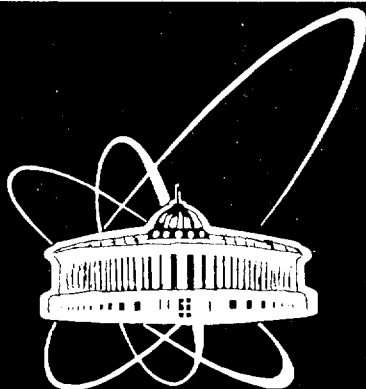




XJ9900283



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Дубна**

**P10-99-63**

**Э.З.Голованова, Е.А.Горская, В.М.Добрянский,  
А.М.Маканькин, В.И.Пузынин, В.Н.Самойлов,  
А.В.Чекер**

**КОМПЛЕКС ПРОГРАММ КОНТРОЛЯ  
СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ  
СЛОЖНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

**30 - 45**

✓

**1999**



## **Введение**

Данная работа представляет собой описание комплекса программ для системы дистанционного автоматического контроля работы устройств гарантированного питания. Система выполнена на базе крейта VME с процессором VM-40 (MC68040) с операционной системой OS-9 и персонального компьютера под управлением WINDOWS NT и инструментального пакета LabVIEW. Как программное обеспечение, так и интерфейсные модули в стандарте шины VME, предназначенные для измерения параметров энергоснабжения, были разработаны в Научном центре прикладных исследований ОИЯИ. Система создана для использования при проведении сложных физических экспериментов.

## **1. Основное назначение и краткая характеристика объекта контроля**

Контроль системы энергоснабжения имеет решающее значение в ходе подготовки и проведения сложного эксперимента, поскольку неудовлетворительное состояние системы электропитания и даже любые одиночные нарушения в системе могут привести к недостоверным результатам эксперимента.

Контролируемая система энергоснабжения может состоять из ряда устройств гарантированного питания. В текущий момент времени контролируются те источники питания, которые находятся под нагрузкой. При переходе на резервный источник питания система контроля фиксирует этот переход и начинает выполнять контроль вошедшего в работу резервного устройства гарантированного питания.

Контроль параметров выполняется на входах и выходах устройств питания и на входах и выходах распределительных щитов.

Контроль осуществляется по каждой фазе переменного напряжения.

На входах устройств гарантированного питания контролируются следующие параметры:

- наличие и среднеквадратичное (эффективное) значение напряжения;
- значение частоты синусоидального напряжения;
- фиксация перехода на питание от резервных устройств гарантированного питания.

На выходе устройств гарантированного питания контролируются:

- наличие и среднеквадратичное (эффективное) значение напряжения;
- значение частоты синусоидального напряжения;
- критичное пропадание напряжения;
- нагрузка по мощности на агрегатах;
- синусоидальный сигнал мгновенных значений напряжения.

На входе распределительных щитов выполняется контроль следующих параметров:

- наличия и среднеквадратичного (эффективного) значения напряжения;
- значения частоты синусоидального напряжения;
- критичного пропадания напряжения;
- нагрузки по мощности на источнике переменного тока;
- синусоидального сигнала мгновенных значений напряжения (форма синусоиды);

На выходе распределительных щитов контролируются токовые нагрузки по всем аппаратурным комплексам, подключенным к устройствам питания.

## 2. Описание программно-технической платформы

Структурная схема программно-технических средств системы контроля параметров энергоснабжения приведена на рис. 1.

По используемым техническим средствам и выполняемым функциям система контроля делится на две подсистемы:

- подсистему измерения;
- подсистему отображения.

Подсистема измерения является удаленной частью системы контроля и выполняется на базе крейта VME [6]. Крейт VME включает в себя процессорный модуль VM-40, накопитель на жестком диске и дисковод для 3,5-дюймовых дискет. Кроме того, в слотах крейта располагаются интерфейсные модули, которые обеспечивают измерение и передачу значений измеряемых параметров в процессор крейта. Для этого были разработаны модули трех видов:

- модуль контроля частот **FREAK**, с помощью которого измеряются частотные характеристики генераторов напряжений;
- модуль контроля входных токов и напряжений **VOLTCURR**, с помощью которого измеряются характеристики тока и напряжения генераторов;
- модуль контроля выходных токов **CURRENT**, с помощью которого измеряются нагрузочные характеристики на выходах распределительных щитов.

Аппаратно-интерфейсные модули взаимодействуют с процессорным модулем VM-40 посредством шинного интерфейса VME, который работает под управлением операционной системы реального времени OS-9.

Программная часть подсистемы измерения включает в себя программы ввода и программы первичной обработки измеряемых значений контролируемых параметров. Эти программы выполняются процессором крейта VME.

Программы сбора и первичной обработки разработаны с помощью инструментальных средств фирмы Microsoft, составляющих фундаментальную часть Professional OS-9, а именно:

- системные программные компоненты - драйверы интерфейсных модулей, обеспечивающие ввод контролируемых данных, - написаны на языке Masco Assembler OS-9;
- обрабатывающие программы, программы управления вводом и программы взаимодействия с подсистемой отображения написаны на языке Microsoft C, который является точным исполнением стандарта K&R с расширением Berkeley UNIX.

При разработке программ были использованы библиотеки подпрограмм, входящие в состав программного обеспечения Professional OS-9 и обеспечивающие выполнение функции ядра real-time OS-9.

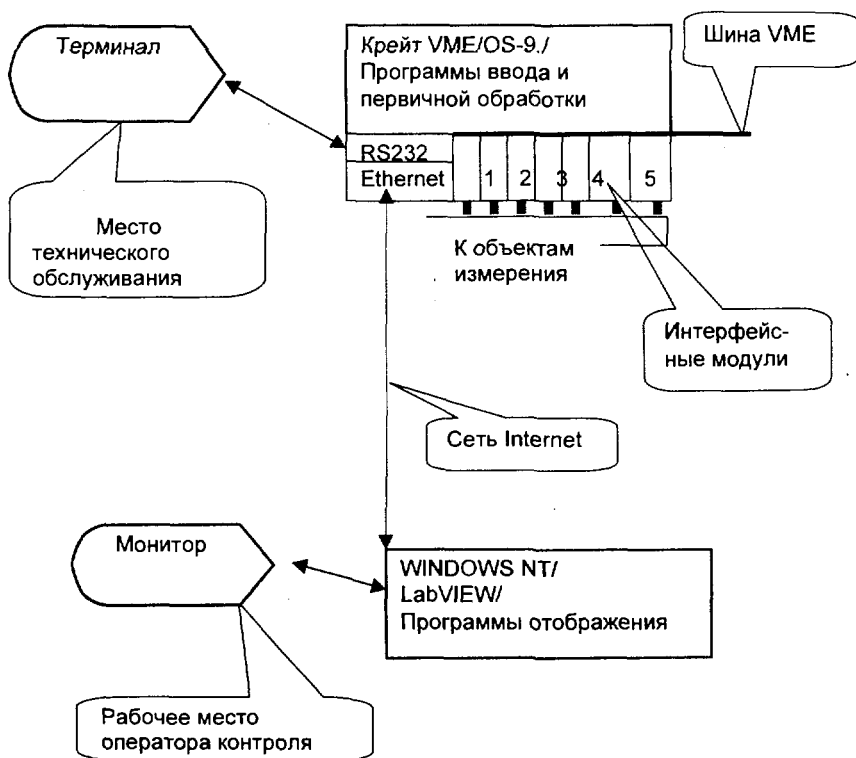


Рис.1. Структурная схема программно-технических средств системы контроля параметров энергоснабжения

Подсистема отображения служит для организации рабочего места оператора контроля. В функции оператора входят:

- в ходе подготовки и проведения опыта управление процессом контроля;
- в ходе проведения опыта наблюдение за состоянием системы энергоснабжения и запись контролируемых параметров в архив;
- после проведения опыта анализ состояния системы энергоснабжения по архивным данным.

Подсистема отображения выполнена на базе персонального компьютера, работающего под управлением WINDOWS NT. Все программное обеспечение подсистемы отображения разработано и функционирует на базе программных средств пакета LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) американской фирмы National Instruments [1-5].

Между подсистемой измерения и подсистемой отображения устанавливается сетевое соединение (модем или плата Ethernet) и протокол на уровне TCP/IP, по которому взаимодействуют программы из среды OS-9 и программы из среды LabVIEW. При этом подсистема измерения выступает в роли сервера, а подсистема отображения - в роли клиента.

## **2.1. Описание программного обеспечения подсистемы измерения**

### **2.1.1. Описание логической структуры**

Структурная схема программного обеспечения (ПО) подсистемы измерения представлена на рис. 2.

ПО подсистемы измерения состоит из функционального программного обеспечения, тестового программного обеспечения и системного программного обеспечения.

В состав функционального программного обеспечения входит набор программ, обеспечивающих функционирование измерительной подсистемы. К ним относятся:

- Управляющая программа PARENT, предназначенная для управления работой крейта. Управление выполняется по командам оператора контроля, которые он задает из подсистемы отображения с персонального компьютера.
- Обработывающие программы Wpk\_wp, Wpk\_ui и Wpk\_wt предназначены для ввода данных с интерфейсных модулей и обработки этих данных в темпе их поступления. Каждый интерфейсный модуль обслуживается отдельной программой, и поэтому, если в слотах крейта имеется несколько одинаковых интерфейсных модулей, столько же одинаковых обрабатывающих программ запускается на выполнение.

Тестовое программное обеспечение предназначено для автономных проверок аппаратно-технических средств контроля системы энергоснабжения. Тестовое ПО состоит из набора тестов для каждого интерфейсного модуля:

- программа O\_wp предназначена для тестирования платы **FREAK**;
- программа O\_ui предназначена для тестирования платы **VOLTCURR**;
- программа O\_wt предназначена для тестирования платы **CURRENT**.

К системному программному обеспечению (помимо базовых программных средств, таких как операционная система OS-9) относятся драйверы, специально разработанные для интерфейсных модулей измерительной системы.

- Драйвер WP\_x предназначен для управления работой интерфейсного модуля контроля частотных характеристик **FREAR**. Драйвер работает с тремя дескрипторами (управляющими блоками), соответствующими трем режимам работы интерфейсной платы **FREAR**: WP\_t - тестовый режим, WP\_iz - режим измерения, WP\_izc - режим измерения с контролем.

- Драйвер UI\_x предназначен для управления работой интерфейсного модуля контроля входных токов и напряжений **VOLTCURR**. Драйвер работает с тремя дескрипторами (управляющими блоками), соответствующими трем режимам работы интерфейсной платы **VOLTCURR**: UI\_t - тестовый режим, UI\_iz - режим измерения, UI\_izc - режим измерения с контролем.
  - Драйвер WT\_x предназначен для управления работой интерфейсного модуля контроля выходных токов **CURRENT**. Драйвер работает с тремя дескрипторами (управляющими блоками), соответствующими трем режимам работы интерфейсной платы **CURRENT**: WT\_t - тестовый режим, WT\_iz - режим измерения, WT\_izc - режим измерения с контролем.
- Все драйверы работают в режиме обработки прерываний.

### 2.1.2. Алгоритм работы подсистемы измерения

Сразу же после загрузки OS-9 автоматически запускается управляющая программа PARENT. Выполнение программы начинается с инициализации соединительного узла socket в рамках протокола TCP/IP для связи с подсистемой отображения. Далее программа PARENT встает на бесконечный цикл ожидания управляющих команд от оператора контроля. Получив очередную команду, программа PARENT выполняет соответствующие этой команде действия. Перечень команд и выполняемые действия программы приведены в табл. 1.

Обрабатывающая программа Wpk\_wр запускается из программы PARENT. Программа Wpk\_wр выполняет контроль частоты входных токов и напряжений. При инициализации программа открывает доступ к работе с интерфейсной платой **FREAK** (в заданном режиме) путем включения в список устройств (функция attach) одного из дескрипторов драйверов WP\_x:

- дескриптор WP\_t для управления платой в режиме ТЕСТ;
- дескриптор WP\_iz - в режиме ИЗМЕРЕНИЕ;
- дескриптор WP\_izc - в режиме ИЗМЕРЕНИЕ с КОНТРОЛЕМ.

Далее выполняется цикл:

- ввода выборок со значениями периодов напряжений в условных единицах;
  - обработка данных в соответствии с заданным режимом;
  - расчет частотных характеристик;
  - определение средних значений частот за период выборки;
- передача сообщений с результатами обработки через гнездо socket подсистеме отображения.

В цикле проверяется, нет ли команд управления от программы PARENT. Если приходит команда "конец работы", программа закрывает доступ к работе с интерфейсной платой **FREAK** и завершает работу.

Обрабатывающая программа Wpk\_ui запускается из программы PARENT. Программа Wpk\_ui выполняет контроль входных токов и напряжений. При инициализации программы открывается доступ к работе в заданном режиме с интерфейсной платой **VOLTCURR** путем включения в список устройств (функция attach) одного из дескрипторов драйвера UI\_x:

- дескриптор UI\_t для управления платой в режиме ТЕСТ;
- дескриптор UI\_iz - в режиме ИЗМЕРЕНИЕ;
- дескриптор UI\_izc - в режиме ИЗМЕРЕНИЕ с КОНТРОЛЕМ.

Далее выполняется бесконечный цикл:

- ввод выборок точечных значений токов и напряжений в условных единицах;
- обработка введенных данных в соответствии с заданным режимом;
- расчет среднеквадратичных (эффективных) значений токов и напряжений;
- расчет потребляемых мощностей;

- передача полученных результатов в подсистему отображения и управления.

В цикле проверяется, нет ли команд управления от программы PARENT. Если приходит команда "конец работы", программа Wpk\_ui закрывает доступ к работе с платой **VOLTCURR** и завершает свою работу.

Обрабатывающая программа Wpk\_wt запускается на выполнение управляющей программой PARENT. Программа Wpk\_wt выполняет контроль выходных токовых нагрузок. При инициализации программа открывает доступ к работе в заданном режиме с интерфейсной платой **CURRENT** путем включения в список устройств (функция attach) одного из дескрипторов WT\_x:

- дескриптор WT\_t для управления платой в режиме ТЕСТ;
- дескриптор WT\_iz - в режиме ИЗМЕРЕНИЕ;
- дескриптор WT\_izc - в режиме ИЗМЕРЕНИЕ с КОНТРОЛЕМ.

Далее выполняется бесконечный цикл:

- ввод выборок усредненных значений токов в условных единицах;
- обработка введенных данных в соответствии с заданным режимом;
- расчет средних значений токов на данной выборке;
- передача полученных результатов подсистеме отображения и управления.

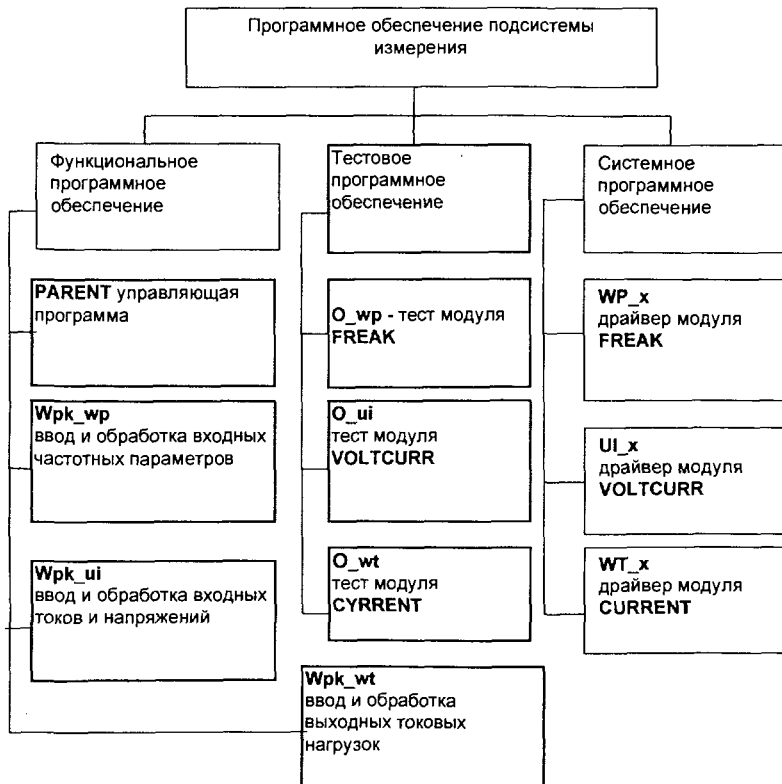


Рис. 2. Структурная схема программного обеспечения подсистемы измерения



Таблица 1

Управляющие команды	Выполняемые действия
<p>HP [batch-file] Команда начать работу. Параметр batch-file указывает на имя стартового файла, по которому выполняется загрузка и запуск остальных программ подсистемы измерения</p>	<p>Программа PARENT открывает стартовый файл (если параметр опущен, открывается файл с именем START_CHECK), формирует необходимые параметры и запускает указанные в файле обрабатывающие программы на выполнение</p>
<p>MO&lt; b&gt; &lt;mode&gt; Команда изменить режим контроля в указанной точке системы энергоснабжения. b - мнемоническое обозначение контролируемой точки: in -входная, out - выходная, too -обе точки. mode - режим контроля, на который надо переключиться</p>	<p>Программа PARENT запускает обрабатывающую программу, контролирующую точку b с новым параметром mode</p>
<p>PE &lt;b&gt; &lt;time&gt; Команда изменить период скважности контроля в указанной точке системы энергоснабжения. Параметр b - мнемоническое обозначение контролируемой точки. Параметр time - период скважности</p>	<p>Программа PARENT запускает обрабатывающую программу, контролирующую точку b с новым параметром time</p>
<p>KP Команда завершить работу</p>	<p>Программа PARENT завершает работу всех обрабатывающих программ и встает на ожидание новых команд от подсистемы отображения и управления. Если программа PARENT получает команду KP, когда не запущена ни одна из обрабатывающих программ, она завершает свою работу</p>

В цикле проверяется, нет ли команд управления от программы PARENT. Если приходит команда "конец работы", программа закрывает доступ к работе с платой CURRENT и завершает свою работу.

Алгоритм функционирования драйвера WP\_x полностью соответствует алгоритму работы стандартного драйвера последовательного посимвольного доступа, за исключением того, что по одному сигналу готовности (прерыванию) вводится не один байт, а девять байтов.

Алгоритм функционирования драйвера UI\_x полностью соответствует алгоритму стандартного драйвера последовательного посимвольного доступа за

исключением того, что по одному сигналу готовности (прерыванию) вводится не один байт, а читаются из банка данных платы **CURRENT** 121 байта.

Алгоритм функционирования драйвера **WT\_x** полностью соответствует алгоритму стандартного драйвера последовательного посимвольного доступа за исключением того, что по одному сигналу готовности (прерыванию) вводится не один байт, а семерка байтов.

### 2.1.3. Вызов и загрузка программ

Загрузка программ подсистемы измерения в оперативную память выполняется автоматически при входе в операционную систему OS-9: команды загрузки программных модулей (**load**) включаются в файл **.login**, который выполняется при входе пользователя в систему.

Команда вызова программы **PARENT** также включается в файл **.login**. Командная строка вызова имеет вид

**WP\_PARENT** <host> <port>, где

- **WP\_PARENT** - имя загрузочного модуля программы **PARENT**;
- <host> - сетевое имя сервера, на котором находится подсистема отображения и управления;
- <port> - младший номер порта (гнезда **socket**).

Вызов и загрузка программы **Wpk\_wp** выполняются программой **PARENT** при наличии соответствующей команды в **batch-file**.

Командная строка запуска программы **Wpk\_wp** имеет вид

**Wpk\_wp** <host> <port> <Tskv><mode> <T> <loop>, где

- <host> - сетевое имя сервера с подсистемой отображения и управления;
- <port> - младший номер порта (гнезда **socket**);
- <Tskv> - период скважности контроля - периодичность передачи в подсистему отображения контролируемых параметров;
- < mode> - режим работы интерфейсной платы **FREAK**:
- **mode=t** - работа в режиме **ТЕСТ**;
- **mode=c** - работа в режиме **ИЗМЕРЕНИЕ** с **КОНТРОЛЕМ**;
- **mode=l** - работа в режиме **ИЗМЕРЕНИЕ**;
- <T> - время выборки - период времени, на котором производится накопление данных, их обработка и усреднение;
- <loop> - число циклов обработки (число выборок).

Вызов и загрузка программы **Wpk\_ui** выполняется программой **PARENT** при наличии соответствующей команды в **batch-file**.

Командная строка запуска программы **Wpk\_ui** имеет вид

**Wpk\_ui** <host> <port> <Tskv> <mode> <T> <loop>, где

- <host> - сетевое имя сервера с подсистемой отображения и управления;
- <port> - младший номер порта (гнезда **socket**);
- <Tskv> - период скважности контроля - периодичность передачи в подсистему отображения контролируемых параметров;
- < mode> - режим работы интерфейсной платы **VOLTcurr**:
- **mode=t** - работа в режиме **ТЕСТ**;
- **mode=c** - работа в режиме **ИЗМЕРЕНИЕ** с **КОНТРОЛЕМ**;
- **mode=l** - работа в режиме **ИЗМЕРЕНИЕ**;
- <T> - время выборки - период времени, за который производится накопление данных, их обработка и усреднение;
- <loop> - число циклов обработки.

Вызов и загрузка программы **Wpk\_wt** выполняется программой **PARENT** при наличии соответствующей команды в **batch-file**.

Командная строка запуска программы **Wpk\_wt** имеет вид

**Wpk\_wt**<host> <port> <Tskv> <mode> <T> <loop>, где

- <host> - имя сервера с системой отображения и управления в сети;
- <port> - младший номер порта (гнезда socket);
- <Tskv> - период скважности контроля - периодичность передачи в подсистему отображения и управления контролируемых параметров;
- <mode> - режим работы интерфейсной платы **CURRENT**:
- mode=t - работа в режиме ТЕСТ;
- mode=c - работа в режиме ИЗМЕРЕНИЕ с КОНТРОЛЕМ;
- mode=l - работа в режиме ИЗМЕРЕНИЕ;
- <T> - время выборки - период времени, за который производится накопление данных, их обработка и усреднение;
- <loop> - число циклов обработки (число выборок).

#### **2.1.4. Входные и выходные данные**

##### **2.1.4.1. Входные и выходные данные программы PARENT**

###### **2.1.4.1.1. Входные данные программы PARENT**

Входными данными для программы PARENT являются стартовый файл batch-file и команды, поступающие через порт в сети Internet от подсистемы отображения и управления. Перечень команд управления приведен в таблице 1.

###### **2.1.4.1.2. Выходные данные программы PARENT**

Выходными данными программы PARENT являются стартовые параметры, с помощью которых управляющая программа PARENT изменяет работу обрабатывающих программ.

##### **2.1.4.2. Входные и выходные данные программы Wpk\_wp**

###### **2.1.4.2.1. Входные данные программы Wpk\_wp**

Входными данными для программы Wpk\_wp являются выходные данные драйвера WP\_x, структура которых приведена в таблице 2 и описана ниже в разделе "Входные и выходные данные драйвера WP\_x".

###### **2.1.4.2.2. Выходные данные программы Wpk\_wp**

Выходными данными программы Wpk\_wp являются сообщения, передаваемые подсистеме отображения и управления. Сообщения могут быть двух видов: о результатах тестирования платы **FREAK** и результатах контроля частоты входного напряжения.

Сообщение о результатах тестирования имеет вид

testf\_cmd <ups> <test>, где

- <ups> - мнемоническое имя тестируемой платы;
- <test> - результат тестирования – test = 0 - норма, test = -1 - отказ.

Сообщение о результатах контроля системы энергоснабжения имеет вид freq\_cmd <ups> <f> <e>, где

- <ups> - мнемоническое имя контролируемого входа;
- <f> - среднее значение частоты на данный момент, а <e> - число нарушений на входе за период последней выборки.

### **2.1.4.3. Входные и выходные данные программы Wprk\_ui**

#### **2.1.4.3.1. Входные данные программы Wprk\_ui**

Входными данными для программы Wprk\_ui являются выходные данные драйвера UI\_x, структура которых приведена в таблице 3 и описана ниже в разделе "Входные и выходные данные драйвера UI\_x".

#### **2.1.4.3.2. Выходные данные программы Wprk\_ui**

Выходными данными программы Wprk\_ui являются сообщения, передаваемые подсистеме отображения и управления. Сообщения могут быть двух видов: о результатах тестирования платы **VOLTcurr** и результатах контроля входных токов и напряжений.

Сообщение о результатах тестирования имеет вид

test\_cmd <ups> <test>, где

- <ups> - мнемоническое имя тестируемой платы;
- <test> - результат тестирования - test=0 - норма, test=-1 - отказ.

Сообщение о результатах контроля системы энергоснабжения имеет вид voltage\_cmd <ups> <va> <vb> <vc> <ea> <eb> <ec>, где

- <ups> - это мнемоническое имя входа;
- <va>, <vb>, <vc> - среднеквадратичные значения входных напряжений по фазам;
- <ea>, <eb>, <ec> - число пропаданий напряжений, соответствующих фазам, на текущей выборке;

power\_cmd <ups> <pa> <pb> <pc>, где

- <ups> - это мнемоническое имя входа;
- <pa>, <pb>, <pc> - значения потребляемых мощностей;

sin\_cmd <ups> <f> <v>, где

- <ups> - это мнемоническое имя входа;
- <f> это фаза (a,b,c);
- <v> - точечные значения напряжений.

### **2.1.4.4. Входные и выходные данные программы Wprk\_wt**

#### **2.1.4.4.1. Входные данные программы Wprk\_wt**

Входными данными для программы Wprk\_wt являются выходные данные драйвера WT\_x, структура которых приведена в таблице 4 и описана ниже в разделе "Входные и выходные данные драйвера WT\_x".

#### **2.1.4.4.2. Выходные данные программы Wprk\_wt**

Выходными данными программы Wprk\_wt являются сообщения, передаваемые подсистеме отображения и управления. Сообщения могут быть двух видов: о результатах тестирования платы **CURRENT** и результатах контроля выходных токовых нагрузок.

Сообщение о результатах тестирования имеет вид

testcu\_cmd <ups> <test>, где

- <ups> - мнемоническое имя тестируемой платы;
- <test> - результат тестирования - test=0 - норма, test=-1 - отказ.

Сообщения о результатах контроля выходных токов системы энергоснабжения имеет вид

cu\_cmd <ups> <ak> <ia> <ib> <ic>, <ea> <eb> <ec>, где

- <ups> - мнемоническое имя распределительного щита;

- <ak> - номер канала;
- <ia>, <ib>, <ic> - средние значения токовых нагрузок по фазам;
- <ea>, <eb>, <ec> - число нарушений в электропитании соответственно по фазам.

#### **2.1.4.5. Входные и выходные данные драйвера интерфейсной платы FREAK WP\_x**

##### **2.1.4.5.1. Входные данные драйвера интерфейсной платы FREAK WP\_x**

Входными данными драйвера WP\_x является последовательность байтов, которая вводится с платы FREAK за одно прерывание.

Периодичность готовности данных с платы FREAK равна 0,5 с. По одному прерыванию читается девять байтов. Значения этих байтов приведены в табл. 2.

Служебный байт формируется встроенными аппаратными средствами контроля и несет в себе следующую информацию:

- в младшие четыре разряда заносятся признаки (единицы) выхода значений частоты за допустимые пределы на соответствующих контролируемых входах;
- в пятый и шестой разряды заносится признак режима, в котором плата в данный момент функционирует:
  - 00 - режим ИЗМЕРЕНИЕ с КОНТРОЛЕМ;
  - 01 - режим ТЕСТ;
  - 10 - режим ИЗМЕРЕНИЕ.

Разряды 7 и 8 не несут никакой информации и всегда равны нулю.

##### **2.1.4.5.2. Выходные данные драйвера интерфейсной платы FREAK WP\_x**

Выходными данными для драйвера WP\_x являются данные, которые драйвер заносит в буфер обрабатываемой программы, порядок их расположения в буфере соответствует структуре данных, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Номер байта	Значение байта	Значение слова
1	Младший байт слова	Значение периода частоты на первом входе
2	Старший байт слова	
3	Старший байт слова	Значение периода частоты на втором входе
4	Младший байт слова	
5	Старший байт слова	Значение периода частоты на третьем входе
6	Младший байт слова	
7	Старший байт слова	Значение периода частоты на четвертом входе
8	Младший байт слова	
9	Служебный байт	

#### **2.1.4.6. Входные и выходные данные драйвера интерфейсной платы VOLTCURR UI\_x**

##### **2.1.4.6.1. Входные данные драйвера интерфейсной платы VOLTCURR UI\_x**

Входными данными для драйвера UI\_x является последовательность байтов, которая вводится за одно прерывание.

Периодичность готовности данных с платой VOLTCURR равна примерно 9 мс.

По одному прерыванию читается банк данных, состоящий из 121 байта, которые составляют 5 последовательных отсчетов мгновенных значений входных напряжений и токов по трем фазам от двух входов (120 байтов) и одно служебное слово.

Структура одной пачки приведена в табл.3.

Служебный байт формируется встроенными аппаратными средствами контроля и несет в себе следующую информацию:

- в младшие шесть разрядов заносятся признаки (единицы) пропадания напряжения на соответствующих контролируемых входах;
- седьмой разряд указывает на режим, в котором плата в данный момент работает:
  - 1 - режим ИЗМЕРЕНИЕ с КОНТРОЛЕМ,
  - 0 - режим ТЕСТ;
- восьмой разряд указывает на номер банка данных, готовых для чтения:
  - 0 - первый банк,
  - второй банк.

**2.1.4.6.2. Выходные данные драйвера интерфейсной платы VOLTcurr UI\_x**

Выходными данными для драйвера UI\_x являются последовательности байтов, которые драйвер заносит в буфер обрабатываемой программы. Порядок и структура данных в буфере соответствуют структуре входного потока, приведенной в табл.3, только между каждой пятеркой отсчетов стоит еще служебный байт.

Таблица 3

Номер байта	Значение байта в слове	Номер фазы	Номер входа	Значение слова
1	Младший	1	1	Напряжение
2	Старший			
3	Младший	1	1	Ток
4	Старший			
5	Младший	2	1	Напряжение
6	Старший			
7	Младший	2	1	Ток
8	Старший			
9	Младший	3	1	Напряжение
10	Старший			
11	Младший	3	1	Ток
12	Старший			
13	Младший	1	2	Напряжение
14	Старший			
15	Младший	1	2	Ток
16	Старший			
17	Младший	2	2	Напряжение
18	Старший			
19	Младший	2	2	Ток
20	Старший			
21	Младший	3	2	Напряжение
22	Старший			
23	Младший	3	2	Ток
24	Старший			

### 2.1.4.7. Входные и выходные данные драйвера интерфейсной платы CURRENT WT\_x

#### 2.1.4.7.1. Входные данные драйвера интерфейсной платы CURRENT WT\_x

Входными данными для драйвера WT\_x являются данные, которые вводятся с платы CURRENT за одно прерывание.

Периодичность готовности данных с платы CURRENT равна примерно 100 мс. По одному прерыванию вводится 7 байтов. Первые шесть байтов - значения выходных токовых нагрузок. Седьмой байт - служебный байт.

Разряды служебного байта несут следующую служебную информацию:

- в шести младших разрядах содержатся признаки (единицы) выхода за пределы значений токовых нагрузок (короткое замыкание) на соответствующих каналах;
- в седьмой и восьмой разряды заносится признак режима, в котором интерфейсная плата CURRENT в данный момент работает:
  - 00 - режим ИЗМЕРЕНИЕ с КОНТРОЛЕМ,
  - 01 - режим ТЕСТ,
  - 10 - режим ИЗМЕРЕНИЕ.

Плата CURRENT может контролировать одновременно 96 выходных каналов системы энергоснабжения. Опрос каналов (измерение значений токов) происходит последовательно шестерками, и таким образом за шестнадцать прерываний драйвер получает значения токов по всем 96 каналам. Очередность опроса, а следовательно и структура входных данных приведены в табл.4.

#### 2.1.4.7.2. Выходные данные драйвера интерфейсной платы CURRENT WT\_x

Выходными данными для драйвера WT\_x являются пакеты байтов, которые драйвер заносит в буфер обрабатывающей программы. Порядок и структура данных в буфере соответствуют структуре входного потока, приведенной в табл.4, только между шестерками информационных байтов стоит еще служебный байт.

Таблица 4

Номер опроса	Номера опрашиваемых каналов					
	1	2	3	4	5	6
1	1	17	33	49	65	81
2	2	18	34	50	66	82
3	3	19	35	51	67	83
4	4	20	36	52	68	84
5	5	21	37	53	69	85
6	6	22	38	54	70	86
7	7	23	39	55	71	87
8	8	24	40	56	72	88
9	9	25	41	57	73	89
10	10	26	42	58	74	90
11	11	27	43	59	75	91
12	12	28	44	60	76	92
13	13	29	45	61	77	93
14	14	30	46	62	78	94
15	15	31	47	63	79	95
16	16	32	48	64	80	96

### 3. Описание программного обеспечения подсистемы отображения

#### 3.1. Описание логической структуры подсистемы

Программное обеспечение подсистемы отображения разработано с помощью инструментальных средств LabVIEW. Взаимодействия оператора контроля с подсистемой осуществляются через панели управления vi-программ.

Подсистема отображения включает в себя следующие vi-программы:

- Программу управления измерительной подсистемой. Через «Front Panel» этой программы оператор контроля задает команды управления процессом измерения, перечень которых приведен в табл.1.
- Программы текущего контроля и регистрации нарушений в электропитании. На панелях управления этих программ отображается состояние системы энергоснабжения на текущий момент времени. Одновременно с отображением контролируемые параметры записываются в архив, для последующего анализа.
- Программы анализа работы системы. Эти программы выполняются по завершению проведения опыта и позволяют более детально проанализировать состояние системы энергоснабжения по данным архива программ текущего контроля системы энергоснабжения.

Вид панели контроля и индикации состояния системы энергоснабжения приведен на рис.3.

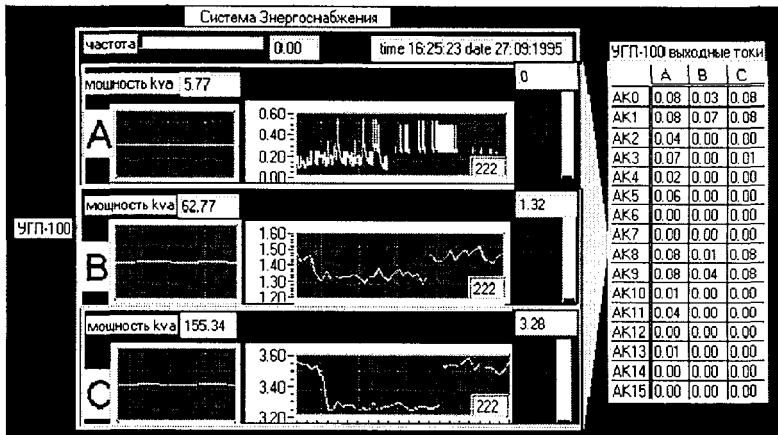


Рис.3. Панель контроля и индикации состояния системы энергоснабжения



## Заключение

Описанный выше программно-технический комплекс был использован в качестве средства контроля системы энергоснабжения во время проведения сложных физических экспериментов. Комплекс позволяет как контролировать текущее состояние системы энергоснабжения во время проведения эксперимента, так и проводить последующий анализ с целью подтверждения достоверности полученных результатов эксперимента.

## Литература

1. LabVIEW, User Manual, National Instruments Corporation, September 1994.
2. LabVIEW, Function Reference Manual, National Instruments Corporation, September 1994.
3. LabVIEW, Code Interface Reference Manual, National Instruments Corporation, September 1994.
4. LabVIEW, Data Acquisition VI, Reference Manual, National Instruments Corporation, September 1994.
5. LabVIEW, Utility VI, Reference Manual, National Instruments Corporation, September 1994.
6. VMEbus Specification (conforms to IEEE 1014-1987 and IEC 821&297).
7. OS-9 Insights, An Advanced Programmers Guide to OS-9, Second Edition By Peter C.Dibble, Microware systems corporation, 1992.
8. Система ввода/вывода OS-9, техническое описание, Акционерное общество РТСофт, 1994.

Рукопись поступила в издательский отдел  
17 марта 1999 года.

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Голованова Э.З. и др.

P10-99-63

Комплекс программ контроля системы энергоснабжения  
сложного физического эксперимента

Описывается комплекс программ для контроля системы энергоснабжения сложного физического эксперимента. Измерительная система контроля выполнена на базе крейта VME с процессором VM-40 (MC68040). Программы, выполняющие сбор данных о состоянии системы и первичную обработку параметров, написаны на языке MicroWare C и функционируют в среде OS-9 в крейте VME. Программы, выполняющие отображение и архивирование параметров состояния системы энергоснабжения, разработаны и функционируют в программной среде LabVIEW под управлением WINDOWS NT. Для коммуникации между OS-9 и LabVIEW используется протокол TCP/IP.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации и Научном центре прикладных исследований ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1999

Перевод авторов

Golovanova E.Z. et al.

P10-99-63

The Programs Complex for Control over Energetical Delivery System  
for Elaborate Physical Experiment

The programs complex for control over energetical delivery system for the elaborate physical experiments described. Gauge system was implemented on the VME crate with the VM-40 (MC68040) processor. The programs, collecting the data about the system state and primary processing of parameters, were created in MicroWare C language and run in OS-9 system environment in VME crate. The programmes executing the displaying and saving the energetical delivery system state were created and run in LabVIEW environment in Microsoft Windows NT system shell. TCP/IP protocol was used for communication between OS-9 and LabVIEW.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation and at the Scientific Center for Applied Researches, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1999

Редактор Е.Ю.Шаталова, Макет Н.А.Киселевой

Подписано в печать 22.04.99.

Формат 60 × 90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. листов 1,31

Тираж 355. Заказ 51333. Цена 1 р. 58 к.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований  
Дубна Московской области