



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 97-10

ОНФ

А.П.Воробьев, А.Г.Холоденко

Институт физики высоких энергий, Протвино

Ю.И.Иваньшин, Ю.П.Петухов

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

А.Г.Воронин, Д.Е.Карманов, Е.Н.Кузнецов, М.М.Меркин

Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОТИПОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ АКТИВНОЙ МИШЕНИ

Протвино 1997

Аннотация

Воробьев А.П. и др. Исследование прототипов полупроводниковой активной мишени: Препринт ИФВЭ 97–10. – Протвино, 1997. – 9 с., 6 рис., библиогр.: 5.

В работе представлены результаты исследования двух прототипов полупроводниковой активной мишени. Показано, что исследовавшиеся кремниевые прототипы могут быть адаптированы для задач второго этапа эксперимента E-161.

Abstract

Vorobiev A.P. et al. The Study of Si Live Target Prototypes: IHEP Preprint 97–10. – Protvino, 1997. – p. 9, figs. 6, refs.: 5.

Two prototypes of Si live target have been tested. It is shown, than prototypes can be adapted for tasks of the experiment E-161 second stage.

В работе представлены результаты исследования двух прототипов активной мишени с целью последующей адаптации и использования одного из них в составе прецизионного вершинного детектора в эксперименте по изучению механизмов образования и распадов очарованных частиц в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ (второй этап эксперимента E-161) [1]. Активная мишень будет выполнять в этом эксперименте следующие функции:

- Выделение событий с первичным взаимодействием в активной мишени на стадии выработки сигнала триггера первого уровня.
- Выделение детектора мишени, в котором произошло первичное взаимодействие. Эта информация может использоваться в триггере второго уровня и при геометрической реконструкции события.
- Возможность исследования А-зависимости механизмов образования очарованных частиц путем смены полупроводникового материала мишени или установки дополнительных фольг из металла (W,Pb).

На первом этапе исследований мишенью являлся пакет, составленный из кремниевых детекторов – элементов калориметра установки “ZEUS” [2]. Он состоял из трех кремниевых детекторов, выполненных в виде пластин квадратной формы со стороной 12 мм и толщиной 380 мкм, расположенных с зазором 1,5 мм. Используемые нами предварительные усилители и усилители-формирователи являются базовыми элементами калориметра установки “ZEUS”. Кремниевые детекторы отличаются меньшими поперечными размерами. Подробное описание усилителей и их принципиальные схемы можно найти в работе [3].

Мишень облучалась мюонами, пионами (канал 2Б, $p=43$ ГэВ/с) и протонами (канал 14, $p=70$ ГэВ/с) ускорителя У-70. Амплитудный спектр, полученный на фоновых мюонах, приведен на рис.1. Используя его и учитывая параметры шумового распределения, мы получили амплитудные распределения, ожидаемые для большего числа частиц. На рисунке эти распределения показаны пунктирными линиями для случаев прохождения через детектор двух, трех и четырех частиц.

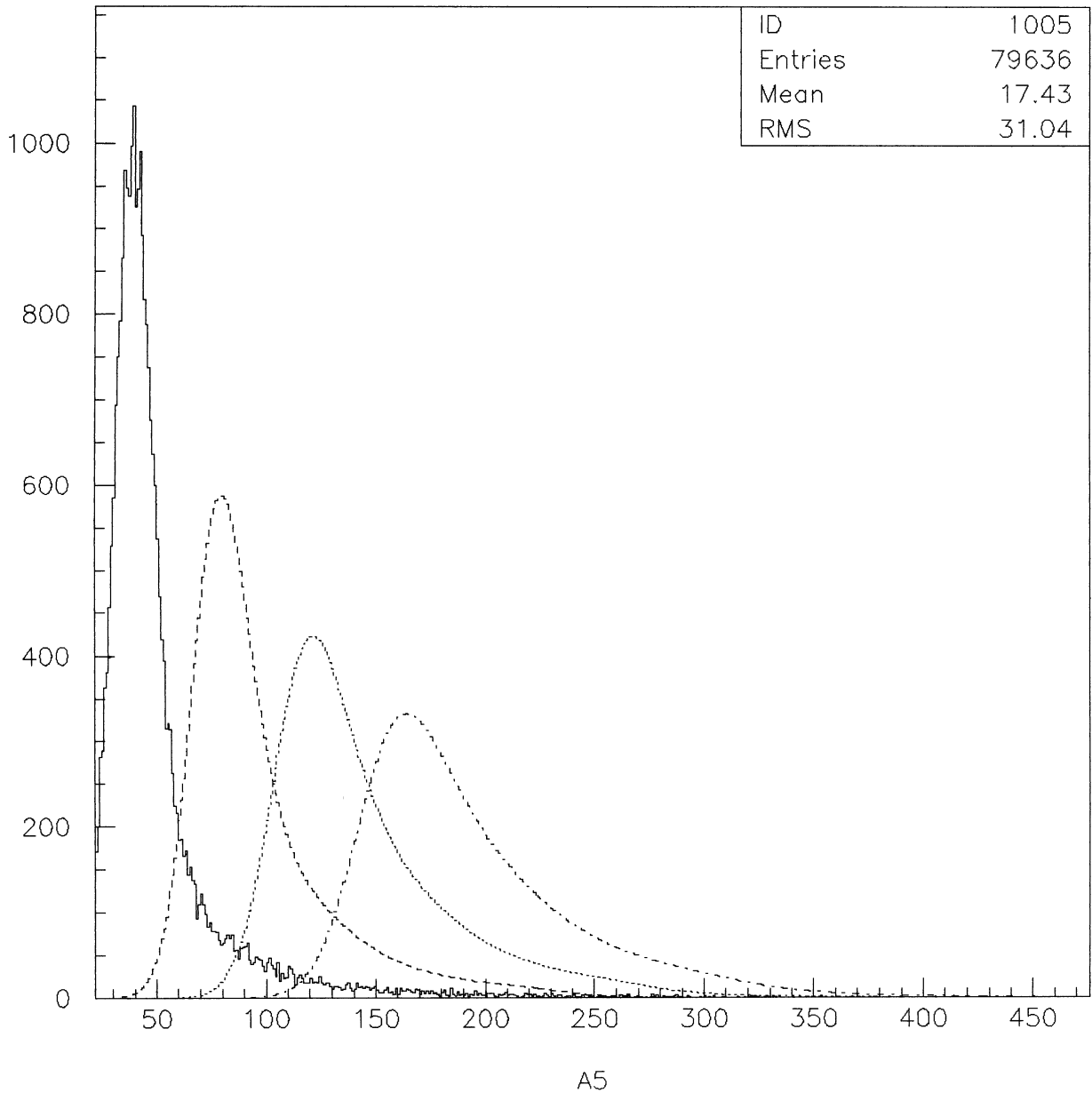


Рис. 1. Амплитудный спектр мюонного сигнала детектора мишени I. Пунктиром показаны ожидаемые спектры, соответствующие прохождению через детектор двух, трех и четырех частиц.

На рис.2а и 2б приведены спектры сигналов, наблюдаемых в детекторе 2 (внутренний детектор пакета) при экспозиции в пионном пучке, до и после наложения условий на амплитуды сигналов во внешних детекторах мишени. Заметно обогащение области, соответствующей многочастичным сигналам, и четко просматривается пик от двух частиц.

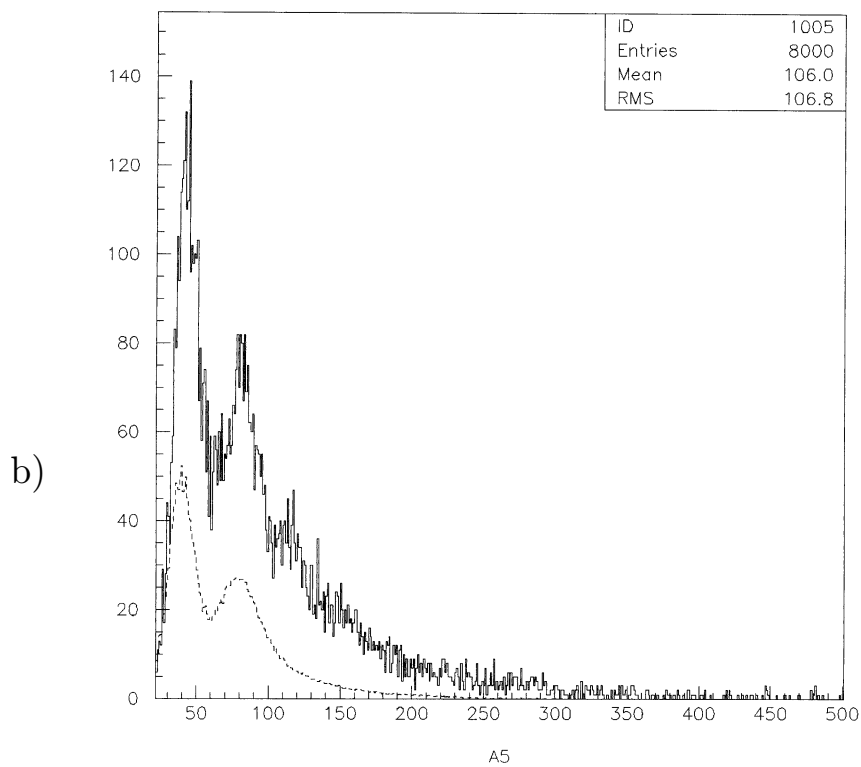
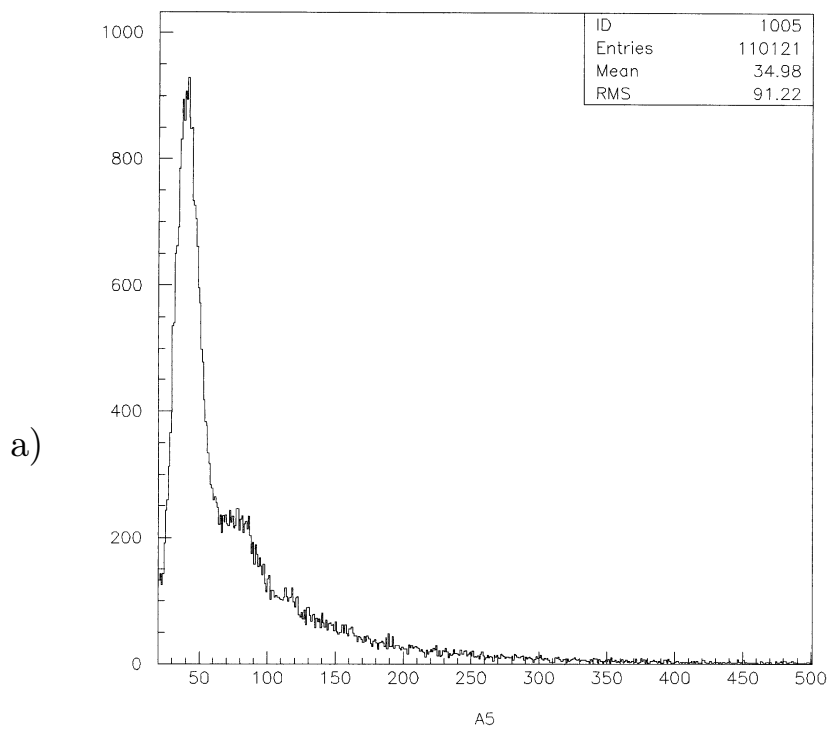


Рис. 2. Амплитудный спектр пионного сигнала внутреннего детектора пакета I: а) ограничения на уровни сигналов внешних детекторов пакета отсутствуют; б) на уровни сигналов внешних детекторов наложены условия: в первом по ходу пучка детекторе сигнал соответствует прохождению одной частицы; в третьем детекторе сигнал не менее сигнала, ожидаемого от трех частиц.

В наших измерениях поведение базовой линии измерительного тракта в зависимости от загрузки хорошо описывается линейной функцией:

$$\bar{A} = A_0 + C * k, \quad (1)$$

где C — число частиц, прошедших через детектор с начала сброса; $A_0 = 171,93_{-0,1}^{+0,1}$; $k = (0,932_{-0,212}^{+0,212}) \cdot 10^{-4}$.

Этот дрейф не существен в процессе наших измерений, так как C не превосходило 10^4 . Хотя экстраполяция зависимости (1) в область больших загрузок не очевидна, наличие дрейфа базовой линии нельзя игнорировать в условиях реального эксперимента, где ожидается увеличение загрузки на два порядка.

При включении в измерительный тракт фильтра на основе короткозамкнутой линии (DL -фильтр) дрейф был полностью подавлен и параметры приобрели следующие значения: $A_0 = 151,81_{-0,13}^{+0,13}$, $k = (-0,010_{-0,112}^{+0,112}) \cdot 10^{-4}$.

На втором этапе использовалась мишень, ранее успешно работавшая в составе установки МИС ОИЯИ [4]. Мишень собрана из десяти кремниевых детекторов, которые выполнены в виде дисков диаметром 20,5 мм, толщиной 200 мкм каждый и объединены в пакет толщиной 11 мм. Описание мишени и ее спектрометрического тракта имеется в работе [5].

Мишень экспонировалась в пучке пионов с импульсом 43 ГэВ/с. Амплитуды снимаемых с детекторов сигналов переводились в единую шкалу, где единицей отсчета являлось $A_{нб}$ — наиболее вероятное значение амплитуды одночастичного распределения для данного детектора. Соответствующее значение амплитуды было получено фитированием одночастичного спектра функцией, представляющей собой свертку распределения Ландау и нормального распределения.

На рис.3 приведено амплитудное распределение сигналов одного из каналов мишени, пунктиром показана функция одночастичного распределения. Данные были получены при включении в триггер сигнала последнего, десятого, детектора мишени, когда он превосходит заданный порог $(A_{10})_{порог}$. На врезке к рисунку показано амплитудное распределение сигналов в этом детекторе и вертикальной линией отмечен уровень $(A_{10})_{порог}$, соответствующий прохождению через десятый детектор в среднем трех частиц.

Рис.4 иллюстрирует нарастание множественности по глубине мишени. На рисунке представлена доля событий с амплитудой, превышающей заданный уровень, в зависимости от номера детектора в мишени (нумерация по направлению первичного пучка). Необходимо отметить, что численные значения здесь носят качественный характер, так как включают взаимодействия в пассивном веществе, окружавшем мишень.

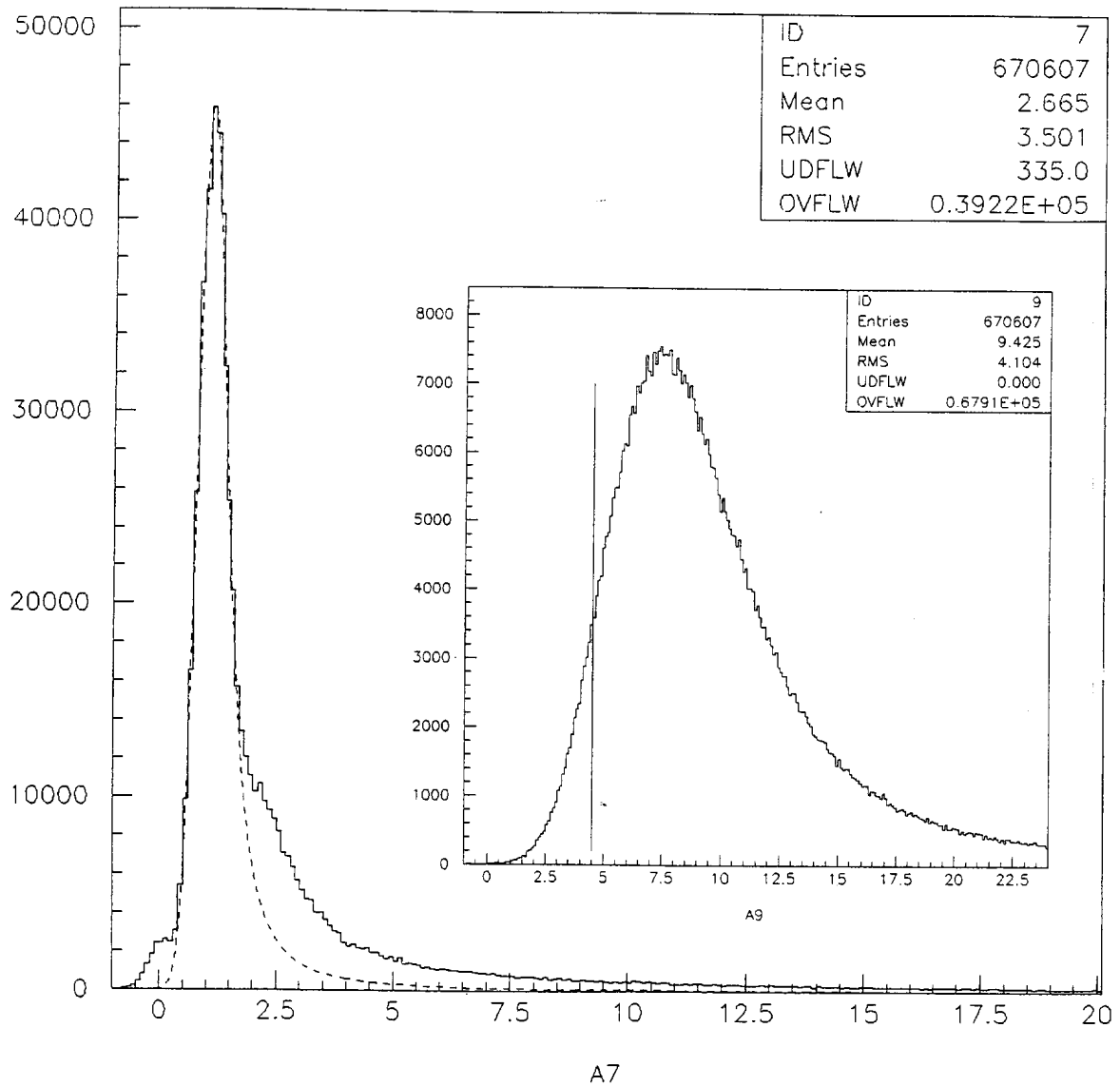


Рис. 3. Спектр пионного сигнала одного из детекторов мишени II. Пунктиром показана свертка распределения Ландау и нормального распределения. На врезке показан спектр сигналов десятого детектора мишени. Вертикальной линией отмечен порог $(A_{10})_{\text{порог}}$.

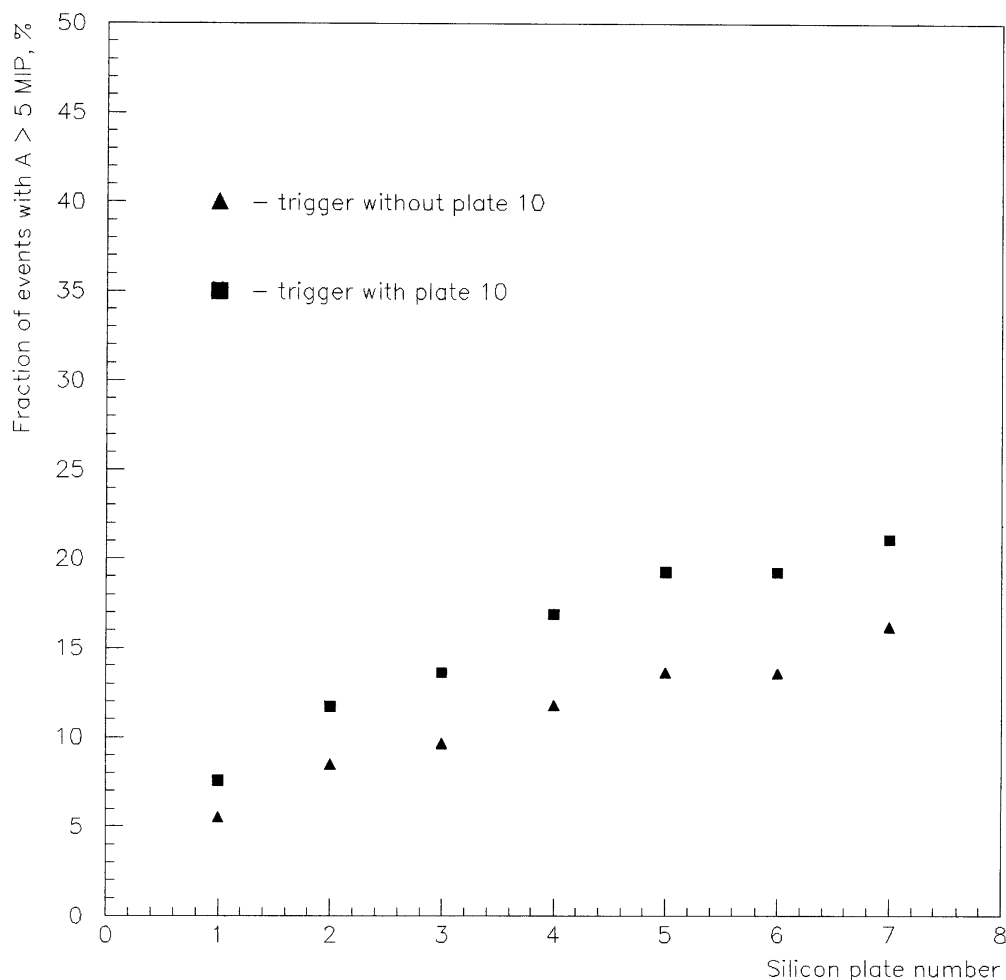


Рис. 4. Доля событий с амплитудой, превышающей уровень сигнала от пяти частиц, в зависимости от номера детектора мишени.

Наложив требования на уровни сигналов в 1, 4 и 7 детекторах мишени, мы проанализировали корреляцию уровней сигналов в детекторах 2, 3 и 5, 6. Требования, налагаемые на уровни сигналов :

1. Сигнал в первом детекторе в среднем соответствует прохождению через него одной частицы.
2. Уровень сигнала ни в одном из детекторов пакета, кроме четвертого, не превосходит 10 частиц.
3. Среди всех детекторов мишени в четвертом наблюдается наибольший сигнал.
4. Сигнал в седьмом детекторе не менее среднего значения, соответствующего, прохождению трех частиц.

Соответствующие гистограммы уровней сигналов в детекторах 2, 3, 5 и 6 приведены на рис.5.

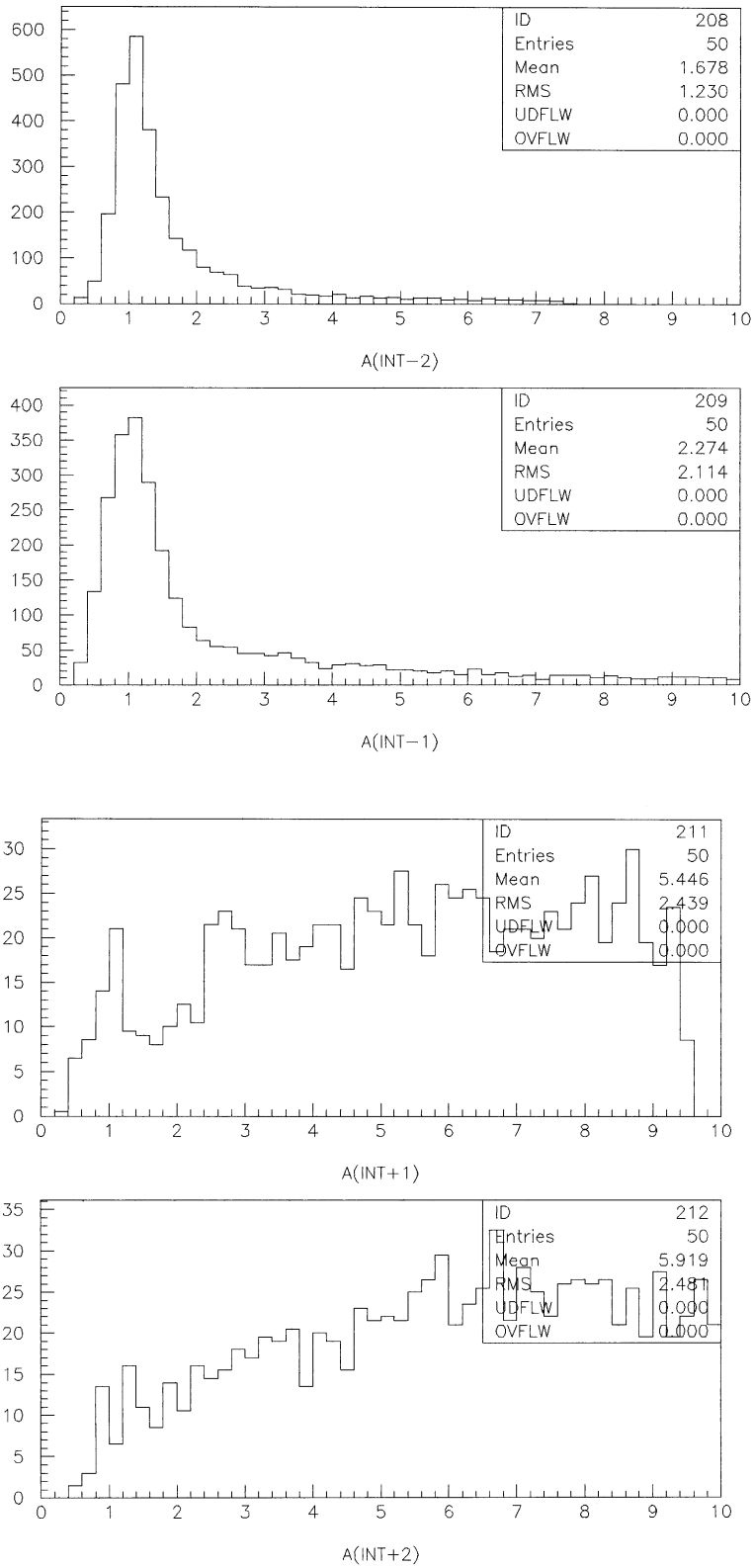


Рис. 5. Гистограммы уровней сигналов детекторов до и после вершины первичного взаимодействия.

На рис.6 представлены средние значения уровней сигналов во внутренних детекторах пакета, отвечающие условиям:

- в детекторе 4 сигнал не более 10 частиц;
- в детекторе 4 сигнал превосходит 10 частиц.

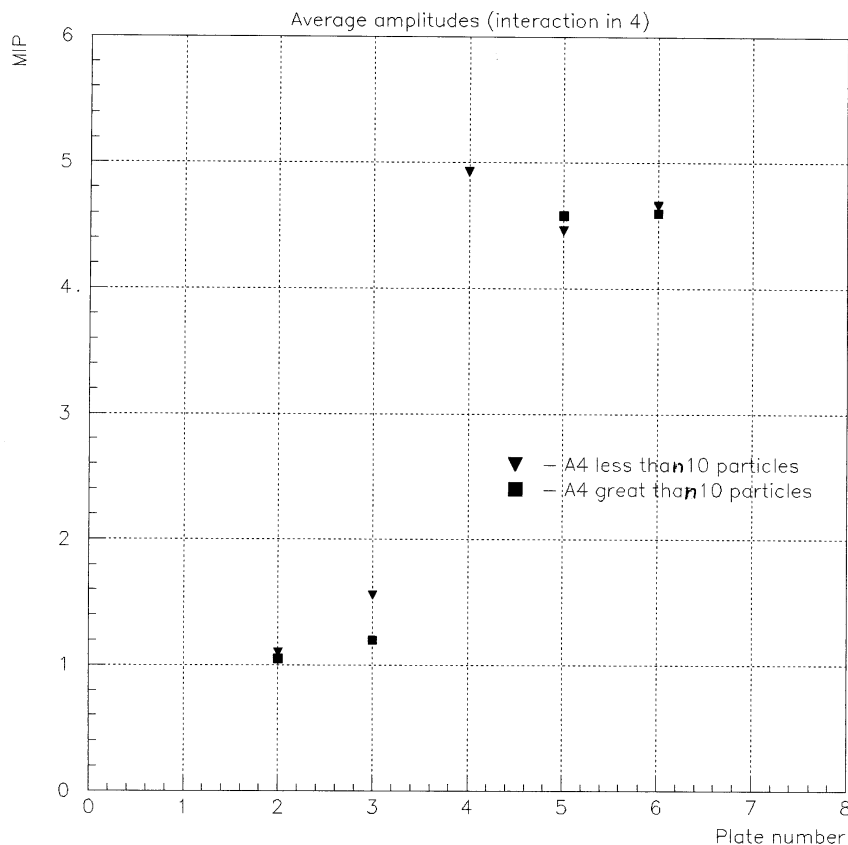


Рис. 6. Средние значения амплитуд сигналов детекторов мишени II: треугольники — сигнал в детекторе 4 меньше уровня десяти частиц, квадраты — сигнал в детекторе 4 превосходит десять частиц.

Можно видеть, как ужесточение требований на уровень сигнала в четвертом детекторе оказывает влияние, в первую очередь, на сигнал в предшествующем детекторе. Прилив (среднее значение сигнала в третьем детекторе приблизительно равно 1,5 частицам, если в четвертом детекторе сигнал менее 10 частиц) объясняется тем, что вершина взаимодействия расположена на выходе из третьей пластины и суммарная толщина активного слоя, пройденного вторичными частицами в третьем детекторе, меньше, чем в четвертом.

Основываясь на результатах представленного анализа, можно сделать следующие выводы:

- Выбором условий, налагаемых на уровни сигналов внешних детекторов мишени, удается обогатить выборку событий с первичным взаимодействием заданной множественности заряженных частиц во внутренних детекторах. Это позволяет включить мишень в триггер для обогащения событиями с образованием очарованных частиц, поскольку такие процессы характеризуются большой множественностью.
- Возможно достаточно надежное определение номера детектора (т.е. Z-координаты), в котором произошло взаимодействие, что позволяет использовать эту информацию в триггере второго уровня и при последующей обработке данных.

В заключение авторы выражают глубокую признательность коллективам установок ПРОЗА и МИС ИТЭФ за любезно предоставленную нам возможность параллельной работы с пучком.

Список литературы

- [1] Ardashev E.N. et al. — Preprint IHEP 96-98, Protvino, 1996.
- [2] ZEUS—DESY—PRC 87-02, 1987.
- [3] Cadwell et al.—Proc. of the SSC Workshop, Tuscaloosa, 1989.
- [4] Bellini G. et al.— CERN, EP/81-40, Geneva, 1981.
- [5] Кантони П. и др.—Сообщение ОИЯИ P1-88-504, Дубна, 1988.

Рукопись поступила 19 марта 1997 г.

А.П.Воробьев и др.

Исследование прототипов полупроводниковой активной мишени.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы \LaTeX .

Редактор Л.Ф.Васильева.

Технический редактор Н.В.Орлова.

Подписано к печати 24.03.97 г. Формат $60 \times 84/8$. Офсетная печать.

Печ.л. 1,12. Уч.-изд.л. 0,86. Тираж 240. Заказ 1011. Индекс 3649.

ЛР №020498 17.04.97.

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

