



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2001-50
ОЭА

М.В. Васильев, В.А. Сенько, М.М. Солдатов, Ю.П. Цюпа

**ВОСЬМИКАНАЛЬНЫЙ АЦП ДЛЯ АМПЛИТУДНОГО АНАЛИЗА
СИГНАЛОВ ВЕРШИННОГО ДЕТЕКТОРА СВД-2**

Направлено в ПТЭ

Протвино 2001

Аннотация

Васильев М.В., Сенько В.А., Солдатов М.М., Цюпа Ю.П. Восьмиканальный АЦП для амплитудного анализа сигналов вершинного детектора СВД-2: Препринт ИФВЭ 2001-50. – Протвино, 2001. – 7 с., 5 рис., библиогр. : 3.

Описан 8-канальный аналого-цифровой преобразователь, предназначенный для построения многоканальных электронных систем регистрации в экспериментальных и методических установках физики высоких энергий. Чувствительность преобразователя 1 мВ/отсчёт, динамический диапазон восемь двоичных разрядов, интегральная нелинейность 0,1%. Приведены описание структурной схемы и основные параметры модуля.

Abstract

Vasiliev M.V., Senko V.A., Soldatov M.M., Tsyupa Y.P. 8-channel ADC module for amplitude signal analysis from vertex detector SVD-2: IHEP Preprint 2001-50. – Protvino, 2001. – p.7, figs. 5, refs.: 3.

The paper describes 8-channel analog-to-digital converter, which is intended for build-up of multi-channel electronic recording systems in experimental and methodical installations of a high-energy physics. The converter sensitivity is 1 mV/count, dynamic range is 8 bit, integral nonlinearity is 0,1%. The description of the skeleton diagram and main specifications of the unit are presented also.

Введение

В 1996 г. в результате сотрудничества ИФВЭ и НИИЯФ МГУ было сформулировано предложение по развитию исследований образования очарованных частиц в *pA*-взаимодействиях при 70 ГэВ/с на установке СВД, начатых в рамках эксперимента E-161 [1]. В результате реализации этого предложения была проведена модернизация установки СВД, которая включила в себя создание нового прецизионного вершинного детектора, системы сбора информации и электроники триггерной системы. Организована система обработки экспериментальной информации с использованием интерактивных программ графического анализа событий.

При создании системы сбора информации с детектора появилась необходимость организации аналого-цифрового преобразования амплитуд с пяти тысяч каналов вершинного детектора. Для осуществления такого преобразования и был создан АЦП типа ААВ для анализа амплитуд вершинного детектора.

1. Принципы построения и работы модуля ААВ

В работе описан модуль 8-разрядного АЦП типа ААВ, являющийся частью системы считывания и триггирования вершинного детектора установки СВД-2 и предназначенный для регистрации, амплитудно-цифрового преобразования и первичного анализа сигналов с кремниевых микростриповых детекторов. Эта система функционирует следующим образом.

Сигналы с детекторов усиливаются и формируются в предварительном усилителе GASSIPLEX, расположенном в непосредственной близости от детектора. По предварительному триггеру 1-го уровня L1.1 вырабатывается сигнал "Tracking/Hold" (Т/Н), по которому происходит запоминание амплитуд всех сигналов в GASSIPLEX.

Если вырабатывается окончательный триггер первого уровня L1, то модуль управления КАА [2] вырабатывает серии тактовых импульсов (для GASSIPLEX – 16 импульсов и для ААВ – 19 импульсов с периодом 200 нс), по которым запомненные сигналы мультиплексируются $16 \rightarrow 1$ в GASSIPLEX и передаются на вход ААВ, производящий их оцифровку. После оцифровки информация поступает параллельно во внутреннюю память модуля и на дискриминатор, который выбирает сигналы, превышающие заданный порог. Эти сигналы предназначены для передачи в специальный модуль КОМП [3], где они будут использоваться для формирования адресов считываемых каналов и передачи в процессор триггера второго уровня. Временная диаграмма сигналов показана на **рис.1**.

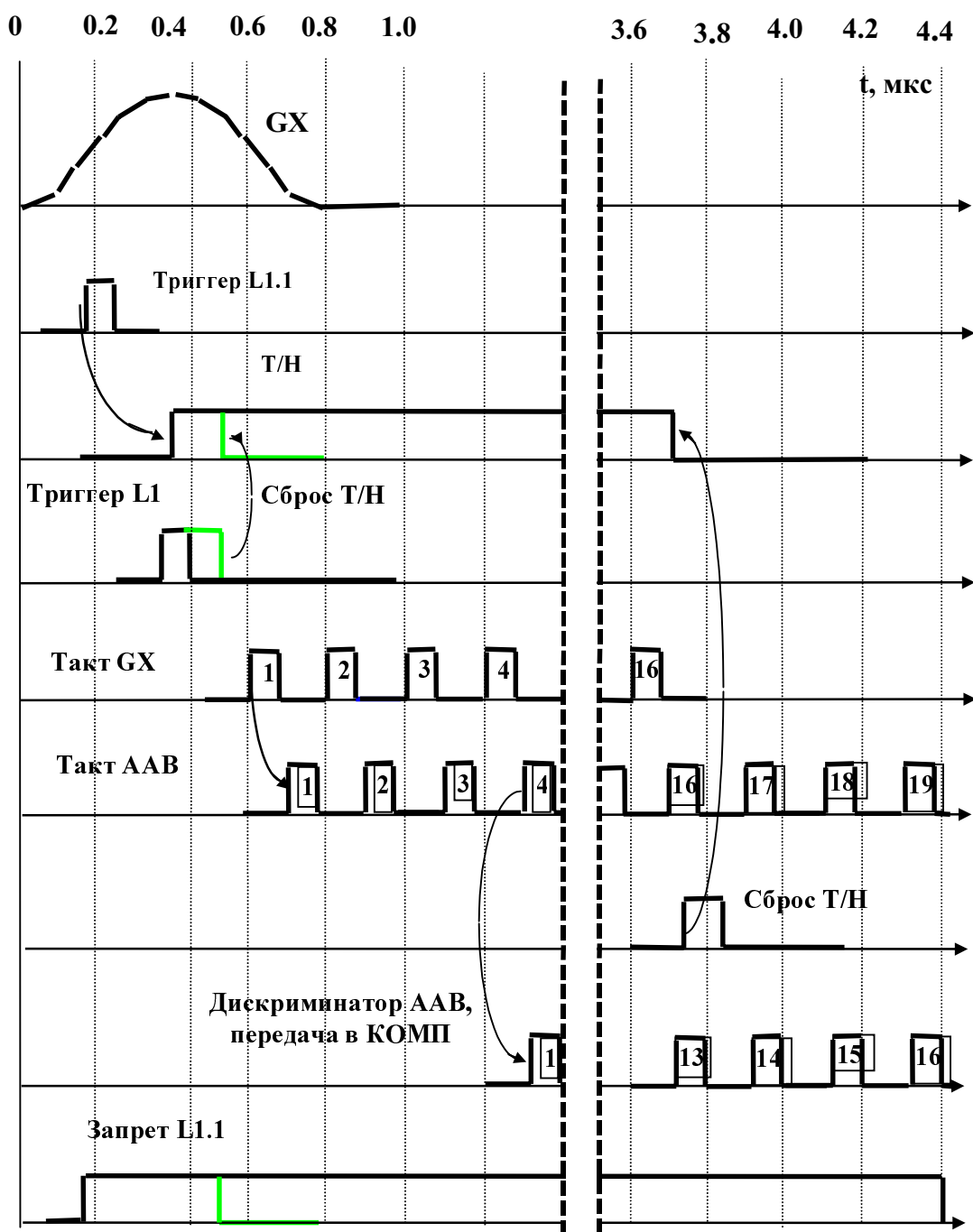


Рис. 1. Временная диаграмма работы GASSIPLEX, оцифровки и дискриминации в модуле ААВ.

Все логические сигналы – L1.1, L1, такт для GASSIPLEX и такт для ААВ, реализованы в стандарте NIM (на диаграмме они показаны положительными). Временные соотношения между моментами запуска различных сигналов, показанных на диаграмме, подбираются экспериментально и программируются в модуле управления КАА.

Модуль ААВ представляет собой 8-канальный 8-разрядный АЦП с устройствами выборки-хранения и памятью на 16 событий. Модуль также включает в себя цифровой дискриминатор входных сигналов с памятью порогов и 8-канальный ЦАП для калибровки и установки базовых линий. Модуль выполнен в стандарте КАМАК и занимает первое место в крейте. На передней панели модуля расположены 8 разъёмов LEMO 00 для входных сигналов, 2 разъёма LEMO 00 для тактового сигнала с модуля управления и плоский 16-контактный разъём для выходных сигналов дискриминатора.

Блок-схема модуля, которая представлена на **рис. 2**, включает в себя 8 независимых каналов амплитудного анализа, схему управления, схему тестирования и интерфейс с магистралью КАМАК.

В работе модуля предусмотрено 3 режима работы:

- **Режим приёма физических данных**, при котором производится оцифровка входных сигналов, запоминание цифровых кодов в буфере и анализ их схемой цифрового дискриминатора.
- **Режим передачи данных** по магистрали КАМАК в управляющий компьютер.
- **Режим тестирования** выбранного канала амплитудного анализа с помощью встроенных цифроаналоговых преобразователей, программируемых по магистрали КАМАК.

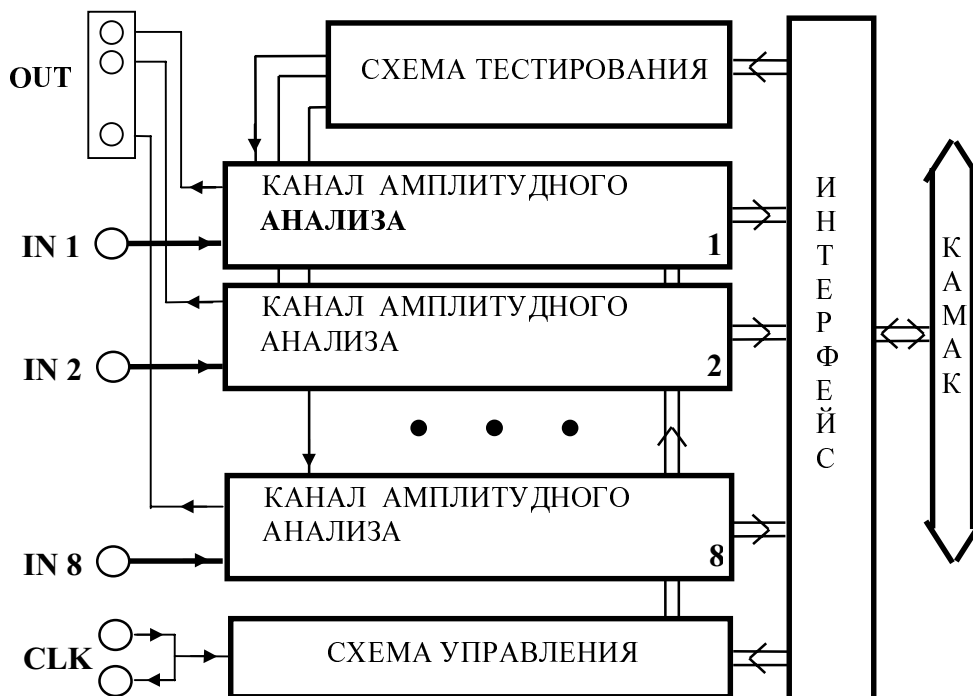


Рис. 2. Блок-схема модуля ААВ.

2. Канал амплитудного анализа

Блок-схема канала амплитудного анализа представлена на **рис. 3**.

Входной сигнал АЦП формируется в линейном приёмнике, который осуществляет:

- согласование волнового сопротивления сигнального кабеля;
- сдвиг базовой линии (смещение входного уровня АЦП при отсутствии сигнала);
- согласование динамических диапазонов сигналов GASSIPLEX и АЦП;
- фильтрацию входного сигнала от высокочастотных наводок и помех;
- защиту входа АЦП от аварийных перегрузок.

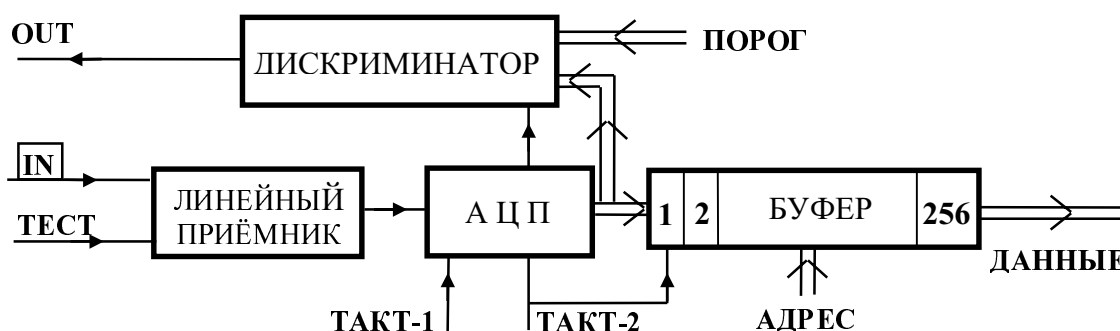


Рис. 3. Блок-схема канала амплитудного анализа.

Уровень напряжения на выходах GASSIPLEX при отсутствии сигналов с детектора смещён относительно уровня 0В на величину от -70 до -30 мВ (базовую линию) в зависимости от напряжения питания и температуры. Сдвиг базовой линии осуществляется с помощью ЦАП схемы тестирования, постоянно подключённых к входам входных операционных усилителей каналов амплитудного анализа. Максимальная амплитуда сигнала равна 100 мВ. Входной динамический диапазон АЦП составляет 256 мВ, чувствительность по входу равна 1 мВ/отсчёт.

Аналого-цифровое преобразование осуществляется интегральным АЦП типа AD9200. Два старших бита этого 10-разрядного АЦП не используются. Выходной код выставляется на 4-й такт, поэтому для оцифровки 16 сигналов GASSIPLEX необходимо 19 тактовых импульсов. Эти импульсы ТАКТ-1, общие для всех восьми каналов модуля, вырабатываются схемой управления из входных тактовых сигналов CLK, поступающих с модуля управления.

По окончании амплитудно-цифрового преобразования выходной код АЦП заносится в буферную память (БУФЕР) и параллельно поступает на вход цифрового компаратора, который сравнивает его с кодом порога и вырабатывает выходной сигнал в стандарте ЭСЛ. Этот сигнал равен "1" в случае превышения порога и равен "0" в противоположном случае. Коды, соответствующие величинам порогов в различных каналах регистрации, поступают на дискриминатор с памяти порогов, в которую они заносятся по магистрали КАМАК во время инициализации модуля. Величина порога определяется индивидуально для каждого канала в процессе калибровки вершинного детектора, а также по результатам анализа физических данных.

Выходные коды АЦП записываются в буфер памяти, занимая 16 последовательных ячеек. Таким образом, на один триггер L1 в буфере формируется одна запись из 16 8-разрядных слов, соответствующая сигналам с 16-ти каналов детектора, мультиплексированных на вход одного канала модуля ААВ. Объём буфера составляет 16 записей, т.е. 256 байт. Этот объём выбран исходя из ожидаемой частоты следования триггеров L1 (15 кГц) и необходимости сохранения информации до момента выработки триггера L2 (несколько сотен микросекунд).

Выборка и запоминание кодов осуществляется по 16 тактовым импульсам ТАКТ-2, вырабатываемым в схеме управления. Эти импульсы одинаковы для всех восьми каналов модуля. На первом этапе эксперимента считывание данных происходит по триггеру L1. В этом случае в памяти хранится только одна запись, остальные 240 ячеек не используются. В режиме работы с триггером второго уровня в памяти хранятся 16 последних записей. Считываются все или выбранная часть слов из той записи, на которую выработан триггер L2. Адрес слова, подлежащего считыванию (АДРЕС), формируется в схеме управления.

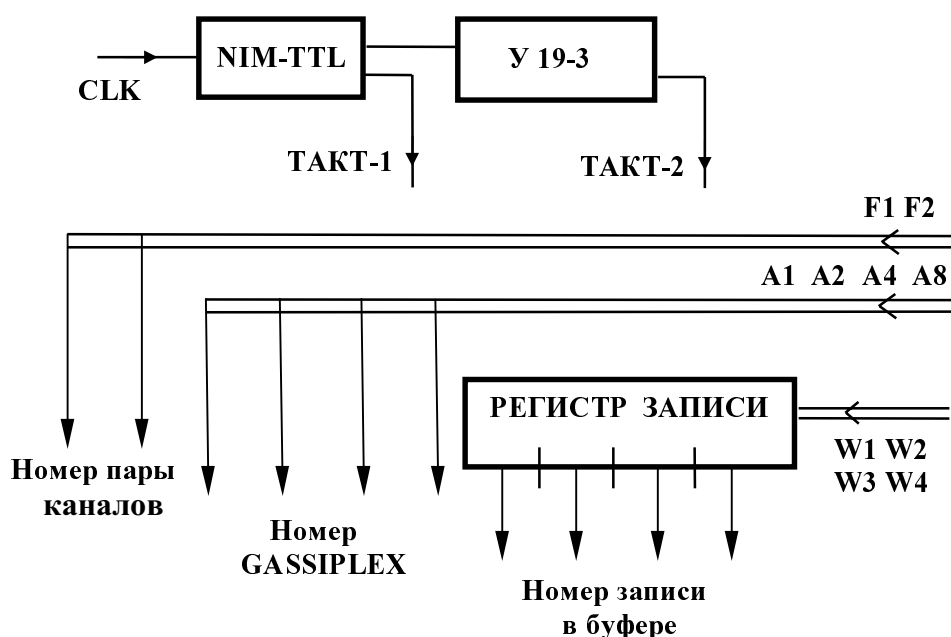


Рис. 4. Схема управления модуля ААВ.

3. Схема управления

Схема управления, блок-схема которой изображена на рис. 4, вырабатывает сигналы ТАКТ-1 и ТАКТ-2 по внешнему тактовому сигналу CLK (рис.2), а также код АДРЕС, формируемый по магистрали КАМАК. Этот код используется во время чтения информации с модуля и позволяет считывать на выбор любую из записей, соответствующую любому номеру GASSIPLEX в любом из каналов модуля.

19 внешних тактовых сигналов CLK (уровни NIM) преобразуются в уровни TTL и передаются на АЦП. Эти же импульсы передаются в устройство Y 19-3, запрещающее прохождение первых трёх импульсов, для организации 16 импульсов ТАКТ-2.

Чтение модуля происходит следующим образом. Адрес нужной записи в буфере определяется перед чтением модуля, при этом в регистр записи по шинам W1-W4 КАМАК заносится 4-разрядный номер записи. При чтении по L1 адресуется только первая запись, поэтому этот номер всегда равен 0. При чтении по L2 номер записи определяется компьютером на основе решения процессора L2. Этот номер одинаков для всех модулей ААВ вершинного детектора и записывается в регистр перед началом цикла чтения.

Чтение модуля ААВ организуется так, что за один цикл КАМАК в программном режиме можно прочесть данные любой ячейки GASSIPLEX любого канала из буфера ААВ. При чтении в одно слово включается информация сразу с двух каналов ААВ (2 байта), что важно

при необходимости считывания всей информации из буфера – это удваивает скорость передачи. Ввиду недостаточного количества адресных шин КАМАК реализуется специальный режим чтения с использованием четырёх стандартных функций чтения КАМАК:

- F0 – чтение информации с 1-й пары каналов ААВ (каналы 1 и 2);
- F1 – чтение информации со 2-й пары каналов ААВ (каналы 3 и 4);
- F2 – чтение информации с 3-й пары каналов ААВ (каналы 5 и 6);
- F3 – чтение информации с 4-й пары каналов ААВ (каналы 7 и 8).

При этом на шины А1, А2, А4, А8 выставляется нужный адрес ячейки GASSIPLEX.

4. Схема тестирования

Для определения работоспособности амплитудного канала, измерения и контроля его характеристик («пьедестал», чувствительность, интегральная нелинейность, взаимное влияние каналов) необходимо проведение тестовых измерений как во время настройки модуля, так и в процессе его эксплуатации. С этой целью была разработана схема тестирования, показанная на рис. 5.



Рис. 5. Схема тестирования и задания базовых линий.

Величина тестового потенциала задаётся 8-разрядным цифроаналоговым преобразователем ЦАП. В модуле используются две интегральные схемы типа AD7305, которые содержат по 4 канала ЦАП каждая. Линейный преобразователь согласует диапазоны напряжений ЦАП и линейного приёмника. Кроме тестирования данная схема служит также для задания величины базовой линии. Выходные напряжения ЦАП (базовые линии или тестовые уровни) устанавливаются перед циклом сбора данных модуля по магистрали КАМАК. Схема выбора служит в этот момент для последовательной записи амплитуд в ЦАП всех 8 каналов.

5. Интерфейс КАМАК

Взаимодействие с шиной КАМАК обеспечивает интерфейсная часть. Ниже перечислены КАМАК-функции модуля ААВ и формат слов на шинах W и R для различных режимов работы модуля.

N A(0) F(18) – выбор канала и запись величины базовой линии или калибровочных значений для внутренних ЦАП модуля.

Формат слова при записи:

[W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8] [W9 W10 W11]

значение для ЦАП номер канала

N A(0) F(19) – переписывание значений на выход внутренних ЦАП, подача их на калибровочные входы входных усилителей модуля.

N A(i) F(16) – запись порогов для цифровых дискриминаторов модуля.

Формат слова при записи:

[W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8] [W9 W10 W11] при этом [A1 A2 A4 A8]
величина порога номер канала номер GASSIPLEX

N A(0) F(17) – выбор нужного события (номера записи) для чтения модуля.

Формат слова при выборе:

[W1 W2 W3 W4]
номер события

N A(i) F(j) – чтение кода амплитуды GASSIPLEX выбранного события в выбранной паре каналов модуля.

Формат слова при чтении:

[R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8] [R9 R10 R11 R12 R13 R14 R15 R16]
данные нечётного канала данные чётного канала

Для чтения 16-разрядного слова, содержащего данные с двух каналов модуля, на шины F1 и F2 магистрали КАМАК выставляется F(j), соответствующий номеру нужной пары каналов (см. п. 4.), а на адресные шины A1, A2, A4 и A8 – номер нужного GASSIPLEX A(i) из входной последовательности.

6. Основные характеристики модуля ААВ

Динамический диапазон	250 mV / 8 дв. разр.
Период следования тактовых импульсов	200 нс
Диапазон установки базовых линий	от -100 mV до 0
Входное сопротивление канала	50 Ом
Уровни управляющего сигнала	NIM
Уровни выходов дискриминатора	парафазный ECL
Потребляемая мощность	+6 V x 0.8A -6 V x 0.3A

Заключение

Применение описанного в нашей работе модуля даёт возможность построения быстродействующих систем регистрации информации полупроводниковых микростриповых детекторов. Для вершинного детектора новой установки СВД-2 было изготовлено более 50 модулей ААВ. В 2000 и 2001 гг. в течение трёх сеансов на установке был осуществлён успешный сбор экспериментальной информации. Модуль ААВ показал высокую точность и надёжность работы.

Список литературы

- [1] Ардашев Е.Н., Боголюбский М.Ю., Булгаков Н.К. и др. Предложение эксперимента по изучению механизмов образования очарованных частиц в *pA*-взаимодействиях при 70 ГэВ/с и их распадах. – Препринт ИФВЭ 96-98, Протвино, 1996.
- [2] Курчанинов Л.Л. Контроллер амплитудного анализа вершинного детектора (КАА). Предложение. СВД ЭЛ №98-04 29.01.1998.
- [3] Курчанинов Л.Л., Якимчук В.И. Модуль компиляции данных триггерной части вершинного детектора (КОМП). Техническое задание. СВД ЭЛ №99-05 05.06.1999.

Рукопись поступила 4 декабря 2001 года

М.В.Васильев и др.
Восьмиканальный АЦП для амплитудного анализа
сигналов вершинного детектора СВД-2.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы Word.

Редактор Н.В.Орлова.

Подписано к печати 13.12.2001. Формат 60 x 84/8. Офсетная печать.
Печ.л. 0,87. Уч.-изд.л. 0,7. Тираж 130. Заказ 206. Индекс 3649.
ЛР №020498 17.04.1997.

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

Индекс 3649

ПРЕПРИНТ 2001-50, ИФВЭ, 2001
