



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2003–31
ОЭА

Ю.П. Корнеев, А.Н. Криницын, В.И. Крышкин, А.А. Марков,
В.В. Талов, Л.К. Турчанович

СТЕНД КОНТРОЛЯ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СЧЁТЧИКОВ

Направлено в ПТЭ

Протвино 2003

Аннотация

Корнеев Ю.П., Криницын А.Н., Крышкин В.И. и др. Стенд контроля сцинтилляционных счётчиков: Препринт ИФВЭ 2003-31. – Протвино, 2003. – 9 стр., 10 рис., библиогр. 1.

Для массового контроля сцинтилляционных счетчиков разработан и изготовлен стенд. Описывается конструкция стенда и процедура проверки качества сцинтилляционных элементов адронного калориметра.

Abstract

Korneev Yu.P., Krynitsyn A.N., Kryshkin V.N. et al. Scintillation Counters Testing Stand: IHEP Preprint 2003-31. – Protvino, 2003. – p. 9, figs. 10, refs.: 1.

There is designed and constructed a test bench to control mass produced scintillation counters. The test bench and quality control procedure of hadron calorimeter scintillation counters are described

Введение

Современные экспериментальные установки, как правило, состоят из большого числа идентичных элементов. При их изготовлении возникает проблема контроля качества. Для реализации требований, предъявляемых к этим элементам, требуются стенды, обладающие высокой производительностью, воспроизводимостью, надежностью и простотой обслуживания.

Для контроля качества сцинтилляционных счетчиков разработан и изготовлен стенд, состоящий из следующих функциональных элементов:

- 1) стола с двухкоординатным механизмом привода каретки;
- 2) блока фотодетекторов, высоковольтного питания фотодетекторов;
- 3) системы проверки лазерного контроля;
- 4) трубок радиоактивного контроля;
- 5) сцинтилляционного счетчика для калибровки фотодетекторов;
- 6) системы измерения сигналов с фотодетекторов.

1. Механика стенда

Основой стенда является стол с механизмом двухкоординатного перемещения каретки двумя электродвигателями постоянного тока. Напряжение питания электродвигателей 27 В, частота вращения 240 об/мин. Координаты каретки измеряются двумя двенадцатиразрядными преобразователями угол–код. Управление механизмом перемещения каретки ручное и автоматическое. Запись и чтение положения каретки в блок управления осуществляются персональным компьютером (ПК). Точность установки центра каретки в любой доступной области (1.15 x 2.20 м) стола не хуже 1 мм. Скорость перемещения каретки 8 см/с.

На каретку устанавливается свинцовый коллиматор с радиоактивным источником Co^{60} . Размеры коллиматора определяются требованиями радиационной защиты, максимальным весом на каретке и минимальными размерами отдельных сцинтилляторов (при засветке центра сцинтиллятора излучение не должно попадать на соседний сцинтиллятор). Общий вид стенда представлен на **рис. 1**, а схема – на **рис. 2**.

2. Блок фотодетекторов

Блок фотодетекторов содержит 24 ФЭУ-84-3. Свет на них подается по оптическим волокнам, которые с одной стороны оканчиваются оптическими разъемами. Перед фотодетекторами установлена подвижная непрозрачная шторка, которая позволяет не отключать фотодетекторы при отсоединении оптических кабелей, например при смене проверяемых сцинтилляционных счетчиков. Привод шторки ручной или от электромагнита. Ток делителя для каждого ФЭУ не превышает 0,2 мА в диапазоне напряжений 1,5 – 1,7 кВ, которые регулируются и измеряются по каждому каналу.



Рис. 1. Общий вид стенда.

Для контроля усиления ФЭУ, характеристик каналов регистрации, интенсивности радиоактивного источника используется счетчик из сцинтиллятора на основе полистирола диаметром 100 мм и длиной 150 мм, показанный на **рис. 3**. На боковую поверхность наматываются спектросмещающие волокна, свет с которых по оптическому волокну через разъем подается на каждый из двадцати четырех ФЭУ. Торец счетчика находится в одной плоскости с измеряемым сцинтилляционным счетчиком.

При проверке сцинтилляционных счетчиков свет с каждого сцинтиллятора регистрируется отдельным ФЭУ. Сигналы с анодов ФЭУ–84–3 (токовые от радиоактивного источника с тайлов и калибровочного счетчика, а также импульсные от лазерной калибровки) подаются через коммутатор на входы токовых усилителей или АЦП. Блок токовых усилителей имеет 24 входа. Входное сопротивление усилителей 1 МОм. Динамический диапазон усилителей по входу равен 5 мкА. С выходов усилителей сигналы подаются на 48-канальный АЦП, встроенный в ПК. В режиме проверки мегатайлов ток с фотодетекторов не превышает 100 нА для коллимированного и 2 мкА – для открытого гамма-источника Co^{60} с активностью 200 МБк. Величина пьедесталов при измерениях обусловлена в основном наводками и собственным уровнем фона и шумов измерительного тракта и не превышает 5 нА. Вклад в величину пьедесталов темного тока ФЭУ–84–3 не превышает 10%. Величина токовых сигналов от калибровочного счетчика по всем каналам измерения 20 – 40 нА.

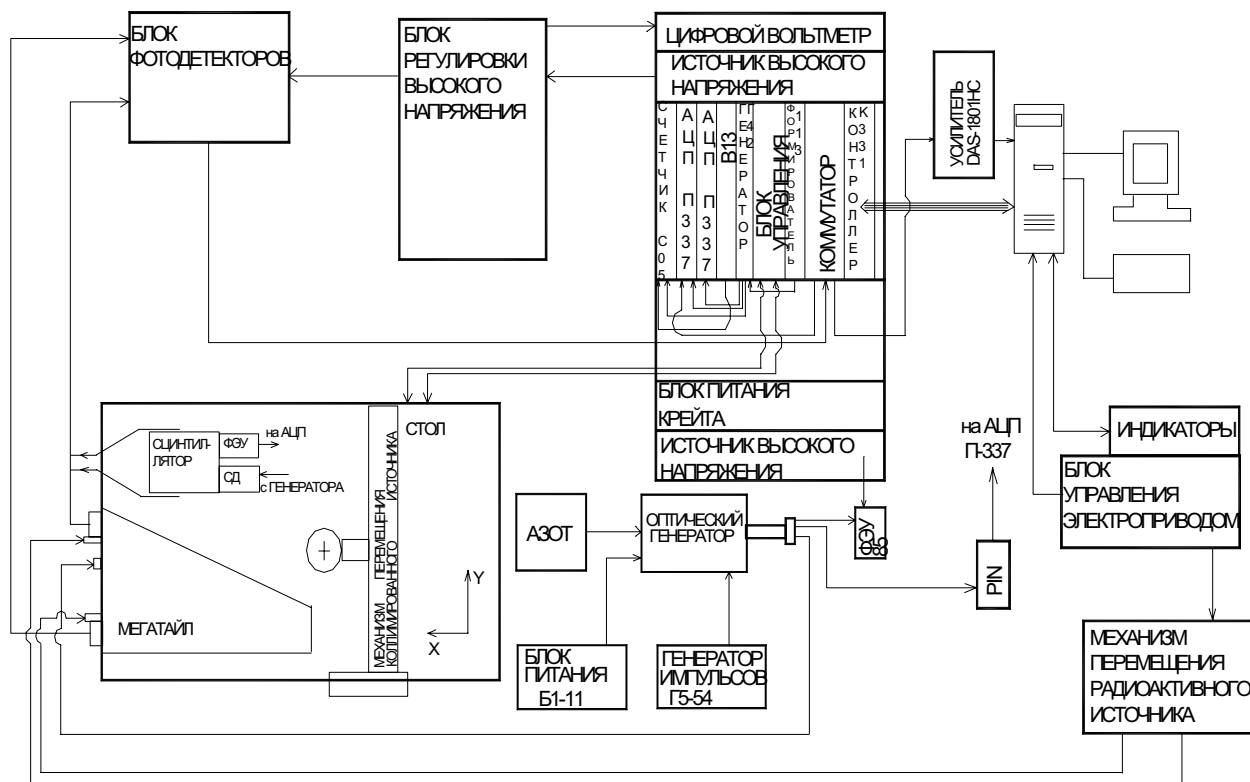


Рис. 2. Схема стенда.

3. Система проверки лазерного контроля

Для проверки сцинтилляционных счетчиков, оборудованных системой лазерного контроля, используется газовый азотный лазер интенсивностью 150 мкДж/имп. Импульс света с лазера подается на полированный диффузный торец распределителя, представляющего собой кварцевый стержень длиной 250 мм и сечением 5x5 мм² с полированной боковой поверхностью. К другому торцу распределителя пристыковывается штуцер с четырьмя кварцевыми волокнами Ø 0,8 мм. Свет с одного кварцевого волокна длиной 12 м поступает на входной разъем сцинтилляционного счетчика. По второму кварцевому волокну свет попадает на фотокатод ФЭУ–85, сигнал с которого определяет момент срабатывания лазера и используется для запуска генератора, вырабатывающего строб длительностью 80 нс и цуг частотой 20 МГц для работы АЦП. Импульс “занято” поступает на блок, формирующий задержанные логические импульсы, и далее на регистр чтения. Сигнал с регистра чтения служит началом чтения данных с АЦП, которое осуществляется с ПК.

Свет от лазера с третьего кварцевого волокна поступает на PIN–диод. Сигналы с ФЭУ–85 и PIN–диода подаются на входы АЦП для измерения амплитуды.

4. Проверка трубок радиоактивного контроля

Проверка трубок радиоактивного контроля, установленных в каждом сцинтилляционном счетчике, сводится к проверке их длины и прохождения по ним тестовой проволоки диаметром 0.72 мм от данного привода.

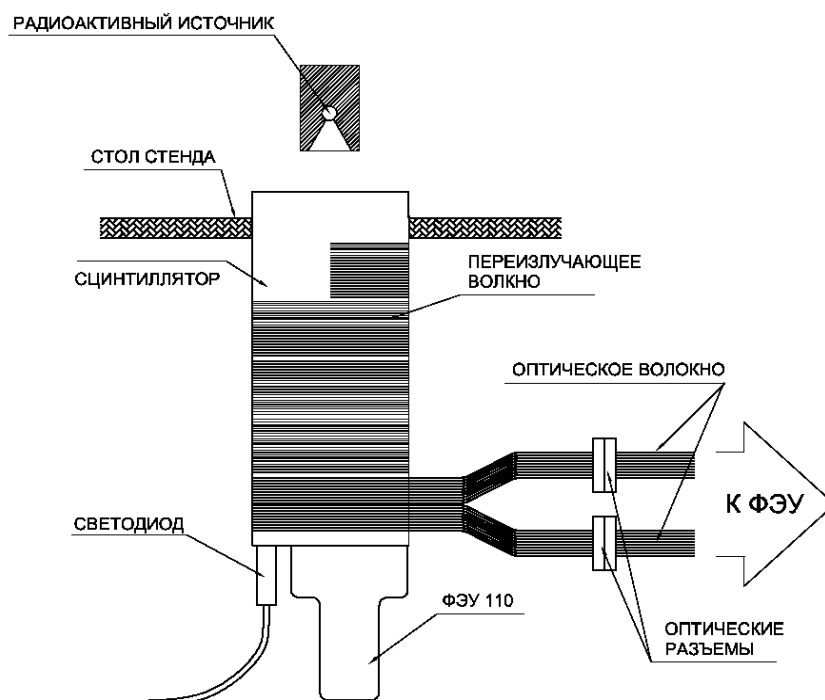


Рис. 3. Схема контрольного счетчика.

5. Процедуры проверки мегатайлов

Стенд используется для проверки оптических элементов Торцевого адронного калориметра CMS [1], конструкция которых схематически показана на рис. 4. Оптический элемент (мегатайл) представляет собой металлическую коробку, в которую между светоизолирующим слоем (Tedlar) и светоотражающим слоем (Tyvek) уложены сцинтилляторы трапецевидной формы (тайлы). Максимальное число сцинтилляторов равно 19.

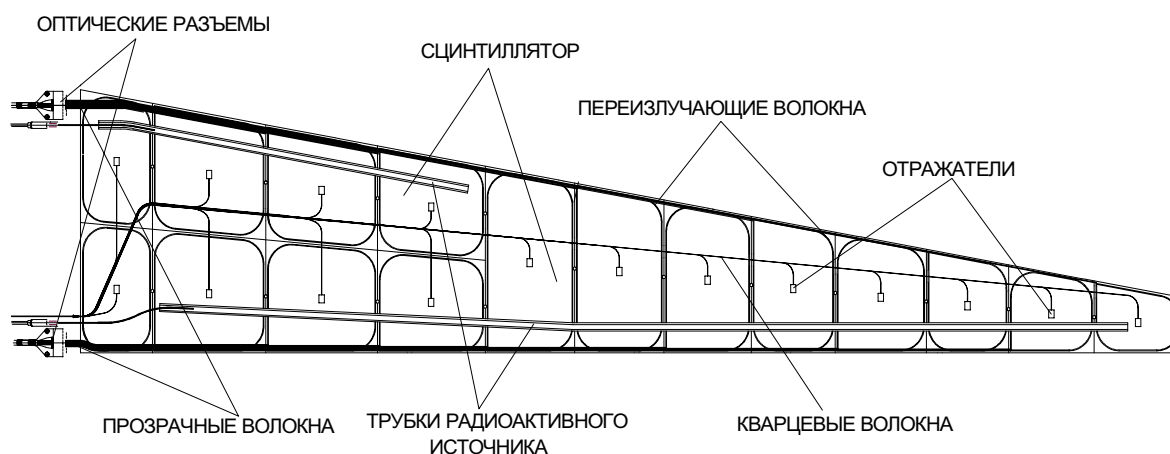


Рис. 4. Конструкция мегатайла.

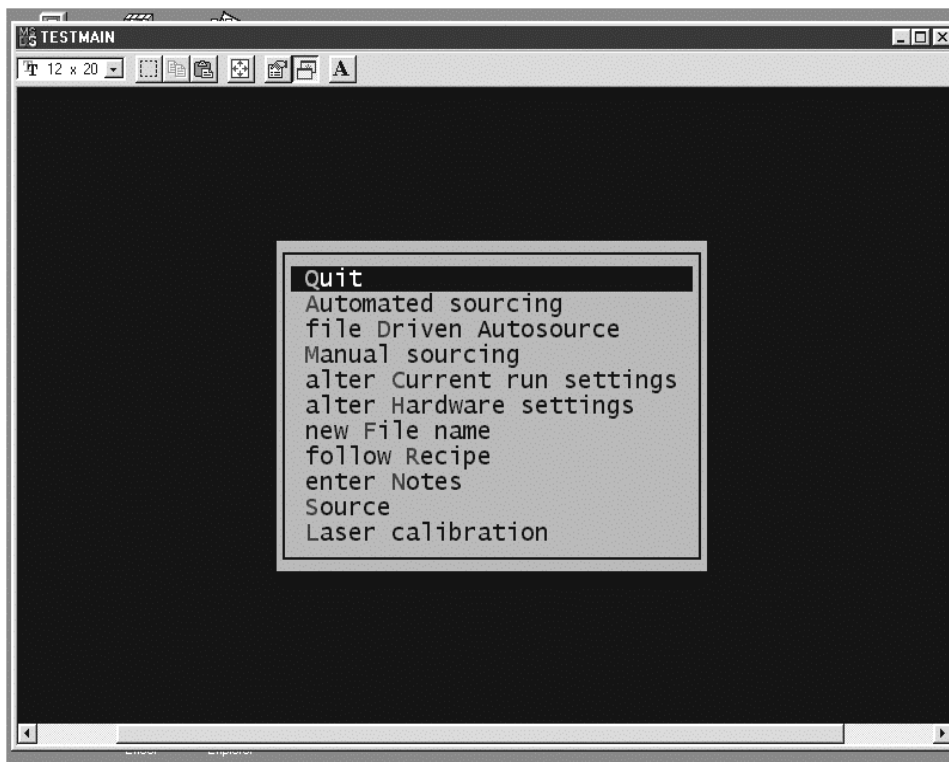


Рис. 5. Основное меню программы Testmain.

Для контроля характеристик мегатайлов в процессе эксплуатации в них установлены трубки радиоактивного контроля и кварцевые волокна лазерного контроля. Свет, излученный в сцинтилляторе, с помощью спектросмещающих и транспортных волокон подается на выходные оптические разъемы. Свет от лазера, приходящий на входной разъем мегатайла, по кварцевым волокнам через конические отражатели засвечивает центры сцинтилляторов. Одно из кварцевых волокон заведено на выходной оптический разъем.

Таким образом, максимальное число оптических каналов измерения с одного мегатайла равно 20. После сборки мегатайлов измеряется световыход с тайлов, проверяются лазерная калибровка и трубки радиоактивного контроля.

Для установления стабильного режима работы аппаратура стенда включается как минимум за полчаса до начала проверки мегатайлов. Для проверки мегатайл укладывается на стол в определенное положение, подсоединяются оптические кабели, кварцевое волокно лазерной калибровки и трубки радиоактивного контроля. Производится светоизоляция мегатайла, и затем открывается шторка в блоке фотодетекторов. Каретка стенда с радиоактивным источником во время подготовительных операций находится в определенной части стола, где снизу выложена свинцовая защита. Далее запускается программа проверки мегатайлов Testmain, работающая в ОС ДОС. Программа позволяет выполнять все виды проверки мегатайла через основное меню (рис. 5).

Пункт меню Source задает режим проверки мегатайлов от коллимированного источника. Измерение световыхода производится в центре тайла, для этого перед проверкой мегатайлов создается файл, содержащий координаты центров тайлов в системе координат стола. Кроме того, в файле указываются координаты удаленной от мегатайла точки для измерения пьедесталов и центра калибровочного счетчика, в которые устанавливается источник в начале и конце проверки световыхода с тайлов. В данном режиме в каждой точке проводятся три серии по сто измерений.

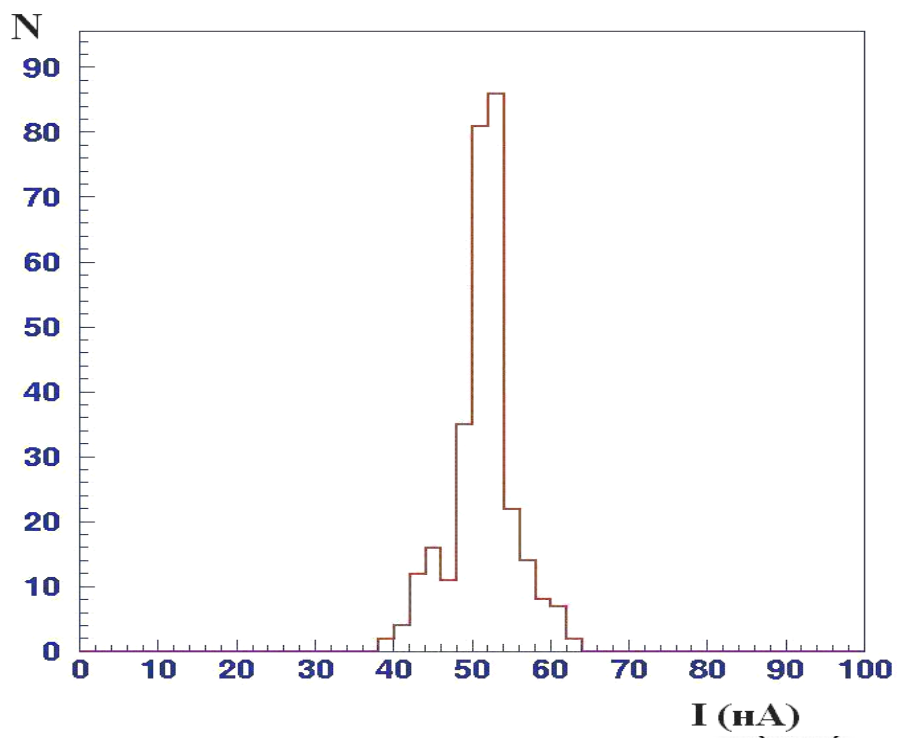


Рис. 6. Распределение амплитуды токовых сигналов с 4-мм сцинтиллятора

Распределения амплитуд в трех сериях измерений для сцинтилляторов толщиной 4 и 9 мм показаны на рис. 6 и 7 соответственно.

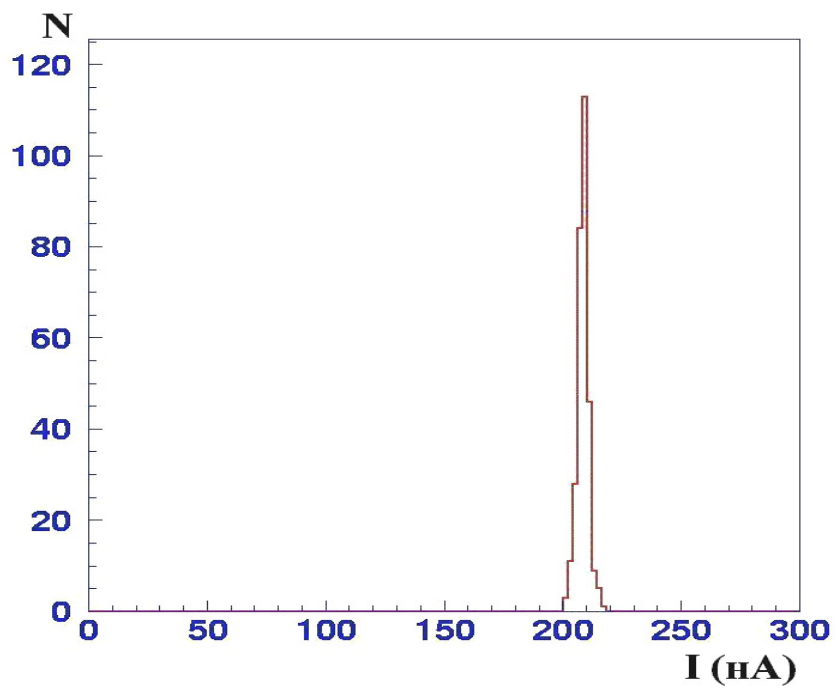


Рис. 7. Распределение амплитуды токовых сигналов с 9-мм сцинтиллятора.

Для каждой проверки мегатайла создаются три текстовых файла. Начало каждого файла содержит дату и время создания, номер мегатайла, тип и активность источника. Кроме того, файлы содержат число измеряемых точек, количество каналов измерения (устанавливаемое в пункте меню alter Current run settings), число измерений в серии, число серий, величину, пропорциональную частоте измерений, коэффициент масштаба преобразования АЦП, напряжение высоковольтного источника, которые можно изменить в файле Config.src (рис. 8). Точность стэнда приведена на рис. 9, повторяемость измерений – на рис. 10.

06 02 2002 15 15 05	06.02.2002 15:15:05	<i>Дата и время создания</i>
01 05 1	S01L05M1	<i>Номер мегатайла</i>
1 Co-60 3*10 ⁸		<i>Тип и активность источника</i>
22 24 100 3 1000000 1 1837 NPT NCH NMX NMES NFRT GAIN VOLTAGE		

Число измеряемых точек
Число каналов измерений
Число измерений в серии
Число серий
Величина, пропорциональная частоте измерений
Коэффициент преобразования
Напряжение
высоковольтного источника

Рис. 8. Общий вид файла.

Пункт меню Laser calibration задает режим проверки лазерной калибровки мегатайлов. В данном режиме создается текстовый файл, имя которого указывается в пункте меню new File name. Файл содержит амплитуды сигналов по каждому каналу измерения, записываемые для каждого события. Число каналов измерения равно максимальному числу тайлов с лазерной калибровкой в мегатайле плюс два дополнительных канала для измерения амплитуды лазерного сигнала с помощью ФЭУ и PIN-диода. В этом режиме по гистограммам контролируются все сигналы лазерной системы. В процессе измерения для каждого мегатайла набирается статистика не менее 1000 триггеров.

Количество измерений мегатайлов с учетом повторных проверок после устранения неисправностей составило ~2500. Проверка одного мегатайла в среднем занимает около получаса.

Заключение

Изготовлен стэнд, позволяющий проводить всестороннюю проверку сцинтилляционных счетчиков. Стэнд использовался для проверки большой партии оптических элементов адронного калориметра CMS и показал полное соответствие своих характеристик предъявляемым требованиям.

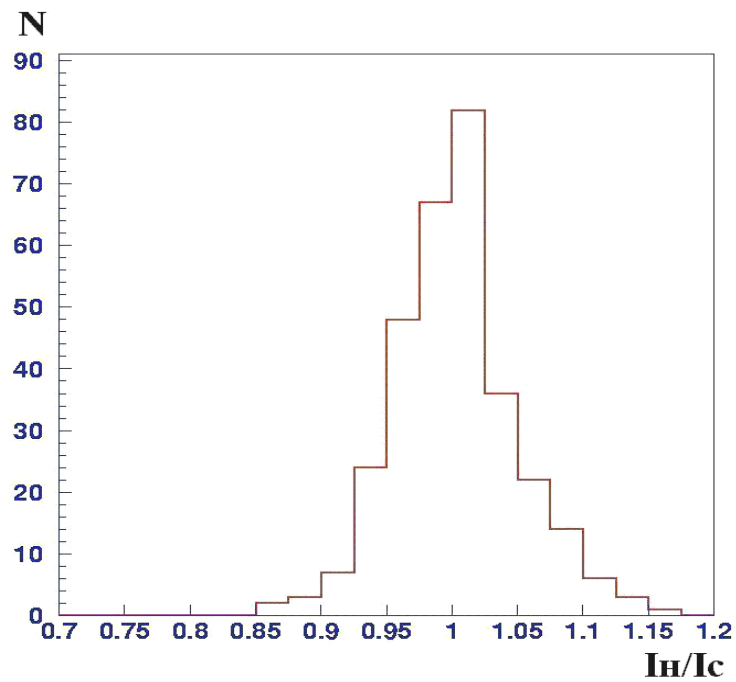


Рис. 9. Отношение амплитуд токовых сигналов при повторных измерениях с пересоединением разъемов (I_n – амплитуда токовых сигналов “нового” измерения; I_c – амплитуда токовых сигналов “старого” измерения).

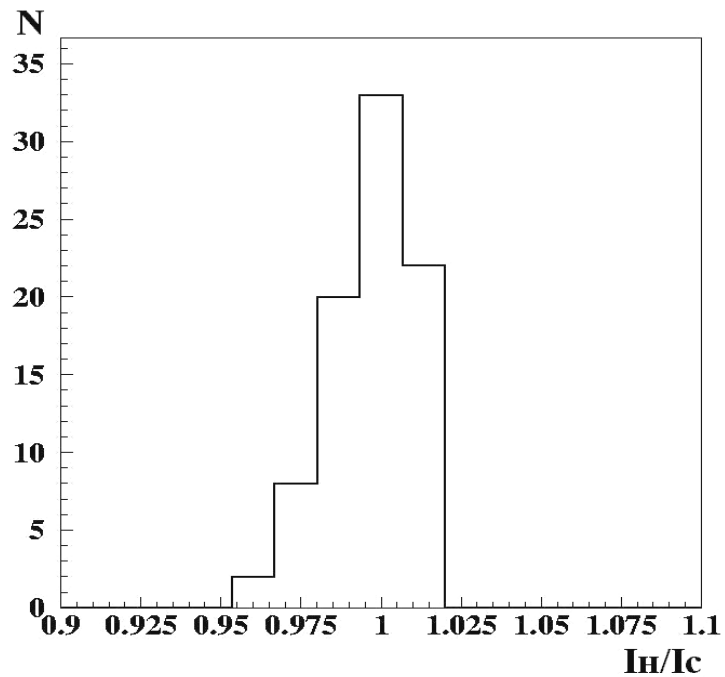


Рис. 10. Отношение амплитуд токовых сигналов при повторных измерениях без пересоединения разъемов (I_n – амплитуда токовых сигналов “нового” измерения; I_c – амплитуда токовых сигналов “старого” измерения).

Литература

1. Bayatian G.L., Grigorian N.K., Khachatryan V.G. et al. CMS Technical Design Report (The Hadron Calorimeter Project). CERN/LHCC 97-31, 1997.

Рукопись поступила 17 ноября 2003 г.

Корнеев Ю.П., Криницын А.Н., Крышкин В.И. и др.
Стенд контроля сцинтилляционных счётчиков.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы *Word*.
Редактор Н.В.Ежела.

Подписано к печати 21.03.2003. Формат 60x84/16. Офсетная печать.
Печ.л. 1, 12. Уч.-изд.л. 0,9. Тираж 130. Заказ 148. Индекс 3649.

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

