



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2009–6
ОЭА

Ю.Д. Карпеков, В.Д. Матвеев

**МОДУЛЬ СИНХРОНИЗАЦИИ
СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК ИФВЭ
С ЦИКЛАМИ РАБОТЫ УСКОРИТЕЛЯ У-70**

Протвино 2009

Аннотация

Карпеков Ю.Д., Матвеев В.Д. Модуль синхронизации систем сбора данных экспериментальных установок ИФВЭ с циклами работы ускорителя У-70: Препринт ИФВЭ 2009–6. – Протвино, 2009. – 7 с., 2 рис., 1 табл., библиогр.: 7.

Описываются архитектура и принцип работы модуля синхронизации (ЛЭ-90М), обеспечивающего согласованную работу систем сбора данных (ССД) экспериментальных установок ИФВЭ с циклами ускорителя У-70. Задание параметров генерируемых синхросигналов осуществляется ручным набором с передней панели модуля или программно от ЭВМ. Модуль ЛЭ-90М разработан на основе программируемой логической интегральной микросхемы (ПЛИС) фирмы Altera.

Abstract

Karpekov Yu.D., Matveev V.D. The Timing Unit for the Synchronization between U-70 Accelerator Cycles and Data Acquisition Systems of Experimental Setups at IHEP: IHEP Preprint 2009–6. – Protvino, 2009. – p. 7, figs. 2, tables: 1, ref.: 7.

The architecture and principle of operation of the timing unit (module LE-90M) is described. The module has been designed for the synchronization between U-70 accelerator cycles and data acquisition systems of experimental setups at IHEP. All settings may be specified manually via front-panel or by program way. The module is implemented using the Altera FPGA technology.

Введение

Системы сбора данных (ССД) физических экспериментальных установок ИФВЭ представляют собой сложные программно-аппаратные комплексы [1–3]. Аппаратной базой установок являются унифицированные магистрально-модульные системы регистрирующей электроники [4–6], аппаратура буферизации экспериментальных данных [7], специализированные контроллеры и современные ЭВМ. Кроме того, неотъемлемой частью ССД установок являются устройства формирования триггера (триггерная электроника). С помощью триггерной электроники осуществляются предварительный отбор (стробирование) и фильтрация интересующих событий в реальном масштабе времени перед вводом экспериментальных данных в ЭВМ. Для того чтобы обеспечить эффективную работу регистрирующей и триггерной электроники при выводе пучка в экспериментальный канал, требуется создание специальных электронных устройств синхронизации (УС). Такие УС по входному синхроимпульсу с ускорителя У-70 должны вырабатывать ряд импульсных и потенциальных сигналов для управления работой всех элементов ССД.

К основным задачам УС управления работой ССД можно отнести:

- формирование циклов ССД с временами ожидания и накопления данных, привязанных к циклам ускорителя и некоторым параметрам выведенного пучка, например такому, как его “растяжка”;
- формирование временных интервалов и тактовых частот для калибровочных и тестовых событий, обеспечивающих on-line тестирование некоторых детекторов и самой ССД в процессе набора статистики;
- формирование сигналов управления триггерной электроникой;
- формирование специализированных сигналов управления для некоторых типов детекторов (например, управление высоковольтным питанием проволочных камер);
- формирование сигналов управления работой ССД в тестовых (имитационных) режимах, не связанных с работой ускорителя.

Решение перечисленных задач и создание механизма удобной настройки и перестройки характеристик глобальной синхронизации в соответствии с текущими задачами эксперимента (рабочий набор статистики, настройка детекторов, настройка или тестирование самой ССД) в той или иной степени необходимы на каждой экспериментальной установке ИФВЭ.

В данной работе описываются архитектура и принцип работы электронного модуля синхронизации ЛЭ-90М, разработанного в соответствии с требованиями, предъявляемыми к УС ССД на ряде экспериментальных установок ИФВЭ. Модуль ЛЭ-90М выполнен на основе программируемой логической интегральной микросхемы (ПЛИС) фирмы Altera. Возможность оперативного перепрограммирования параметров формируемых сигналов позволяет легко адаптировать ЛЭ-90М к условиям работы на конкретной экспериментальной установке ИФВЭ.

Модуль синхронизации ЛЭ-90М

Как уже отмечалось, ядром модуля синхронизации является программируемая логическая микросхема (ПЛИС) EP1K50QC208-3 фирмы ALTERA. Формирование синхросигналов в модуле ЛЭ-90М осуществляется цифровым методом с помощью двоично-десятичных (BCD) счетчиков обратного отсчета, пересчитывающих импульсы тактового генератора с частотой следования 1 МГц. Структурная схема модуля ЛЭ-90М приведена на **рис.1**.

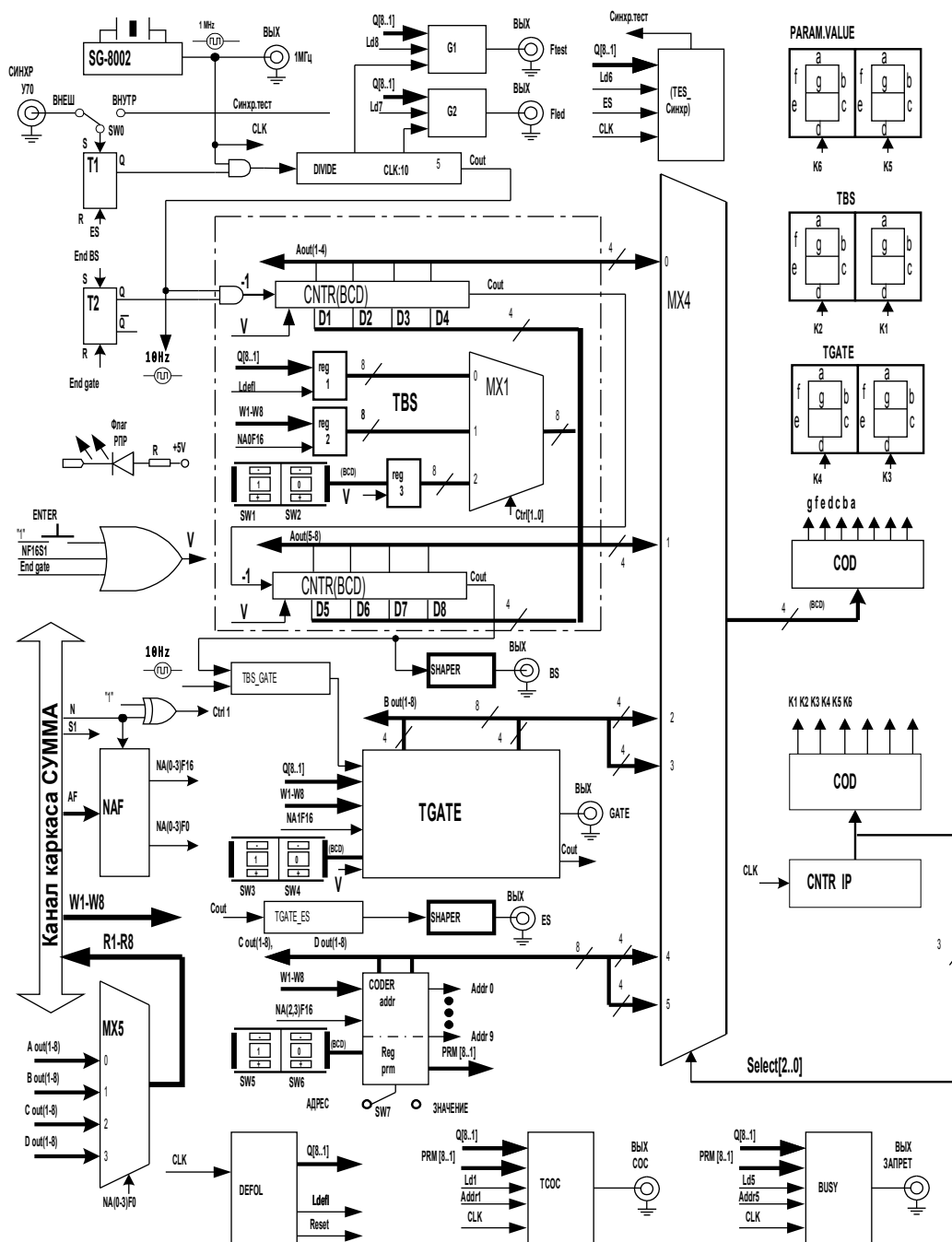


Рис. 1. Структурная схема модуля синхронизации ЛЭ-90М.

В состав схемы входят: счетчик-делитель (DIVIDE) частоты тактового генератора с коэффициентом деления 10^3 ; 8-разрядные BCD-счетчики отсчета временного интервала (TBS); 8-разрядные BCD-счетчики временного интервала длительности «ворот» (TGATE); формирователи (SHAPER) сигналов «начала» (BS) и «конца» (ES) сброса пучка ускорителя; мультиплексор МХ4 управления схемой динамической индикации рабочих параметров; схема (DEFOLT) для хранения и загрузки дефолтных значений программируемых параметров; интерфейс с магистралью СУММА и другие узлы. Дополнительно модуль ЛЭ-90М содержит: кварцевый автогенератор (SG-8002), работающий на частоте 1 МГц; BCD – кодовые переключатели (SW1-SW6) для ручного задания параметров; 7-сегментные светодиодные индикаторы отображения значений параметров (PARAM.VALUE) и временных интервалов (TBS, TGATE).

Модуль синхронизации запускается внешним сигналом начала сброса пучка ускорителя через разъем «СИХР. У70» или от внутреннего сигнала «Синхр.Тест» (в режиме тестирования аппаратуры ССД). Переключение источника запускающего сигнала осуществляется тумблером SW0 «ВНЕШ.\ ВНУТР.» на передней панели модуля. Модуль ЛЭ-90М вырабатывает следующие выходные сигналы:

- «СОС» – сигнал синхронизации осциллографа;
- «BS» – сигнал начала сброса пучка длительностью 0,1 мкс;
- «ES» – сигнал окончания сброса пучка длительностью 0,1 мкс;
- «GATE» – сигнал управления электроникой ССД;
- «1 МГц» – периодический сигнал с частотой следования 1 МГц;
- «ЗАПРЕТ» – сигнал (временная полка) управления задержкой включения высоковольтного источника питания САЕН;
- «FLED», «FTEST» – тестовые сигналы с программируемыми частотами, генерируемые в двух последовательных интервалах времени «TLED» и «TTEST» в течение длительности сигнала «TGATE».

Примечание: сигнал «FTEST» формируется только в тестовом режиме при запуске синхрогенератора от внутреннего сигнала «Синхр.Тест».

Временная диаграмма сигналов, формируемых модулем ЛЭ-90М, приведена на **рис. 2**

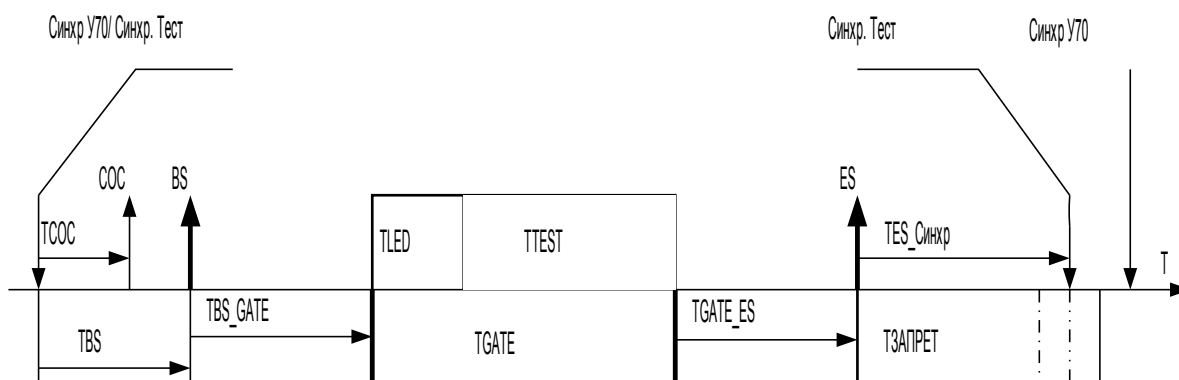


Рис. 2. Временная диаграмма сигналов модуля ЛЭ-90М.

Задание параметров формируемых сигналов, может осуществляться тремя способами:

- по дефолт при подаче питания на модуль;
- ручным набором с помощью кодовых BCD переключателей, установленных на лицевой панели модуля;
- программно по магистрали СУММА [5] от компьютера.

Дефолтные значения всех программируемых параметров записываются в ROM микросхемы ALTERA в соответствии с требованиями экспериментальной установки.

По способу записи (перепрограммирования) и чтения (индикации) параметры делятся на неадресуемые (**TBS** и **TGATE**) и адресуемые (все остальные). Задание неадресуемых параметров **TBS** и **TGATE** осуществляется с помощью среднего и нижнего BCD кодовых переключателей, расположенных на передней панели модуля ЛЭ-90М (рис. 3). Запись заданных параметров осуществляется нажатием на кнопку «ВВОД». Распределение адресов программируемых параметров приведено в табл. 1.

Таблица 1.

Адрес	Название параметра
Адр.0	Флаг РПП (любое четное число – разрешение ручного перепрограммирования адресуемых параметров, а любое нечетное число – блокировка). Запись по Адр. 0 в ручном режиме всегда заблокирована. Дефолтное значение флага РПП равно «0», т.е. разрешено ручное перепрограммирование всех параметров.
Адр.1	TCOC
Адр.2	TBS_GATE
Адр.3	TLED
Адр.4	TGATE_ES
Адр.5	ТЗАПРЕТА
Адр.6	TEST Синхр.
Адр.7	FLED
Адр.8	FTEST
Адр.9	Резервный

Примечание: задание значений всех адресуемых параметров (Адр.1–Адр.8) осуществляется двумя знаками BCD кода.

В ручном режиме задание любого адресуемого параметра выполняется с помощью верхнего BCD переключателя по следующей процедуре:

- Тумблер задания параметров переключается в положение «**АДРЕС**», и нажатием на кнопки (+ или -) верхнего правого кодового переключателя (младший знак BCD кода) устанавливается необходимый адрес параметра. При этом контроль установленного адреса осуществляется по верхнему правому индикатору (**PARAM. VALUE «10⁰»**).
- После задания адреса тумблер переключается в положение «**ЗНАЧЕНИЕ**», и нажатием на кнопки (+ или -) верхнего кодового переключателя (два знака BCD кода) устанавливается необходимое значение параметра. При этом контроль установленного значения параметра осуществляется также по верхнему индикатору (**PARAM. VALUE «10¹, 10⁰»**).
- Запись установленного значения параметра производится при нажатии на кнопку **ВВОД**.

В программном режиме значения адресов и параметров передаются в **BCD**-коде по линиям W1-W8 магистрали СУММА и записываются в адресуемые счетчики синхрогенератора по следующим командам:

NA(0)F16.....запись кода в счетчик формирования сигнала «TBS»;
NA(1)F16запись кода в счетчик формирования сигнала «TGATE.»;
NA(2)F16..... запись кода адреса параметра;
NA(3)F16..... запись кода параметра в ранее установленный адрес.

Контрольное чтение адресов и параметров по магистрали СУММА выполняется следующими командами:

NA(0)F0..... чтение по линиям R1-R8 параметра **TBS**;
NA(1)F0..... чтение по линиям R1-R8 параметра **TGATE**;
NA(2)F0..... чтение по линиям R1-R8 записанного адреса параметра;
NA(3)F0..... чтение по линиям R1-R8 параметра по записанному адресу.

Технические характеристики модуля синхронизации ЛЭ-90М:

Входной сигнал « Синхр. У70 » любой полярности.....2 –15 В;
Выходные сигналы NIM;
Нестабильность длительности выходных сигналов 10 Е-4;
Диапазон длительности выходных сигналов.....0–9,9 с;
Шаг установки длительности выходных сигналов..... 0,1 сек;
Диапазон частоты FLED.....1–99 Гц;
Шаг FLED 1 Гц;
Диапазон частоты FTEST.....1–9 КГц;
Шаг FTEST.....1 КГц.

Конструктивно модуль ЛЭ-90М выполнен в виде блока СУММА четвертной ширины. На передней панели модуля (рис. 3) расположены входной коаксиальный разъем для приема внешнего синхросигнала от ускорителя У-70 и выходные коаксиальные разъемы для выдачи сформированных синхросигналов в стандарте NIM для управления аппаратурой ССД. Дополнительно на передней панели модуля расположены шесть кодовых (BCD) переключателей для ручного задания параметров, а также шесть 7-сегментных светодиодных индикаторов, позволяющих контролировать значение параметров и работу счетчиков в реальном времени эксперимента.

Заключение

Прототип модуля синхронизации (ЛЭ-90) прошел длительную проверку на физической экспериментальной установке ФОДС-2 ИФВЭ и показал стабильность характеристик и надежность в эксплуатации. Модернизированный вариант модуля синхронизации ЛЭ-90М, описанный в данной работе, в настоящее время используется на таких экспериментальных установках ИФВЭ, как ВЕС, ФОДС-2, ОКА, ГИПЕРОН-М и др.

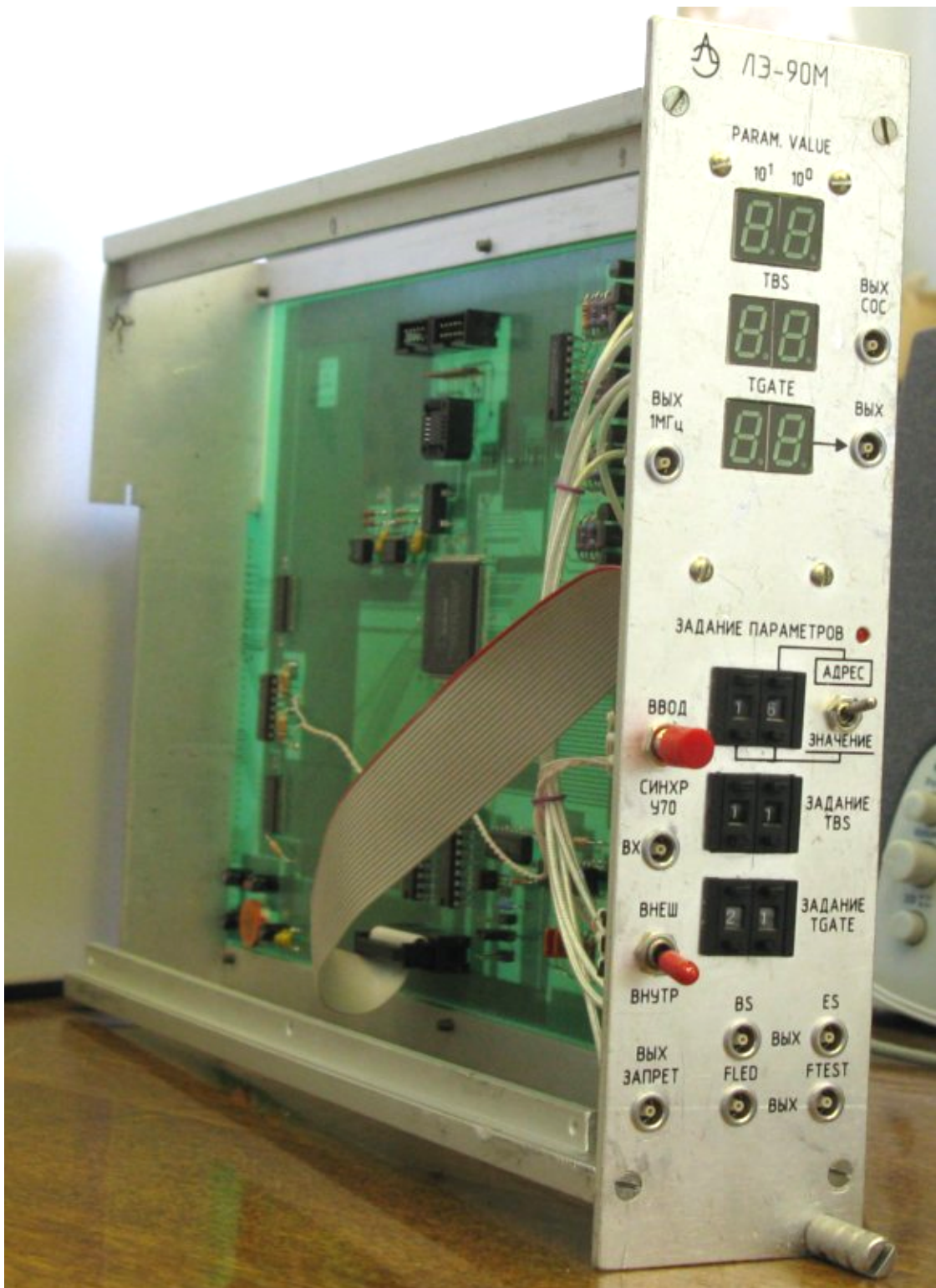


Рис. 3. Внешний вид передней панели модуля синхронизации ЛЭ-90М.

Список литературы

- [1] Битюков С.И. и др. Система сбора данных установки вершинный спектрометр ИФВЭ (Установка ВЕС). – Препринт ИФВЭ 94–101, Протвино, 1994.
- [2] Абрамов В.В., Алексеев А.В., Балдин Б.Ю. и др. Установка ФОДС-2. – Препринт ИФВЭ 83–16, Серпухов, 1983.
- [3] Боголюбский М.Ю., Викторов В.А., Петров В.С. и др. Система сбора данных эксперимента ГИПЕРОН-М на основе электроники МИСС и контроллера ЛЭ-74 с внутренней аппаратной буферизацией. – Препринт ИФВЭ 2005–7, Протвино, 2005.
- [4] Басиладзе С.Г. Быстродействующая ядерная электроника. – М.: Энергоиздат, 1982.
- [5] Алферова О.И. Бушнин Ю.Б., Денисенко А.А. и др. – Препринт ИФВЭ 74–12, Серпухов, 1974; ПТЭ 1975, №4, с.56.
- [6] Бушнин Ю.Б. и др. Быстродействующая система регистрирующей и триггерной электроники для экспериментальных исследований в ИФВЭ. Препринт ИФВЭ 88–47, Серпухов, 1988.
- [7] Исаев А.Н., Сенько В.А., Якимчук В.И. Аппаратура для буферизации данных в системе МИСС. – Препринт ИФВЭ 99-31, Протвино, 1999.

Рукопись поступила 19 мая 2009 г.

Ю.Д. Карпеков, В.Д. Матвеев.

Модуль синхронизации систем сбора данных экспериментальных установок ИФВЭ
с циклами работы ускорителя У-70.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы *Word*.

Редактор Н.В. Ежела.

Подписано к печати 21.05.2009. Формат 60 × 84/8. Офсетная печать.
Печ.л. 1, 12. Уч.–изд.л. 0,9. Тираж 80. Заказ Индекс 3649.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий,
142284, Протвино Московской обл.

Индекс 3649

ПРЕПРИНТ 2009-6 ИФВЭ, 2009
