

508800118

Препринт ЕФИ-933(84)-86

**ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ**  
**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**В. В. АВАКЯН, В. Х. МАТЕВОСЯН, А. А. ЧИЛИНГАРЯН,**

**Н. С. ЧИЛИНГАРЯН**

**БАЙЕСОВСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ АДРОНОВ  
КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ  
РПИ-ДЕТЕКТОРОМ УСТАНОВКИ "ПИОН"**

**ЦНИИатоминформ**

**ЕРЕВАН-1986**

Նախնատիպ **ԷՓՊ-933(84)-86**

ՈՎԱԳՑԱՆ Վ.Վ. ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ Վ.Խ. ՉԻԼԻՆԳԱՐՑՅԱՆ Ո.Ո.  
ՉԻԼԻՆԳԱՐՑՅԱՆ Ն.Ս.

**"ՊիՈՆ" տարբուսությունն ունճողության ճյուղագրություն ԳԵՖԵԿՏՈՐՈՎ  
ԳՐԱՆՑՎՈՒ ՀԱԴԻՐՈՆՆԵՐԻ ԲԱՑԵՍՑԱՆ ԻՇՏԱԿՈՒՄԸ**

Ներկա աշխատանքում նկարագրված է ծրագրային համալիր՝ "ՊիՈՆ" սարքի միջոցով գրանցված տվյալների ինքնուրույն մշակման համար: Բերված են հաղորդների դասակարգման և մշակման արդյունքները: Սարքի գրանցման տվյալները մշակվել են Բայեսյան ուղղիչ կանոնների օգնությամբ՝ օգտագործելով նախապես հայտնի սպասելիք արդյունքները: Որոշված է կիրառված եղանակի արդյունաբերությունը:

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ  
Երևան 1986

Preprint EOM-933(84)-86

V.V.AVAKYAN, A.A.CHILINGARYAN,  
N.S.CHILINGARYAN, V.Kh.MATEVOSYAN

BAYESIAN-IDENTIFICATION OF COSMIC-RAY  
HADRONS REGISTERED BY XTR- DETECTOR OF  
"PION" INSTALLATION

A program-equipment complex constructed for automatic processing of experimental data at a "Pion" installation is described. Results of cosmic-ray hadrons classification by Bayesian decision rules being an effective tool of combination of a priori and experimental information are reported.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1986

Препринт ЕФИ-933(84)-86

УДК 537.591:538.56:539.12:539.1.074

В.В.АВАКЯН, В.Х.МАТЕВОСЯН, А.А.ЧИЛИНГАРЯН,  
Н.С.ЧИЛИНГАРЯН

БАЙЕСОВСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ АДРОНОВ  
КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ  
РПИ-ДЕТЕКТОРОМ УСТАНОВКИ "ПИОН"

В работе описывается созданный программно-аппаратурный комплекс, предназначенный для автоматической обработки экспериментальных данных установки "Пион". Приводятся результаты классификации адронов космического излучения байесовскими решающими правилами, представляющими эффективный способ объединения априорной и экспериментальной информации.

Ереванский физический институт  
Ереван 1986

На высокогорной станции Арагац с 1977 года работает установка "Пион", предназначенная, в частности, для измерения сечения взаимодействия адронов космического излучения с различными ядрами и для определения  $\pi/\rho$  - отношения в области энергии вплоть до 5 ТэВ [1]. Для идентификации протонов и  $\pi$  - мезонов используются 5 рядов детекторов переходного излучения, каждый из которых состоит из радиатора излучения и многослойной пропорциональной камеры.

Сравнение статистических методов идентификации [2] показало преимущество байесовского подхода, представляющего эффективный способ объединения априорной и экспериментальной информации путем вычисления так называемых апостериорных плотностей с помощью теоремы Байеса [3]:

$$P(\omega_i/\vec{x}) = \frac{P(\omega_i) P(\vec{x}/\omega_i)}{\sum_{i=1}^L P(\omega_i) P(\vec{x}/\omega_i)},$$

где  $P(\omega_i)$  - априорные вероятности,  $P(\vec{x}/\omega_i)$  - условные плотности (функции правдоподобия), полученные из калибровочных измерений или из вычислительных экспериментов;

$P(\omega_i / \bar{X})$  - апостериорная вероятность события  $\omega_i$  (например, достоверность того, что зарегистрированная детектором частица - протон) при условии, что в эксперименте наблюдалась величина  $\bar{X}$ , и до проведения опыта достоверность гипотезы  $\omega_i$  принималась равной  $P(\omega_i)$ . Условные плотности оцениваемое с помощью непараметрических адаптивных алгоритмов на пакетах управляющих программ статистического анализа [4]. Для совместной обработки экспериментальных данных и результатов вычислительных экспериментов необходимо создание структур, обеспечивающих простой и быстрый доступ. В настоящей работе описывается созданный программно-аппаратурный комплекс, предназначенный для автоматической обработки данных установки "Июм".

Обеспечение унифицированного хранения данных и быстрого доступа к ним позволяет их организацию в форме реляционных баз данных.

В качестве физического носителя выбраны диски емкостью 7 и 29 Мбайт ЭЕМ БЭСМ-6 ВЦ Ереван.

Файловая структура выбрана с учетом специфики пакета управляющих программ, производящего обработку данных.

В этих структурах совокупность всех записей логически представляется как таблица (плоский файл, прямоугольный массив).

Строка таблицы представляет собой  $M$  - мерный вектор измерения, элементы которого соответствуют отдельным измерениям или конученым в результате вычислительного эксперимента параметрам. Таблица (совокупность  $M$  - строк) соответствует реализации вычислительного эксперимента с определенными значениями управляющих параметров или серии экспериментальных измерений. Компоновку обучающих выборок для совместного статистического

анализа осуществляют специальные подпрограммы, причем можно заказывать нужные столбцы и строки.

Результатом работы этих программ является поименованный рабочий массив, записанный в базу данных. В качестве основных атрибутов файлов выбраны имя массивов, число реализаций и число признаков.

Программные средства поддержки базы данных включают довольно простую и удобную форму отчетности и информационно-диагностических сообщений, что обеспечивает надежную защиту данных, исключает ошибочное использование и дает возможность легко производить изменения в базе данных.

На распечатке приведены результаты классификации адронов космического излучения байесовскими рекурсивными правилами. Оценивание условных плотностей осуществляется с помощью обучающих выборок, хранящихся в базе данных. Для считывания обучающей выборки соответствующей энергии частицы, которая определяется ионизационным калориметром, создана специальная система ассоциативного доступа. Имена массивов, соответствующих определенной энергии, отражают величину этой энергии.

Например: название E 500 означает, что в массиве хранятся по 200 реализаций вычислительного эксперимента, соответствующего прохождению протонов и  $\pi$  - мезонов с энергией 500 ГэВ через РПИ-детектор [5].

Экспериментальная информация содержит значения энергоделений по рядам РПИ-детектора, энергию частицы, определенную ионизационным калориметром, плотность ливневого сопровождения и паспортные данные. Соответственно по энергии выбирается нужная обучающая выборка, а по энергии (две градации  $\geq 700$ ,

$< 700$  ГэВ) и плотности ливневого сопровождения -  $\rho_{\text{макс}}$  (три градации: 0,1, 0,3,  $2 \text{ м}^{-2}$ ) - априорная вероятность (см. таблицу, данные получены согласно [6] ). Далее печатается статистическое решение о типе частицы и ошибка решения. В базе данных хранятся обучающие выборки двух типов: с числом реализаций  $M$  , равным 200 и 500. Всего по 35 выборок каждого типа в интервале от 300 до 2000 ГэВ с шагом 50 ГэВ. Созданная система позволяет довольно быстро обрабатывать поступающую экспериментальную информацию: на одно событие требуется  $\sim 5$  с машинного времени ЭВМ БЭСМ-6. Результаты расчетов также возможно хранить в базе данных с целью последующей интерпретации и вычисления  $\pi/\rho$  - отношения или других физических параметров.

В заключение выражаем благодарность Акопову Н.Э. и Мамидзянцуну Э.А. за внимание к работе и полезные обсуждения, а также Карагезяну Г.В. и Пленко М.П. за помощь в подготовке данных.

## Таблица

## Априорные вероятности протонов

$\Delta E$ (ГэВ) \ $\rho_{\text{макс}}$ ( $M^{-2}$ )	0,1	0,3	2
$\leq 700$	0,76	0,72	0,51
$> 700$	0,85	0,8	0,65

## Событие № 29

Число модулей 4

Энерговыведения по рядам АПК

9,24 7,42 5,46 5,88

Энергия частицы, с которой ведется розыгрыш 932,00

Событие с МД ИИЗ зона 22I

Начало каскада с 10 ряда конец в 3 ряду

Сопровождения 0

Характеристики энерговыведений

Среднегеометрическое 6,85

Среднеарифметическое 7,00

Априорная информация 7,600-00I 2,400-00I

Сформированное имя для выборки из банка ф 900

Частица-протон ошибка 2,1085-00I

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аванян В.В., Амундьян А.Т., Антоян К.Г. и др. Установки для исследования взаимодействия космических адронов с энергией выше 500 ГэВ. Материалы I симпозиума по переходному излучению частиц высоких энергий, Ереван, 1977, с.277-286.
2. Чалхчяри А.А. О статистических методах идентификации частиц высоких энергий. Материалы II симпозиума по переходному излучению частиц высоких энергий, Ереван, 1983, с.478-494.
3. Чалхчяри А.А. Идентификация частиц высоких энергий по азимутально разнесенным образам. JINR сер. физ. матем., вып. 4(15), 1982, с.61-68.
4. Аванян В.В., Арутюнян С.Х., Гаурьян С.А. и др. Общее представление о структуре центра диметил АИИ. Препринт ЕИ-419(46)-84, Ереван, 1984.
5. Амундьян А.Т., Мамарян Г.Л., Овсепян А.П. Анализ-использование РИТ-детекторов в детекторе для идентификации. Препринт ЕИ-437(44)-80, Ереван, 1980.
6. Аванян В.В., Амундьян А.Т., Багдасарян Е.С. и др. Исследование состава и спектров адронной компонентной структуры из высокоэнергетических пучков. JINR сер. физ. матем., вып. 4(16), 1983, с.25-34.

Рукопись поступила 4 августа 1986 г.

**В. В. АВАКЯН, В. Х. МАТЕВОСЯН, А. А. ЧИЛИНГАРЯН, Н. С. ЧИЛИНГАРЯН**  
**БАЙЕСОВСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ АДРОНОВ КОСМИЧЕСКОГО**  
**ИЗЛУЧЕНИЯ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ РПИ-ДЕТЕКТОРОМ**  
**УСТАНОВКИ "ПИОН"**

Редактор Л. П. Мукаян  
Технический редактор А. С. Абрамян

---

Подписано в печать 14/Х-86г. ВФ-05728 Формат 60x84/16  
Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,5 Тираж 299 экз. Ц. 8 к.  
Зак. тип. 555 Индекс 3624

---

Отпечатано в Ереванском физическом институте  
Ереван 36, Маркаряна 2



**ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**