

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

И Ф В Э 79-171

ОЭА

1979, 892-

С.А. Зелепукин, Э.В. Осипов, В.С. Петров, В.А. Сергеев,
В.Я. Углеков

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ
ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ АППАРАТУРЫ
ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Серпухов 1979

С.А. Зелелукин, Э.В. Осипов, В.С. Петров, В.А. Сергеев,
В.Я. Углеков

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ
ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ АППАРАТУРЫ
ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Аннотация

Зелепукин С.А., Осипов Э.В., Петров В.С., Сергеев В.А., Углеков В.Я.

Система контроля напряжений источников питания аппаратуры физических экспериментальных установок. Серпухов, 1979.

12 стр. с рис. (ИФВЭ ОЭА 79-171).

Библиогр. 3.

Описана многоканальная (до 1024 каналов) система контроля напряжений источников питания, состоящая из аналогового коммутатора, цифрового вольтметра и специального контроллера, одновременно являющегося интерфейсом для подключения системы в качестве "блока" унифицированных электронных систем "Вектор" и СУММА.

Реализована система контроля за напряжениями источников питания ФЭУ многоцелевой экспериментальной установки "Марк" (256 каналов, точность измерений 0,2%, время измерений 500 мс на точку, определяемое характеристиками вольтметра). Созданное для ЭВМ HP-2100 программное обеспечение позволяет автоматически сравнивать напряжения источников питания ФЭУ с уставками (с необходимой диагностикой) в режимах постоянного контроля одного напряжения, программного выбора напряжений для контроля в произвольном порядке или автосканирования.

Abstract

Zelepukin S.A., Osipov E.V., Petrov V.S., Sergeev V.A., Uglekov V.Ya.

Power Supply Control System for Experimental Physical Apparatus. Serpukhov, 1979.

p. 12. (ИФЭР 79-171).

Refs. 3.

A multichannel power supply control system is described (up to 1024 channels). The system consists of analog multiplexer, digital voltmeter and special adapter-controller, to make the system a module of the "Vector"-SUMMA unified electronic systems.

The 256-channel PM power supply control system was realized for the Mark' multipurpose experimental apparatus (precision of measurements - 0,2%, time of measurement - 500 msec per point).

The HP-2100 computer software has been developed, which allowed to compare the PM power supply voltages with the preset limits automatically (one channel, random access or autoscan modes).

В настоящее время в методике проведения экспериментов широко используются временной и амплитудный анализ сигналов от систем сцинтилляционных и черенковских счётчиков. Это требует стабильности во времени выходных напряжений источников питания ФЭУ и необходимости их постоянного контроля. В рамках проведения экспериментов на многоцелевой экспериментальной физической установке "Марк" ^{/1/} была создана система контроля напряжений источников питания ФЭУ.

Система контроля напряжений (КН) представляет собой многоканальную систему (до 1024 каналов), обеспечивающую управляемый сбор постоянной или медленно меняющейся аналоговой информации, аналого-цифровое преобразование и ввод цифрового кода в ЭВМ через единый канал сбора информации на базе системы СУММА ^{/2/}. Принцип работы системы основан на коммутации аналоговых сигналов к входу одного измерительного устройства. Использование в современных экспериментальных установках нескольких сотен источников питания делает подобный подход экономически выгодным.

Система КН включает в себя адресуемый аналоговый коммутатор (АК) для передачи измеряемого напряжения, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) на базе цифрового вольтметра (ЦВ) VB1466 "Schlumberger" и контроллер системы, адресуемый заданный аналоговый канал измерения и передающий цифровой код измеренного напряжения на шины чтения канала каркаса системы СУММА.

Адрес требуемого входного канала транслируется контроллером системы на адресную шину КН и открывает соответствующие ключи АК. Одновременно с этим контроллер запускает ЦВ, который начинает аналого-цифровое преобразование измеряемого напряжения. По окончании преобразования ЦВ выставляет на шину данных системы КН цифровой код измеренного напряжения и выработывает сигнал готовности информации. По команде канала каркаса информация считывается в ЭВМ.

Общая блок-схема системы КН и структура адресации АК представлены на рис. 1.

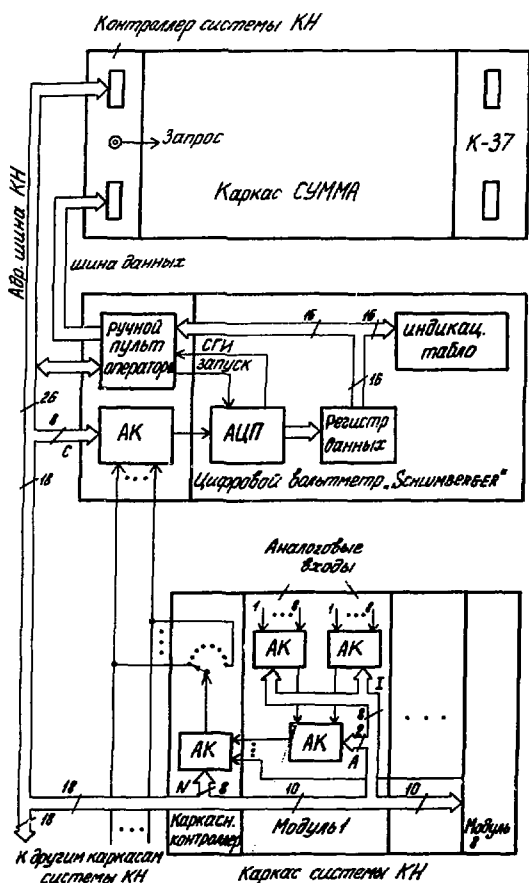


Рис. 1. Блок-схема системы контроля напряжений.

1. АНАЛОГОВЫЙ КОММУТАТОР

Аналоговый коммутатор осуществляет подключение входного канала измерения ко входу АЦП и структурно состоит из четырех ступеней: входного канала, подгруппы каналов, модуля, каркаса. Система КН может содержать до восьми каркасов по восемь модулей. Модуль состоит из двух подгрупп по восемь входных каналов в подгруппе. Каждый каркас содержит каркасный контроллер, который транслирует адрес заданного входного канала измерения I (8 разрядов), адрес подгруппы A (2 разряда), адрес модуля N (8 разрядов) с адресной шины КН на шину каркаса АК. Измеряемый аналоговый сигнал пропускается в АЦП, если заданный адрес каркаса C (8 разрядов) совпадает с его номером, определяемым положением переключателя на каркасном контроллере. Подобная адресная организация сделала систему КН гибкой и легко расширяемой. При значительном числе каналов адресная организация АК в основном определяет точность измерения, быстродействие системы, элементную сложность.

Основным элементом АК является аналоговый ключ, в качестве которого выбран ключ на полевом транзисторе, обладающий рядом преимуществ по сравнению с ключом на биполярном транзисторе^{/3/}.

Наиболее простой и в то же время обеспечивающей хорошую гальваническую развязку источника сигнала от цепи управления является схема аналогового ключа с "плавающим" затвором (рис. 2). Такой ключ характеризуется отсутствием остаточного напряжения на открытом транзисторе при коммутации постоянных или медленно изменяющихся аналоговых напряжений и более простой схемой управления. Ключ выполнен на транзисторе КП03Е, имеющем малое напряжение отсечки, что позволяет не только улучшить характеристики переключения за счет амплитуды управляющего сигнала, но и использовать для управления непосредственно выход интегральной схемы ТТЛ-логики без применения согласующих каскадов в цепи затвора.

Эквивалентная схема АК приведена на рис. 3. Абсолютная статическая погрешность ΔU определяется выражением^{/3/}

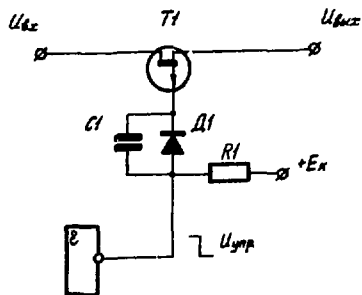


Рис. 2. Аналоговый ключ: Т1-КТ103Е, Д1-Д220, С1-5Г пф, R1-1 кОм.

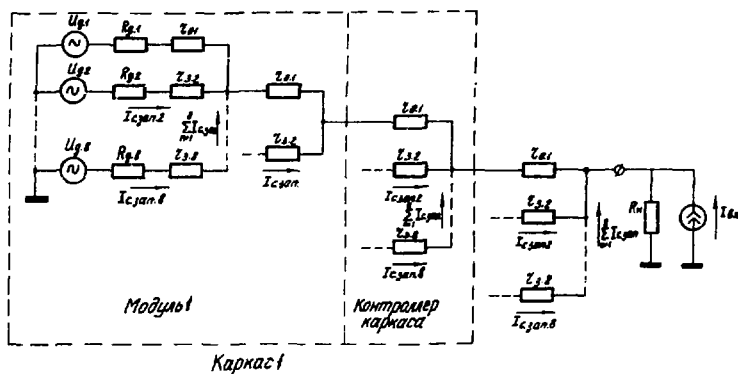


Рис. 3. Эквивалентная схема аналогового коммутатора.

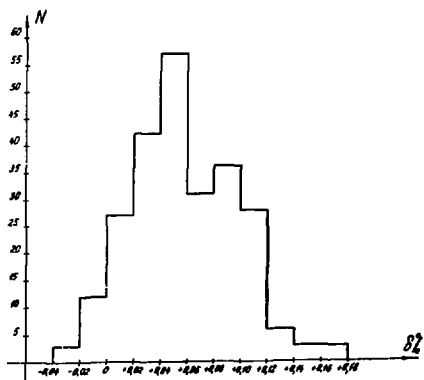


Рис. 4. Гистограмма распределения каналов по относительной точности измерений: N - число каналов; $\delta\%$ - относительная точность (Измерения проводились при нормальных условиях).

$$\Delta U = |U_{\text{ВЫХ}} - U_{\text{ВХ}}| = \left(\frac{R_H}{R_H + S r_o + R_d} - 1 \right) U_d + \frac{U_d}{r_3} r_o \sum_{k=1}^S k(n_k - 1) + \frac{U_d}{r_3} R_d \sum_{k=1}^S (n_k - 1) + I_{\text{с.з.}} r_o \sum_{k=1}^S k(n_k - 1) + I_{\text{с.з.}} R_d \sum_{k=1}^S (n_k - 1) + I_{\text{ВХ}} (R_d + S r_o), \quad (1)$$

где r_o – сопротивление открытого ключа; r_3 , $I_{\text{с.з.}}$ – сопротивление и ток стока закрытого ключа; U_d , R_d – напряжение и сопротивление датчика; S – число ступеней; k – номер ступени ($k = 1, 2, \dots, S$); n_k – число каналов в группе k -й ступени. Выражение (1) получено из предположения, что $U_d(i) = U_d$; $R_d(i) = R_d$; $I_{\text{с.з.}}(i) = I_{\text{с.з.}}$; $r_3(i) = r_3$ и $R_H \gg (r_o + R_d)$.

Так как в качестве нагрузки коммутатора используется цифровой вольтметр с $R_{\text{ВХ}} = 10^9$ Ом, то последнее допущение вполне оправдано.

Подставляя типовые значения параметров ключа на транзисторе КП103Е

$$I_{\text{с.з.}} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ А};$$

$$r_o \leq 1 \text{ кОм};$$

$$r_3 = 4 \cdot 10^8 \text{ Ом}$$

и учитывая, что сопротивление датчиков $R_d = 20$ кОм, получаем

$$\Delta U = 8,85 \cdot 10^{-4} \cdot U_d + 7,08 \cdot 10^{-4}. \quad (2)$$

Из формулы (2) можно получить значения абсолютной статистической погрешности для разных входных напряжений U_d . Экспериментальные исследования точности измерений для 256 каналов представлены на рис. 4.

2. КОНТРОЛЛЕР СИСТЕМЫ КН

Контроллер системы КН (рис. 5) предназначен для управления АК, ЦВ и передачи информации в канал каркаса системы СУММА. Управление про-

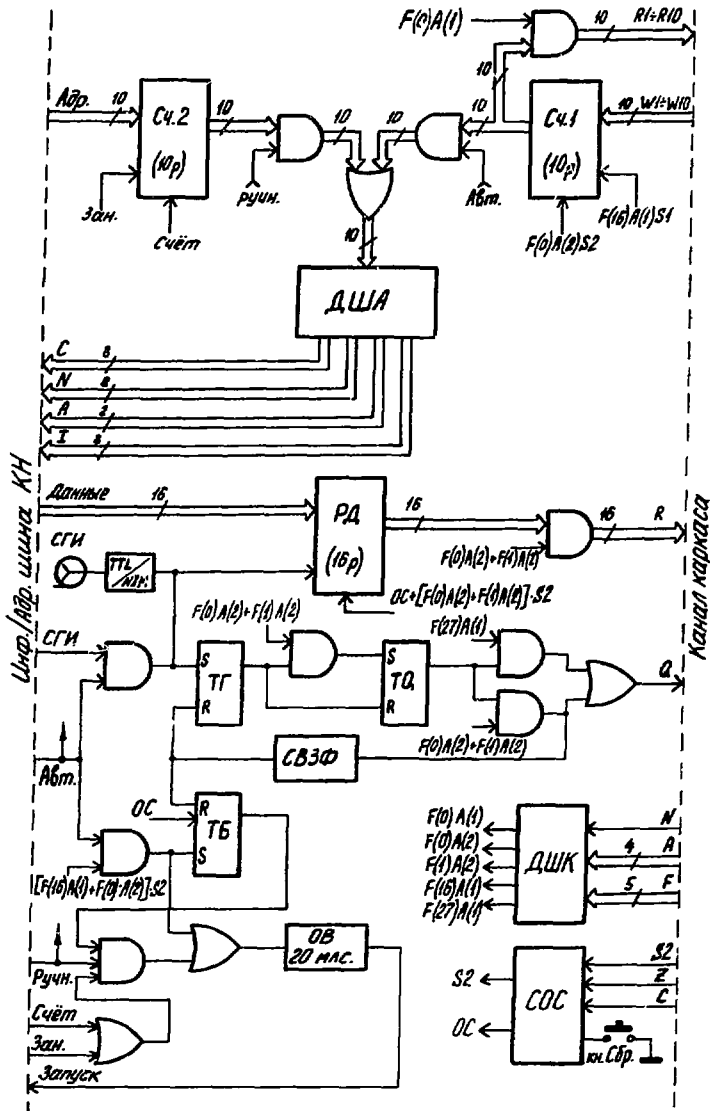


Рис. 5. Блок-схема контроллера системы контроля напряжений: Сч 1, Сч 2 - счётчики адреса; ДША - дешифратор адреса; РД - регистр данных; ДШК - дешифратор команд; СОС - схема общего сброса; ОБ - одновибратор; ТГ - триггер готовности; ТБ - триггер блокировки; ТQ - триггер наличия информации; СВЗФ - схема выделения заднего фронта.

цессом измерения осуществляется по командам канала каркаса либо по командам с операторского пульта.

Адрес входного канала заносится по команде записи **F (16)**. Строб-импульс **S1** канала каркаса стробирует двоичный адрес входного канала в счётчик адреса Сч 1, а строб-импульсом **S2** запускается одновибратор (ОВ), который формирует сигнал запуска ЦВ. Длительность сигнала запуска определяется характеристиками ЦВ и составляет 20 мкс. Адрес входного канала преобразуется дешифратором адреса (ДША) в линейный код, который поступает на адресную шину КН. Одновременно с запуском ОВ триггер блокировки (ТБ) устанавливается в состояние "1" и запрещает запуск ЦВ с операторского пульта. Информация из ЦВ по шине данных КН поступает в контроллер и сигналом готовности информации (СГИ), вырабатываемым ЦВ, заносится в регистр данных (РД). Сигнал СГИ передается в ЭВМ как сигнал прерывания и одновременно устанавливает в "1" триггер готовности (ТГ). Чтобы исключить вероятность потери слова информации при поступлении СГИ в момент выполнения контроллером команд чтения, предусмотрен триггер ТQ, который устанавливается в состояние "1", если ТГ был в состоянии "1" и отсутствовала команда чтения. Выход триггера ТQ является сигналом Q канала каркаса и означает наличие информации в регистре РД. Состояние триггера ТQ можно проверить командой **F (27)**. Триггеры ТГ, ТQ, ТБ и регистр РД сбрасываются в состояние "0" по окончании команд чтения.

Чтение цифровой информации по R-линиям канала каркаса осуществляется по командам **F (0) A (2)**, либо **F (1) A (2)**. Команда **F (0) A (2)** используется для автоматического сканирования адресов входных каналов, поэтому одновременно со сбросом в исходное состояние регистра РД и триггеров ТГ, ТQ, ТБ наращивается на единицу счётчик адреса Сч 1, устанавливается в "1" триггер блокировки и запускается одновибратор. По команде **F (1) A (2)** происходит обычное чтение информации без нового запуска цикла измерения. Эта команда используется совместно с командой записи **F (16)** для выборочного контроля требуемого входного канала.

Текущий адрес входного канала можно проверить по команде чтения $F(0)A(1)$. При этом состояние счётчика Сч 1 передается на шины чтения $R1 - R10$ канала каркаса.

Счётчик адреса Сч 2 предназначен для работы в ручном режиме измерения. Наличие двух адресных счётчиков и схем блокировки позволяет проводить ручные измерения независимо от автоматических, не искажая заданного от ЭВМ адреса входного канала и полученной цифровой информации. Если переключение в ручной режим происходит в момент измерения входного канала, адресуемого от ЭВМ, то адрес, набранный на пульте оператора, и запуск ЦВ блокируются до окончания текущего измерения.

В таблице приведены команды канала каркаса, выполняемые контроллером. Конструктивно контроллер выполнен в виде модуля системы СУММА шириной 20 мм.

Таблица

Список команд блока БКН

N	A(1)	F(0)	- чтение содержимого адресного счётчика
N	A(2)	F(0)	- чтение информации с последующим автоматическим наращиванием адреса аналогового канала
N	A(2)	F(1)	- чтение информации
N	A(0)	F(16)	- запись адреса входного аналогового канала
N	A(0)	F(27)	- проверка окончания преобразования

3. РЕЖИМЫ РАБОТЫ

Учитывая особенности использования системы КН на экспериментальной физической установке, предусмотрены следующие режимы работы: автоматический режим измерения; ручной режим измерения; калибровочный режим; режим "внешнее измерение".

Система КН имеет специально разработанный пульт оператора, вмонтированный в ЦВ, с помощью которого осуществляется переключение режимов работы и управление системой в ручном режиме.

В автоматическом режиме управление работой системы КН и задание адреса входного канала измерения осуществляются по командам ЭВМ, как описано выше. Полученная цифровая информация считывается в ЭВМ.

В ручном режиме управление работой и контроль измеряемого напряжения осуществляются оператором. Для этого на операторском пульте имеется три кодовых переключателя, с помощью которых устанавливается адрес измеряемого канала, и две кнопки, управляющие работой системы КН. При нажатии кнопки "занесение" адрес установленный на кодовых переключателях, заносится в счётчик адреса Сч 2, преобразуется в линейный код в ДША и передается на адресную шину КН. Одновременно запускается ОВ, который вырабатывает сигнал запуска ЦВ. Измеренное значение входного канала в контроллер не передается, а высвечивается на индикационном табло ЦВ. Кнопкой "занесение" можно осуществлять операторский контроль одного входного канала. Вторая кнопка "счёт" предназначена для последовательного контроля входных каналов измерения начиная с адреса, заданного с помощью кодовых переключателей. При нажатии кнопки "счёт" адресный счётчик Сч 2 в контроллере наращивается на единицу и вырабатывается импульс запуска ЦВ. Измеренное значение входного канала также высвечивается на индикационном табло.

При калибровочном режиме производится настройка ЦВ по эталонному напряжению и установка нулевого напряжения.

Режим "внешнее измерение" позволяет использовать ЦВ в качестве обычного вольтметра. На операторской панели имеется переключатель диапазонов измеряемого напряжения (2 В, 20 В, 200 В).

Первая очередь системы контроля напряжения, включающая 256 входных каналов, применялась для измерения напряжения источников питания, в качестве которых использовались стойки "Мел".

В стойке "Мел" имеются блоки делителей напряжения БКЗ-02, которые применяются для визуального контроля выходного напряжения на статическом вольтметре, входящем в состав стойки. Для использования стоек "Мел" в качестве датчиков системы КН в блоки БКЗ-02 были введены дополнительные делители, выходы которых поступали на входы каналов измерения. При этом работоспособность статического вольтметра не нарушается.

Разработанное для ЭВМ НР-2100 программное обеспечение системы КН представляет собой модульный пакет программ, который контролирует напряжения источников питания ФЭУ и информирует пользователя об отклонениях напряжений источников питания за допустимые пределы.

Время измерения одного канала составляет 500 мкс и определяется характеристиками помехоподавляющего фильтра ЦВ. Диапазон измеряемых напряжений равен 0 ± 2 В.

Эксплуатация системы контроля напряжений на экспериментальной установке "Марк" показала надежность системы и удобство работы с ней.

В заключение авторы выражают благодарность В.М. Кутьину, С.А. Акименко за предоставленную возможность работы на канале, Ю.Н. Симонову и В.А. Кренделеву - за поддержку и интерес к работе.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. С.А. Акименко, В.И. Белоусов, А.М. Блик и др. Материалы II Всесоюзного семинара по обработке физической информации. Сб. тезисов докладов, изд-во "Наука", Каз. ССР, Алма-Ата, 1978 г., стр. 71.
2. В.Г. Рыбаков. Препринт ИФВЭ 75-141, Серпухов, 1975.
3. Н.М. Гибадулин, В.И. Ободзинский, Э.К. Туфлин. Проектирование аналоговых коммутаторов на полевых транзисторах с р-п-переходом. Вып. 17, Новосибирск, ЦНТИ, 1971 г.

Рукопись поступила в издательскую группу
26 ноября 1979 года.



Цена 7 коп.

© - Институт физики высоких энергий, 1979.

Издательская группа И Ф В Э

Заказ 1114. Тираж 250. 0,6 уч.-изд.л. Т-19792.

Декабрь 1979. Редактор М.Л. Фоломешкина.