м³/час крепятся под верхней крышкой корпуса и обеспечивают охлаждение блочного каркаса системы ЕвроМИСС. Задняя панель корпуса имеет вентиляционные отверстия, разъем для подключения к однофазной сети 220 В, 50 Гц и связку кабелей для подключения к каркасу. Источник питания управляется вручную по передней панели или удаленно по шине CAN от компьютера.

На рис. 1 представлен внешний вид источника питания ЕвроНИП.

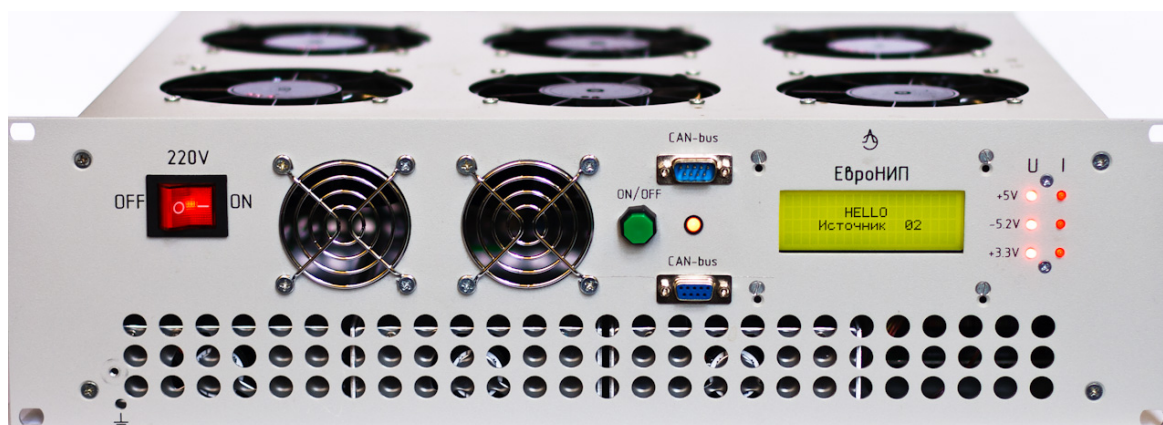


Рис. 1. Внешний вид ЕвроНИП.

На передней панели располагаются:

- тумблер включения/выключения питания сети 220 В;
- кнопка включения источника ON/OFF;
- двухцветный светодиод состояния источника;
- два разъема DB9F, DB9M;
- ЖК-дисплей;
- 6 светодиодов;
- вентиляционные отверстия.

При включении тумблера питания сетевое напряжение 220 В подается на блок питания платы управления. На дисплее появляется надпись «Hello» и номер источника, который является идентификатором данного источника в сети CAN. Светодиод состояния загорается красным цветом, показывая, что источник не включен. При нажатии на кнопку ON/OFF происходит подключение модулей питания к сети 220 В, начинает работать вентиляционный блок. При этом светодиод состояния и 3 светодиода напряжений загораются зеленым цветом, показывая, что источник включен и на выходе присутствуют напряжения +5 В, -5,2 В и +3,3 В. На ЖК-дисплее выводятся значения выходных напряжений и токов, а также значение температуры внутри корпуса источника. При повторном нажатии на кнопку ON/OFF происходит отключение модулей питания от сети и вентиляционного блока. Светодиод состояния и светодиоды напряжений загораются красным цветом, показывая, что источник выключен. На дисплее высвечиваются нулевые значения токов, напряжений и реальное значение температуры. Кроме того, на передней панели корпуса ЕвроНИП располагаются 2 разъема DB9 для подключения источников к CAN-шине, что обеспечивает возможность управлять ими удаленно от персонального компьютера (ПК). На рис. 2 представлена блок-схема подключения источников к ПК.

Все источники последовательно соединяются шлейфом в CAN-шину. К последнему разъему «CAN-bus» должен быть подключен терминальный резистор 120 Ом для обеспечения согласования CAN-шины на длинных линиях. Первый в цепи источник подключается к ПК через адаптер связи, который выполняет функцию интерфейса между CAN-шиной и ПК. С помощью программного обеспечения осуществляется удаленное включение и выключение источников, мониторинг уровней напряжений, токов и температуры.

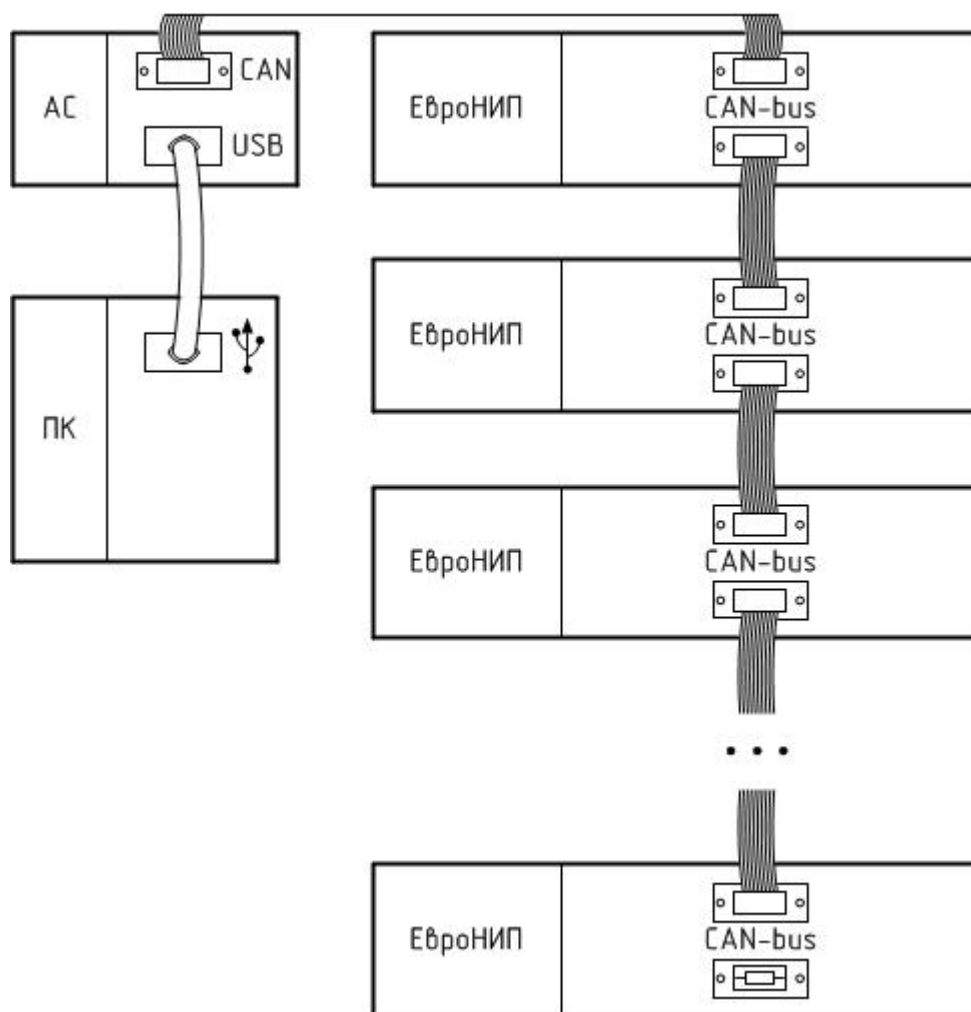


Рис. 2. Блок-схема подключения ЕвроНИП к ПК:
 АС – адаптер связи; ПК – персональный компьютер.

Устройство и принцип работы ЕвроНИП

Основой для построения источников ЕвроНИП являются модули вторичного электропитания, на вход которых поступает напряжение сети переменного тока 220 В и выходные параметры которых удовлетворяют требованиям по питанию модулей каркаса ЕвроМИСС. Для использования в ЕвроНИП выбраны 2 типа модулей питания фирмы Mean Well с выходными номиналами напряжения 5 В и 3,3 В. Данные модули имеют защиту от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения и перегрева и автоматически возвращаются в рабочее состояние после устранения перечисленных факторов. В табл. 1 приведены краткие характеристики модулей Mean Well [1].

Таблица 1. Характеристики модулей питания Mean Well

Название модуля	Выходное напряжение, В	Диапазон токов нагрузки, А	Мощность, Вт	Стабильность, %
HRP-300-3.3	3,3	0 .. 60	198	±2,5
HRP-300-5	5,0	0 .. 60	300	±2,0

Выходные напряжения модулей регулируются для HRP-300-3,3 в пределах от 2,8 до 3,8 В, для HRP-300-5 – в пределах от 4,3 до 5,8 В. Входное напряжение для модулей 220 В, 50 Гц. В ЕвроНИП три модуля HRP-300 включены так, чтобы обеспечивать три номинала напряжения +5 В, -5,2 В и +3,3 В с выходными токами до 60 А на каждом питающем канале. Диапазон рабочих температур от -30 до +70 °С.

Структурная схема электроники источника питания представлена на рис. 3. Управление и контроль за его работой осуществляет электроника, расположенная на плате управления, основными функциями которой являются:

- включение и выключение модулей питания и вентиляционного блока;
- организация связи по CAN-шине;
- сбор и обработка данных о значениях напряжений и токов на выходе источника;
- измерение температуры внутри корпуса источника.

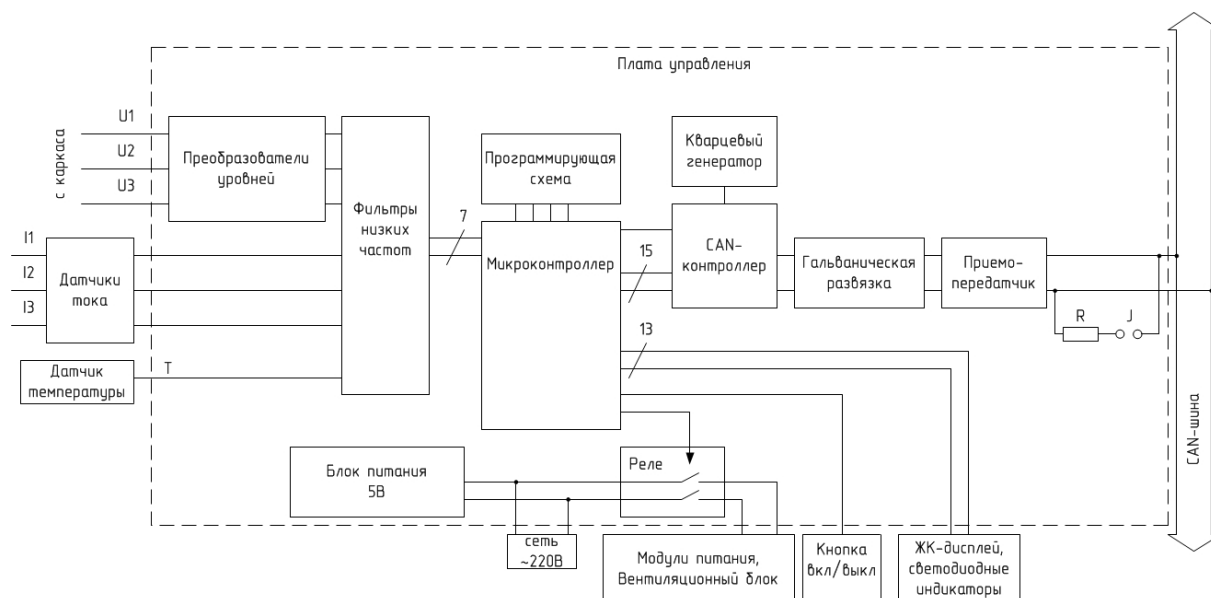


Рис. 3. Структурная схема ЕвроНИП.

Основой платы управления является микроконтроллер Atmega8535 семейства AVR. Atmega8535 является восьмиразрядным микроконтроллером с широким набором встроенных функций, имеющий 8 КБайт flash-памяти программ, 512 байт ЭСПЗУ и 512 байт ОЗУ [2]. Обладает функцией внутрисхемного программирования, что позволяет отлаживать работу источника питания, не извлекая микроконтроллер из платы управления. Один из портов ввода/вывода выполняет альтернативную функцию 8-канального 10-разрядного АЦП, которая используется в источнике для обработки сигналов с датчиков и измерения напряжений. Микроконтроллер имеет выход для внешнего прерывания, что позволяет обрабатывать приходящие по CAN-шине сообщения. Один из внутренних 8-битных таймеров/счетчиков используется для задания частоты обработки измерений АЦП. Микроконтроллер обладает высокой производительностью (16MIPS при работе на 16 МГц), 4 портами ввода/вывода и внутренним RC-осциллятором.

С помощью реле, которое управляется микроконтроллером, осуществляется подача питания от сети 220 В к модулям питания. Вентиляционный блок также подключен к реле, поэтому вентиляторы начинают работу одновременно с модулями питания источника. К однофазной сети переменного тока вентиляторы подключаются посредством набора конденсаторов, что позволяет снизить шум от их работы. Конденсаторы установлены на плате под верхней крышкой корпуса источника.

Микроконтроллер ATmega8535 осуществляет сбор и обработку данных о значениях напряжений, токов и температуры. Опорное напряжение встроенного АЦП ATmega8535 равно $\sim 2,5$ В. Информация о напряжениях и токах поступает на каналы АЦП через RC-фильтры высоких частот. При выходе напряжений, поступающих с обратных связей, за допустимые пределы $+5$ В $\pm 10\%$, $-5,2$ В $\pm 15\%$ и $+3,3$ В $\pm 6,5\%$, микроконтроллер подает и удерживает сигнал на реле для отключения всех модулей питания от сети 220 В. Для слежения за уровнями токов, потребляемых модулями каркаса, в выходных цепях источника установлены датчики, позволяющие измерять токи в пределах от 0 до 50 А. Чувствительность датчиков равна 40 мВ/А. В программе микроконтроллера заложено отключение модулей питания от сети 220 В при токах, превышающих значение 45 А. Измерение температуры внутри корпуса источника питания производится с помощью датчика температуры TMP37. Выходной сигнал

датчика является аналоговым и подается на один из каналов АЦП микроконтроллера. Чувствительность датчика равна 20 мВ/°С [3], что позволяет фиксировать температуру в пределах от +5 до +100 °С с шагом 1 °С.

Вся информация о напряжениях, токах на выходах источника питания и о температуре внутри его корпуса передается по запросу в CAN-сеть, а также выводится на ЖК-дисплей и обновляется раз в секунду.

Организация управления по CAN-шине

Для организации связи по CAN-шине на плате управления установлены CAN-контроллер SJA1000 и приемопередатчик PCA82C250. При появлении сообщения на шине SJA1000 создает внешнее прерывание для микроконтроллера [4]. Начинается выполнение подпрограммы обработки прерывания, в которой в первую очередь проверяется, по адресу ли пришло сообщение. Адресом является номер источника, высвечивающийся на дисплее при включении и указанный на передней панели корпуса источника. Далее микроконтроллер выполняет команду, которая содержится в пришедшем сообщении. По CAN-шине также можно осуществлять одновременный доступ ко всем источникам, подключенным к шине (широковещательный режим).

CAN-контроллер SJA1000 программно настроен на BasicCAN mode. В 11-битном идентификаторе сообщений 7 младших бит являются адресом источника, а старшие 4 бита принимают значение 9h в случае, если сообщение – команда, и 8h, если сообщение – ответ. В широковещательном режиме 7 младших бит идентификатора принимают значение 7Fh. Передача осуществляется сообщениями максимальной длиной 8 байт данных. С входящим сообщением в SJA1000 также приходит информация о количестве байт данных, которые должны быть приняты источником в случае команды от ПК и компьютером в случае ответа источника. Передача по CAN-шине осуществляется только при наличии команды от ПК, источник питания не может самостоятельно начать передачу информации по шине.

В табл. 2 сведены коды команд и ответы источника. Числовое значение, заключенное в круглые скобки, показывает один байт данных. Передача должна начинаться с младшего байта. В таблице порядок байтов от младшего к старшему – слева направо.

Таблица 2. Коды команд и ответов в CAN-сообщениях

Команда	Ответ
Запрос о статусе источника	
(1)	(01)(00)(S)* источник выключен
	(01)(01)(S) источник включен
Включение/выключение источника	
(02)(01) – включить источник	(02)(01) – источник принял команду на включение
(02)(00) – выключить источник	(02)(00) – источник принял команду на выключение
Запрос информации о токах и напряжениях	
(03)(N)*	(03)(N)(F1)(F2)(F3)(F4)*
Операции с EEPROM микроконтроллера	
(4)(0)(1)(N) – запись номера источника	нет ответа
(4)(1)(1) – чтение номера источника	(4)(1)(1)(N)
(4)(0)(2)(F1)(F2)(F3)(F4) – запись значения опорного напряжения АЦП	нет ответа
(4)(1)(2) – чтение значения опорного напряжения АЦП	(4)(1)(2)(F1)(F2)(F3)(F4)
(4)(1)(A)(F1)(F2)(F3)(F4) – запись значений опорного напряжения АЦП, либо калибровочных коэффициентов по напряжениям и токам: А = 6, 10, 14 – запись калибровочных коэффициентов по напряжению +5В, -5,2В, +3,3В; А = 18, 22, 26 – запись калибровочных коэффициентов по току +5В, -5,2В, +3,3В.	нет ответа
(4)(1)(A) – чтение значений опорного напряжения АЦП, либо калибровочных коэффициентов по напряжениям и токам: А = 6, 10, 14 – чтение калибровочных коэффициентов по напряжению; А = 18, 22, 26 – чтение калибровочных коэффициентов по току.	(4)(1)(A)(F1)(F2)(F3)(F4)
Запрос значения температуры	
(5)	(5)(T)*

*S – байт статуса состояний напряжений и токов; $0 \leq N < 3$ – запрос информации о напряжении;

$3 \leq N < 6$ – запрос информации о токе; F1...F4 – значение тока или напряжения;

A – адрес в EEPROM, с которого начнется запись или чтение; T – значение температуры.

В источнике питания заложена возможность изменения скорости передачи CAN-сообщений в пределах от 10 Кбит/с до 1 Мбит/с. По умолчанию скорость передачи в программе микроконтроллера АТmega выставлена на уровне 20 Кбит/с.

Заключение

Источники питания ЕвроНИП начали выпускаться в лаборатории электроники ОЭА в 2011 году. В настоящий момент собраны и запущены 6 источников. Разработка ЕвроНИП проводилась с учетом опыта разработок и использования предыдущих систем питания в ИФВЭ. Среди достоинств источников ЕвроНИП стоит отметить большую мощность, низкий коэффициент пульсаций, а также малый вес и удобство в эксплуатации.

Авторы пользуются случаем выразить благодарность Д.А. Васильеву и В.Н. Федорченко за помощь в реализации связи по CAN.

Список литературы

- [1] <http://www.meanwell.com/> – сайт фирмы-производителя модулей питания Mean Well.
- [2] <http://www.atmel.ru/> – сайт корпорации Atmel.
- [3] <http://www.gaw.ru/> – информационный портал электроники.
- [4] <http://www.nxp.com/> – сайт фирмы-производителя электроники Philip Semiconductors.

Рукопись поступила 3 октября 2011 г.

С.И. Букреева и др.

Источник питания электронной аппаратуры физических установок ИФВЭ.

Редактор Л.Ф. Васильева.

Подписано к печати	05.10.2011.	Формат 60 × 84/16.	Офсетная печать.
Печ.л. 0,75.	Уч.–изд.л. 1,06.	Тираж 80.	Заказ 74.
			Индекс 3649.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий
142281, Протвино Московской обл.

Индекс 3649

ПРЕПРИНТ 2011-19, ИФВЭ, 2011
