Статус торцевого калориметра

Григорьев Д. 1 ноября 1996

Торцевой калориметр был установлен в детектор после ремонта в марте 1996 года. Перед установкой все элементы калориметра прошли контроль и были признаны годными. Контроль параметров кристаллов включал измерение световыхода и его неоднородности. Фототриоды проходили выходной контроль и проверялась их работоспособность в магнитном поле, величина сигнала, а также токи утечки в цепях катод-динод, катод-анод, динод-анод. ЗЧУ настраивались по величине шумов. В качестве итоговой проверки на всех каналах набиралась космика. В данном меморандуме описывается состояние торцевого калориметра на 25 октября 1996 года. В течении этого времени калориметр был включен в общей сложности около 4 месяцев. Для контроля за состоянием калориметра используются 3 типа калибровки: пьедесталов, электронная и по космике.

Для измерения пьедесталов система сбора данных запускается от генератора без подачи сигнала калибровки. По результатам этой калибровки проверяется работоспособность и стабильность плат A32. В настоящее время стабильность пьедесталов составляет около 1 канала.

Для проведения электронной калибровки система сбора данных запускается от генератора и на калибровочный вход всех ЗЧУ подается сигнал заданной амплитуды. По результатам этой калибровки проверяется работоспособность и стабильность всего электронного тракта и измеряется величина шумов. По результатам электронной калибровки 11 каналов было признано плохими (9 - нет сигнала, 2 - не находится пик в распределении), остальные каналы считаются хорошими. На рис. 1 приведено распределение всех хороших каналов по величине шумов. Подгонка пика распределения дает средний шум около 270 электронов. На рис. 2 показано, что изменение параметров всего электронного тракта, включая ЗЧУ, формирующий усилитель, A32 и задающий генератор, не превысило 0.7% за 2 недели. Лежащие за пределами пика каналы связаны с заменой платы A32 номер 12. Также почти не изменились величины шумов, что говорит о высокой помехоустойчивости системы. Кроме того, при OFFLINE обработке событий в торцевом калориметре используется информация об измеренной величине

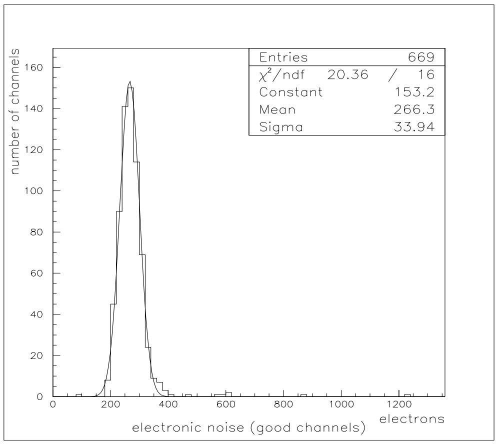

Рис. 1: Распределение "хороших" каналов шумам

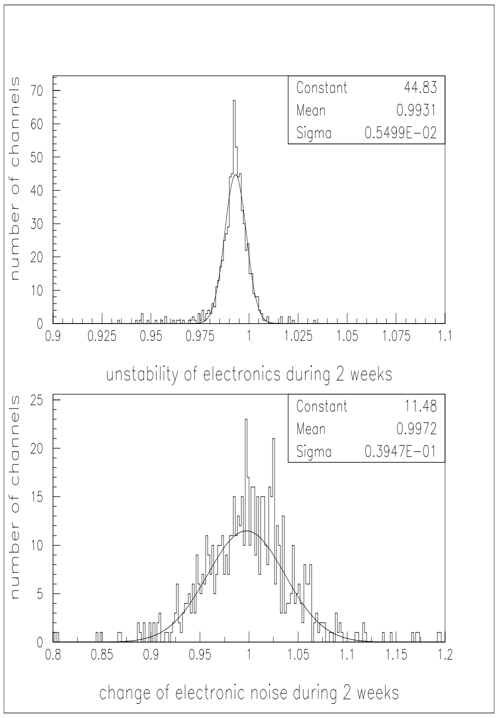

Рис. 2: Изменение в течении двух недель амплитуды сигнала (верхний рисунок) и шумов (нижний рисунок)

шумов, поэтому стабильность шумов необходима для устойчивой работы алгоритма восстановления событий в торцевом калориметре.

Особое внимание уделено калибровки по космике, так как она является полной проверкой калоримера и по ее результатам находятся калибровочные константы, используемые затем при восстановлении событий. Для проведения калибровки космическими частицами детектор запускается как правило от совпадений торцевого и цилиндрического калориметра. При этом допускается наличие небольшого тока в накопителе. События космики отбираются специальной программой. Затем полученные 680 ги-

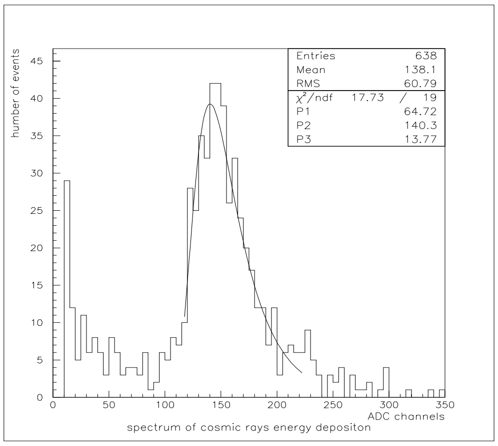

Рис. 3: Типичный спектр энерговыделения космических частиц, подогнанный распределением Ландау

стограмм автоматически подгоняются распределением Ландау. Результаты подгонки диагностируются и для 10-20 кристаллов гистограммы просматриваются и подгоняются вручную. Типичный спектр приведен на рис 3. Процедура калибровки по космике подробней описана в приложении 1.

После калибровки по космике количество каналов, считающимися плохими, увеличивается на 6 (2 - триоды были отсоединены еще при сборке из-за пробоя и чинить их было уже некогда; 2 - нет сигнала, повидимому, испорчен фотокатод; 2 - триоды пробиваются с частотой несколько герц, при этом электронные шумы нормальные, а космики под пробоями не видно). Кроме того, из обсуждающихся ниже распределений также исключены 6 плохо калибрующихся каналов (2 - большие шумы, 4 - малая амплитуда). На рис. 4 приведено распределения каналов по энергетическому эквиваленту шума и амплитуде космики. Средний энергетический эквивалент шума около 1 МэВ в соответствии с проектом. Гистограмма по амплитуде приведена после вы-

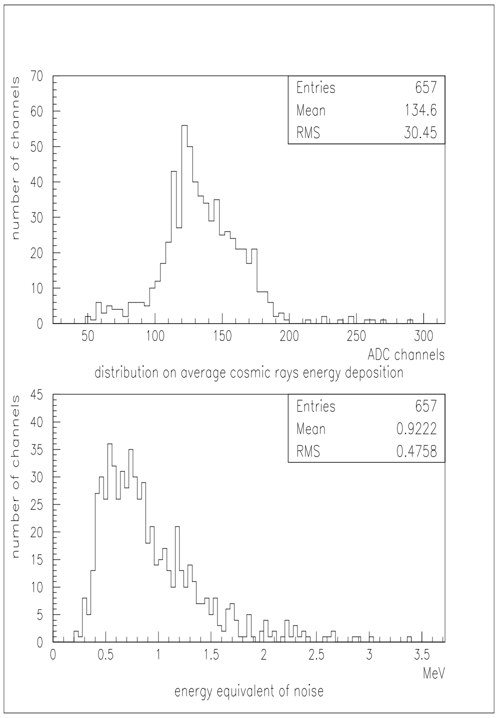

Рис. 4: Распределение "хороших" каналов по положению пика космики (верхний рисунок) и энергетическому эквиваленту шумов в МэВ (нижний рисунок)

равнивания каналов. У 50 каналов, имеющих сигнал на космике меньше 100 каналов, не удалось добиться необходимой амплитуды, несмотря на задание максимального усиления формирователя. Как видно из рис. 5, именно они ответственны за большие энергетические шумы. На рис. 6 приведено распределение системы кристалл + фототриод по амплитуде на выходе фототриода, нормированное на энерговыделение в кристалле. На рис. 7 показана статистическая ошибка подгонки спектров энерговыделения космики. Средняя ошибка несколько больше 1%. Большие ошибки соответствуют крайним кристаллам, у кото-

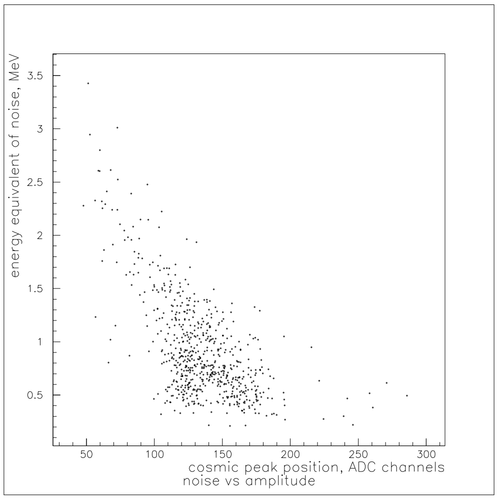

Рис. 5: Зависимость энергетического эквивалента шумов от положения пика космики

рых еще и соседний канал - плохой. В этих каналах очень мала статистика. Эффектов, связанные с влиянием границ подгонки, точностью используемого спектра космики и другие, также составляют около 1%. Таким образом, точность калибровки по космики определяется неоднородностью световыхода вдоль кристалла, которая приводит к примерно 3% ошибке для ливнеобразующих частиц. Эта ошибка возникает из-за того, что при калибровке по космике мы находим средний по кристаллу световыход, а ливень развивается в начале кристалла.

Необходимый ремонт
(вместо заключения)

Починить электронику 11 неработающих каналов и проверить 8 шумящих.

Абсолютно необходимо заменить фототриоды во всех упомянутых выше 23 плохих и плохо калибрующихся каналов. Весь опыт предыдущей работы показывает, что

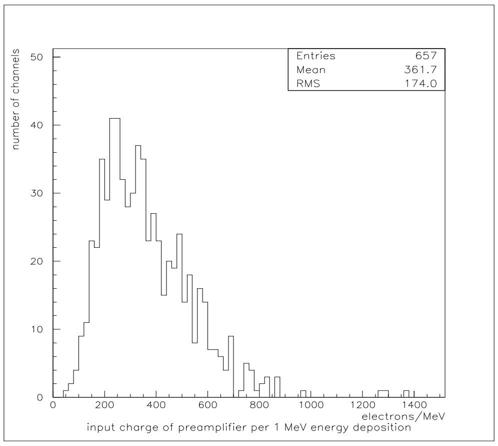

Рис. 6: Распределение каналов по световыходу в электронах на МэВ

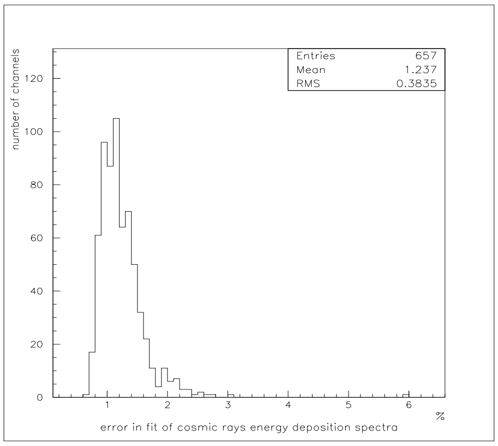

Рис. 7: Статистическая ошибка подгонки спектров энерговыделения космических частиц распределение Ландау (из PAW)

неработающие ЗЧУ являются результатом пробоя фототриода. До сих пор мы нашли только один неисправный сигнальный кабель.

Желательно также избавиться от каналов с малой амплитудой космики. Таких каналов 50. Опыт ремонта 95 года показывает, что это примерно поровну отклеенных и слабых фототриодов (в основном старых), те надо заменить еще около 30 фототриодов.

Приложение 1.

Для уменьшения влияния шумов и косых прохождений космических частиц через кристалл, энерговыделение в нем заносится в гистограмму если сработала пара кристаллов или сверху и снизу от него, или справа и слева. Этот способ отбора сработавших кристаллов был использован при калибровке по космике элекромагнитного калориметра детектора L3 в ЦЕРНе. Сложность использования этого простого и естественного алгоритма для калибровки торцевого калориметра связана с наличием плохих каналов и большим числом кристаллов, лежащих на границе калориметра и для которых стандартный алгоритм неприменим. 48 кристаллов прилегают к дырке вокруг компенсирующих магнитов, из расположенных на внешнем периметре калориметра кристаллов 64 не имеют одного соседнего, а 56 двух соседних кристаллов. Таким образом, чисто по геометрии торцевого калориметра 168 из 680 кристаллов требуют нестандартного отбора. Каждый плохой канал нарушает условия отбора для 4 соседних, что приводит для существующего количества плохих каналов к появлению 60-70 нестандартных ситуации. Таким образом, примерно треть кристаллов требует индивидуального подхода. Используемый нами при калибровке алгоритм решает вышеупомянутые проблемы.