

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

0-42

10-88-223

УДК 539.126.6

ОДИНЦОВ

Владимир Георгиевич

СОЗДАНИЕ МЕТОДИКИ
ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ
И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ,
РЕГИСТРИРУЕМОЙ СПЕКТРОМЕТРАМИ
ЧАСТИЦ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем
Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Виноградов
Владимир Борисович

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Емельяненко
Геннадий Андреевич

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

Сигунов
Валерий Павлович

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

Давиденко
Григорий Викторович

Ведущее научно-исследовательское
учреждение:

Ереванский физический институт, Ереван.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1988г.
в _____ часов на заседании специализированного совета Д-047.01.02
при Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных
исследований, г.Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

Автореферат разослан "___" _____ 1988г.

Ученый секретарь
специализированного Совета

М.Ф.Лихачев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Значительное число экспериментов в физике высоких энергий выполняется с помощью электронных установок — спектрометрических комплексов, включающих в себя широкоапертурные электромагниты, системы проволочных детекторов, сцинтилляционные и черенковские годоскопы и работающие на линии с ЭИМ.

С помощью таких установок проводятся исследования так называемых бинарных и квазибинарных процессов. Идентификация канала реакции в указанных процессах в ряде случаев осуществляется методом "недостающих масс". Этот метод относится к числу наиболее сложных исследовательских приемов в физике высоких энергий. Его реализация возможна только при условии достижения высокой точности в измерениях углов и импульсов заряженных частиц, участвующих в реакции.

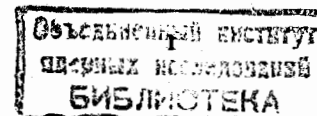
Актуальными задачами при проведении указанного типа экспериментов являются: выбор моделированием по методу Монте-Карло оптимального расположения детекторов установки, разработка эффективных методов прецизионного определения пространственного положения трековых детекторов, характеристик магнитных полей, кинематических параметров заряженных частиц.

Ряд экспериментов в физике высоких энергий носят поисковый характер, т.е. направлены на обнаружение новых частиц и резонансов. При этом эффект образования новой частицы (резонанса) может имитироваться статистической флуктуацией в виде пика гистограммы. Актуальным поэтому является вопрос об оценке статистической значимости эффекта и методе ее определения.

Цель работы

1. Моделирование оптимальной конфигурации набора трековых детекторов электронной установки.
2. Создание методики прецизионного определения пространственного положения трековых детекторов электронной установки.
3. Разработка методики определения кинематических параметров заряженных частиц.
4. Создание метода определения статистической значимости при экспериментальном обнаружении новых резонансов.

Разработанные методы и программы для ЭВМ апробировались на основе данных, полученных с помощью установки "Гиперон". Эта установка предназначена для исследований процессов образования и распада частиц высоких энергий. Она позволяет исследовать как



бинарные реакции методом "недостающих масс", так и процессы инклюзивного образования резонансов, распадающихся на несколько регистрируемых установкой заряженных частиц.

Научная новизна

1. Предложена и реализована оригинальная методика определения пространственного положения трековых детекторов электронной установки.
2. Разработана новая математическая модель восстановления кинематических параметров заряженных частиц.
3. Разработан новый эффективный алгоритм обращения блочных квазидиагональных окаймленных симметричных матриц.
4. Разработан новый метод определения статистической значимости при экспериментальном обнаружении новых резонансов.

Практическая значимость работы

Применение разработанных математических методов способствовало созданию крупного спектрометрического комплекса "Гиперон" для изучения широкого класса процессов образования и распада частиц высоких энергий на 76 ГэВ ускорителе ИФВЭ. Создание и использование оригинальных методик определения пространственного положения трековых детекторов и кинематических параметров заряженных частиц способствовало достижению высоких разрешающих способностей этого спектрометра. На установке "Гиперон" в настоящее время получен ряд важных физических результатов.

Разработанные математические методы могут быть использованы для других магнитных многоканальных спектрометров при их проектировании, создании и проведении на них экспериментов.

Автор защищает:

1. Методику определения геометрических констант экспериментальной установки.
2. Новую математическую модель восстановления параметров треков заряженных частиц с учетом полной матрицы ошибок в факторизованном представлении.
3. Методику определения импульсов заряженных частиц на установке "Гиперон".
4. Методику моделирования оптимальной геометрии и разрешающих способностей электронной установки.
5. Метод определения статистической значимости при экспериментальном обнаружении новых резонансов.

6. Метод обращения одного специального класса блочных матриц.

Апробация работы. Результаты исследований, положенные в основу диссертации, докладывались на семинарах ЛЯП, ЛЭЭ и ЛВТА СИЛИ, совещаниях сотрудничества "Гиперон", конференциях молодых ученых Ереванского физического института (1979г.) и Белоруссии (1984г.); они опубликованы в препринтах и сообщениях СИЛИ, журнале "Приборы и техника эксперимента".

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения; содержит 123 с. машинописного текста; в том числе 26 рисунков и 15 таблиц. Список цитируемой литературы содержит 147 наименований.

Во введении сформулировано содержание предмета исследования, обоснована актуальность, научная новизна и практическая ценность работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приводится краткое описание экспериментальной установки "Гиперон".

Установка "Гиперон" расположена на канале № 18 серпуховского ускорителя в пучке несепарированных полуслительно заряженных частиц. Установка состоит из независимых систем детекторов частиц, позволяющих видоизменять конфигурацию и состав аппаратуры в соответствии с требованием проводимых экспериментов. По функциональному назначению она может быть разделена на три основных узла:

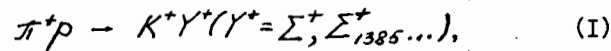
- пучковый спектрометр, служащий для идентификации частиц пучка, измерения их импульсов и углов падения на мишень;
- мишень;
- спектрометр вторичных частиц, позволяющий идентифицировать частицы, вылетающие из мишени и измерять их импульсы и углы.

Вся система детекторов включена в линию с ЭЗЛ ЕС-1010, служащей для автоматического контроля за аппаратурой и накопления получаемой информации.

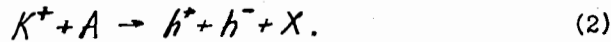
В ходе проведения экспериментов комплекс аппаратуры развивался и совершенствовался, благодаря чему в настоящее время установка позволяет осуществлять широкую программу исследований бинарных и инклюзивных процессов, производить эксперименты по поиску новых состояний частиц.

В работе рассматриваются две модификации спектрометра, отвечающие требованиям различных физических задач. В первом варианте идентификация канала реакции производилась по спектру недостающих

масс к вторичным K^+ - мезонам, образуемым в реакциях



во втором - исследовались спектры эффективных масс вторичных частиц, рождающихся в реакциях типа:



Во второй главе описана новая методика определения геометрических констант экспериментальной установки. Принципиально новым в этом подходе является то, что полный набор констант для совокупности трековых детекторов определяется на основе минимально возможного количества информации о пространственном положении двух любых проволочных детекторов установки.

Сформулирована и доказана теорема о существовании и приведен вид матрицы, обратной к квазидиагональной окаймленной блочной матрице. В рамках описываемой методики с использованием нового метода обращения матриц получен аналитический вид формул и создана эффективная по скорости и компактная по памяти программа для нахождения геометрических констант установки. Эффект достигнут в результате того, что элементы обратной матрицы, используемой при решении системы линейных уравнений, представлены в явном виде, а не вычислялись с помощью традиционных методов обращения матриц.

Новая методика позволяет с высокой точностью определять относительное пространственное расположение трековых детекторов установки, предназначенной для изучения гиперзарядово-обменных процессов методом "недостающих масс". Достигнуты точности определения: X -, Y - координат детектора - 0,1 мм, угла поворота детектора вокруг продольной оси установки - 4×10^{-4} рад. Анализ спектров недостающих масс, полученных двумя способами - без учета углов поворотов камер и с учетом последних - показал, что среднеквадратичная ширина пика Σ^+ - гиперона составляет (72 ± 2) и $(54 \pm 1,5)$ МэВ соответственно. Таким образом, учет углов поворотов плоскостей проволочных камер привел к повышению точности определения недостающей массы на 25%, что обеспечило необходимое разрешение для выделения каналов гиперзарядово-обменных реакций (1).

Глава третья посвящена разработке методов восстановления кинематических параметров заряженных частиц.

Создана новая математическая модель восстановления параметров треков заряженных частиц. Новизна заключается в применении при

определении параметров треков специального математического аппарата, разработанного на основе алгебры ленточных операторов. В рамках этой модели с использованием факторизованного представления информационных матриц получен аналитический вид формул и созданы быстрые алгоритмы восстановления треков частиц. Это позволило в 5-10 раз повысить скорость восстановления геометрии отдельного события по сравнению методами подгонки (фитирования) параметров, использующих итерационные процессы.

Формулы для определения параметров прямолинейных треков с учетом полной матрицы ошибок в факторизованном представлении имеют вид

$$a = t_2 + \frac{\det \left[\frac{\partial \delta_i}{\partial w_j} \right]}{\det W_i}$$

$$\frac{b}{\Delta S_i} = t_1 - t_2 + \frac{K(a - t_2)}{FPT} + \frac{P \sum W_i \delta_i}{FPT}, \quad (3)$$

где a - наклон трека, b - его интерсепт, t_i - наклон трека в i -й измеренной точке, ΔS_i - расстояние между i и $i+1$ точками, W_i - информационные матрицы размерностью $[2,2]$,

$$F = (W_{11} - W_{12}, W_{21} - W_{22}), \quad P = (V_{11}, V_{12}), \quad K = V_{11} W_{11} + V_{12} W_{21}.$$

В главе III описана также методика определения импульсов заряженных частиц в условиях установки "Гиперон".

Расчетная разрешающая способность спектрометра вторичных частиц установки "Гиперон" по импульсу составляет 0,5%. Отсюда следует, что при использовании метода "недостающих масс" для определения параметров вторичных частиц, образованных в реакции (1), погрешность метода определения импульса не должна превышать 0,1 - 0,2%. Такие же высокие требования налагаются на точность измерения компонентов напряженности магнитного поля.

Величины компонентов напряженности магнитного поля (H_x , H_y , H_z) спектрометрического электромагнита МС-12 установки "Гиперон" были измерены с указанной точностью в ≈ 130 тысячах точек.

Метод определения импульсов заряженных частиц основан на замене карты магнитного поля, состоящей из 400 тысяч чисел H_x , H_y , H_z , набором коэффициентов при полиномах Чебышева, состоящим из $1+3$ тысяч чисел. Импульс частицы при этом вычисляется по формуле

$$\xi_0 = \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} \sum_{k=1}^{N_z} \sum_{l=1}^{N_4} \sum_{m=1}^{N_4} C_{ijklm} T_i(\xi_1) T_j(\xi_2) T_k(\xi_3) T_l(\xi_4) T_m(\xi_5). \quad (4)$$

Здесь:

$$\xi_n = \frac{2X_n - A_n - B_n}{B_n - A_n}$$

переменные, изменяющиеся в интервале $[-1, 1]$, $[A, B]_{n=1}^6$ - границы изменения параметров x_n , $\{x_n\}_{n=1}^6$ - входные параметры, $X_1 + X_4$ - координаты точек, принадлежащих траектории заряженной частицы, $X_1, X_2 - (x, y)$ - координаты точки траектории, соответствующие середине мишени, $X_3, X_4 - (x, y)$ - координаты, соответствующие точке входа частицы в магнит, $X_5 = \frac{1}{p}$, $X_6 - x$ - проекция угла θ отклонения частицы, прошедшей через магнит, $T(x) = \cos[\arccos(x)]$ - полиномы Чебышева, $\{C_{klm}\}_{k,l,m=1}^4$ - набор коэффициентов при полиномах Чебышева.

Для определения импульсов вторичных π^+ - мезонов в реакции



измеренной на установке "Гиперон" при импульсе первичной частицы $P_1^+ = 10$ ГэВ/с, был рассчитан набор из $3 \times 3 \times 5 \times 6 \times 5$ коэффициентов. Предварительно этот набор был использован для определения импульсов смоделированных траекторий. Полученные значения импульсов P_2 были сопоставлены с начальными значениями P_1 .

На рис. I приведено распределение смоделированных траекторий по величине $\frac{\Delta p}{p} = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$ для указанного набора коэффициентов. Из рис. I видно, что средняя точность при определении импульса частицы для смоделированной траектории составила $(\frac{\Delta p}{p}) = 0,087\%$. Среднеквадратичная ширина спектра недостающих масс к вторичному π^+ - мезону, образуемому в реакции (5), составляет $(53 \pm 1,5)$ МэВ, что согласуется с расчетной величиной σ_p , полученной методом Монте-Карло, с учетом разрешающих способностей экспериментальной установки.

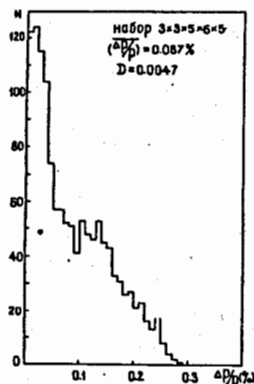


Рис. I

Глава IV посвящена созданию методики моделирования событий, регистрируемых экспериментальными установками. Создана программа, с помощью которой выполнено моделирование различных вариантов установки "Гиперон". Программа позволяет моделировать события исследуемой реакции в рамках определенной геометрии установки и восстанавливать параметры частиц с учетом следующих случайных факторов:

многократного кулоновского рассеяния, геометрического разрешения детекторов, фоновых условий. Для восстановления кинематических параметров частиц используются алгоритмы, описанные в главе III.

При изучении бинарных процессов (I) методом "недостающих масс" для разделения пиков от Σ^+ - гиперона и $\Sigma^+(1385)$ - резонанса необходимо иметь разрешение установки по недостающей массе величиной 50 - 60 МэВ. С помощью программы моделирования был рассчитан вариант геометрии установки, обеспечивающий разрешение по импульсу первичной частицы $\Delta p/p = 0,3\%$, по импульсу и углу вылета из мишени вторичного K^+ - мезона $\Delta p/p = 0,5\%$ и $\Delta\theta = 0,3$ мрад, что и позволило достичь указанного разрешения по недостающей массе.

С помощью ряда модификаций программы моделирования произведены расчеты параметров экспериментальной установки на основе 180-сантиметровой стримерной камеры, а также выполнено моделирование класса экзотермических процессов типа $K + {}^4\text{He} \rightarrow Y_{132}^0 + T$ (предложение экспериментов по поиску новых гиперонов и/или гиперонных резонансов методом "недостающих масс" к тритию).

В главе V описан новый метод определения статистической значимости пика гистограммы при экспериментальном обнаружении новых резонансов.

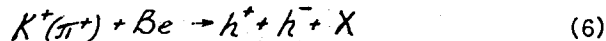
Эффект образования новой частицы может имитироваться статистической флуктуацией. Поэтому естествен интерес к вопросу о вероятности такой флуктуации как меры статистической значимости наблюдаемого эффекта - пика гистограммы.

Ранее не существовало единого критерия оценки статистической значимости эффекта. В одних работах оценивали статистическую значимость с помощью χ^2 - критерия, в других работах приводилось число стандартных отклонений h , причем h определяли различным способом: или как $N_s/\sqrt{N_f}$, или как $N_s/\sqrt{N_s + N_f}$, где N_s - количество событий над фоновой кривой (эффект), N_f - количество событий под фоновой кривой. В диссертации показано, что одной величины h недостаточно для корректной оценки вероятности статистической флуктуации. Эта вероятность зависит, помимо величины h , от количества ячеек гистограммы, от числа ячеек, в которых наблюдается пик, и, вообще говоря, от формы фоновой кривой, относительно которой производится отсчет эффекта.

Выведена формула для определения вероятности статистической флуктуации и получены численные значения вероятностей для практически интересных случаев. Были рассчитаны также величины вероятностей статистических флуктуаций для ряда экспериментов, в которых были обнаружены новые резонансы.

В главе VI приведены результаты обработки экспериментальной информации, полученной с помощью установки "Гиперон", иллюстрирующие эффективность созданной методики.

Разрешение по эффективной массе спектрометра вторичных частиц было определено в опыте по исследованию спектрометров эффективных масс адронов, образующихся в процессе



при импульсе первичного K^+ -мезона 11 ГэВ/с.

С точки зрения оценки разрешения установки наибольший интерес представляют данные о спектре эффективных масс $\pi^+\pi^-$ -мезонов от распада K^0 -мезона при условии, что вершины "вилки" $\pi^+\pi^-$ -мезонов расположены вне мишени. В этом случае исключается многократное рассеяние пионов в мишени, и ширина пика не зависит от ее толщины. Типичный спектр эффективных масс $\pi^+\pi^-$ -мезонов в районе пика показан на рис.2. Среднее квадратичное отклонение этого распределения, характеризующее разрешение спектрометра, составляет $\sigma = (2,6 \pm 0,3) \text{ МэВ}$.

На рис.3 изображен спектр эффективных масс системы K^+K^- , зарегистрированный в реакции (6). Виден четкий пик от распада $\rho^0 - K^+K^-$. Среднее значение массы в пике $M = 1020 \text{ МэВ}$, ширина на полувысоте $\Delta M = 12 \text{ МэВ}$. Большой вклад ($\approx 10 \text{ МэВ}$) в эту величину вносит многократное рассеяние K^\pm -мезонов в бериллиевой мишени, имевшей толщину 10 см.

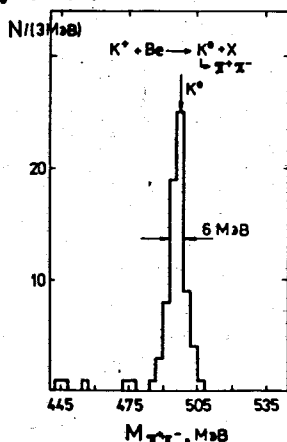


Рис.2. Распределение по эффективной массе системы $\pi^+\pi^-$ -мезонов.

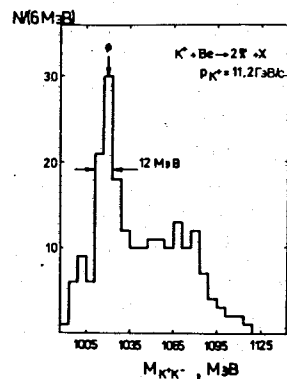


Рис.3. Распределение по эффективной массе системы K^+K^- -мезонов.

На рис.4 показано распределение по разности величин $(P_1 - P_2)$ импульсов пучковых частиц, проходящих через всю установку (без мишени). Импульсы определялись с помощью пучкового спектрометра (P_1) и спектрометра вторичных частиц (P_2) независимо. Средняя величина импульса $\langle P \rangle = 12 \text{ ГэВ/с}$; среднеквадратичное отклонение распределения составляет $\sigma = (74 \pm 1) \text{ МэВ/с}$, т.е. $\sigma / \langle P \rangle = \pm 0,62\%$, что хорошо согласуется с расчетными погрешностями определения импульсов с помощью этих спектрометров: $\Delta P/P_1 = \pm 0,35\%$, $\Delta P/P_2 = \pm 0,45\%$.

При исследовании процесса $\pi^+p \rightarrow K^+ + X$ получен спектр недостающих масс, изображенный на рис.5. Здесь помимо основного максимума, отвечающего реакции $\pi^+p \rightarrow K^+ \Sigma^+$, наблюдаются другие пики, соответствующие образованию резонансных состояний $\Sigma^+(1385)$ и $\Sigma^+(1670)$, что убедительно свидетельствует о высоком разрешении прибора.

Полученные точностные характеристики реакции (1) в сравнении с аналогичными данными других спектрометров приведены в таблице I.

Разрешающие способности установки в варианте спектрометра "эффективных масс" для изучения процессов типа (2) и выделения спектров масс $\pi^+\pi^-$ -систем приведены в таблице II.

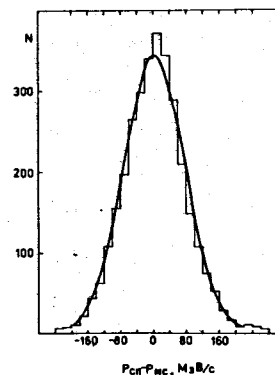


Рис.4. Распределение по разности величин импульсов пучковых частиц, измеренных с помощью пучкового спектрометра (P_1) и спектрометра вторичных частиц (P_2).

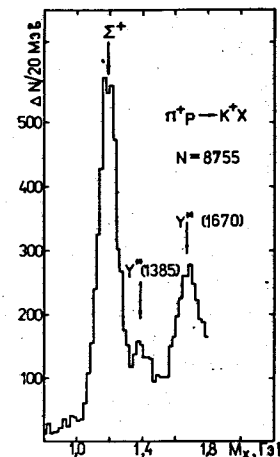


Рис.5. Распределение по недостающей массе к K^+ -мезону в реакции (1).

Таблица I. Точности измерения недостающей массы в реакции (I)

Установка	P_{II} ГэВ/с	$(\Delta p/p)_{II}^+$ %	$(\Delta p/p)_{K^+}$ %	$\Delta \theta_{K^+}$ мрад	ΔM_{X^+} МэВ/с ²
"Гиперон"	12	0,35	0,45	0,6	56
MMS CERN	10	0,15	0,42	0,8	60
SAMS BNL	6		0,66		40
SAS FLAB	70	0,09	0,09		67

Таблица II. Точности измерения эффективной массы системы $\pi^+ \pi^-$ - мезонов ($h^+ A \rightarrow K^+ X, K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$)

Установка	Реакция	P (ГэВ/с)	σ (МэВ/с ²)
"Гиперон"	$K^+ Be \rightarrow K^+ X$	11	2,6
БИС-2 ОИИИ	$n C \rightarrow K^+ X$	40	4
SI37 CERN	$K^+ n \rightarrow K^+ p$	6-12	9
DVMS BNL	$\pi^+ p \rightarrow K^+ K^+ p$	20	2,8
LASS SLAC	$K^+ n \rightarrow K^+ p$	13	5,5
MPS BNL	$\pi^+ p \rightarrow K^+ K^+ p$	5-15	4,5

Применение разработанных математических методов способствовало созданию установки "Гиперон" и ее использованию для изучения широкого класса процессов образования и распадов частиц высоких энергий.

В заключении сформулированы основные выводы диссертации.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ДИССЕРТАЦИИ

1. Разработана оригинальная методика определения пространственного положения трековых детекторов электронных установок. Эта методика апробирована на основе различных конфигураций установки "Гиперон". Продемонстрировано, что применение этой методики позволяет повысить реальную разрешающую способность установки "Гиперон" по "недостающим массам" на 25%.

2. Создана новая математическая модель восстановления кинематических параметров заряженных частиц. В рамках этой модели получены простые аналитические выражения восстановления параметров треков, что позволило повысить скорость обработки отдельного события в 5-10 раз по сравнению с традиционными методами определения параметров, использующих итерационную процедуру.

3. Разработано математическое обеспечение для обработки резуль-

татов измерений магнитного поля спектрометрического магнита МС-12. Полученные в результате измерений карты магнитного поля позволили обеспечить необходимую точность в определении импульсов первичных и вторичных частиц: относительная погрешность в определении импульса, привносимая неточностью измерений поля, не превышает 0,1-0,2%.

4. Разработана методика определения импульсов заряженных частиц на установке "Гиперон". Погрешность, привносимая неточностью метода при определении $\Delta p/p$, составляет 0,1-0,2%.

5. Разработана методика расчетов оптимальной геометрии и разрешающих способностей магнитных многоканальных спектрометров, имеющих в основе трековые проволочные детекторы.

В рамках этой методики рассчитаны параметры конкретных вариантов установки "Гиперон" для изучения гиперзарядово-обменных процессов и инклюзивного образования векторных мезонов. Созданная установка по своим характеристикам соответствует лучшим приборам подобного класса, а по некоторым параметрам превосходит их.

6. Разработан метод обращения блочных квазидиагональных окаймленных матриц. Доказана теорема существования и приведен вид обратной к указанному типу матрицы. Написана программа обращения данного типа матриц.

7. Создан новый метод определения статистической значимости при экспериментальном обнаружении новых резонансов в физике высоких энергий. Выведена формула для определения вероятности статистической флуктуации в виде пика гистограммы как меры статистической значимости наблюдаемого эффекта, получены численные значения вероятностей для практически интересных случаев.

Исследования, описанные в диссертации, проводились с 1973 по 1985 г. Результаты исследований опубликованы в следующих работах:

1. Антхков В.А., Бицадзе Г.С., Будагов Ю.А., Будяшов Ю.Г., Виноградов В.Б., Володько А.Г., Гребенник В.М., Джелепов В.П., Ерин С.В., Куравлев Н.И., Зинов В.Г., Королев В.М., Ломакин Ю.Ф., Одинцов В.Г. и др. Спектрометр ГИПЕРОН. ИТЭ, 1985, № 5, с.35-42.
2. Виноградов В.Б., Кульчицкий Ю.А., Курилин А.С., Одинцов В.Г., Павлинов А.И. Методика определения геометрических констант установки "Гиперон". Дубна, 1985, - 14с. Сообщение/Объед. ин-т ядерн. исслед. : Р10-85-77/.
3. Виноградов В.Б., Кульчицкий Ю.А., Курилин А.Г., Одинцов В.Г. Методика определения геометрических констант установки

- "Гиперон". Программное обеспечение. - Дубна, 1985, - 12с. Сообщение/Объед. ин-т ядерн.исслед.:Б1-10-85-85/.
4. Одинцов В.Г. Метод обращения одного специального класса блочных матриц.-Дубна, 1982 -6с. Сообщение/Объед. ин-т ядерн. исслед.:Р5-82-544/.
 5. Одинцов В.Г. Программа обращения блочных квазидиагональных скаймленных матриц.-Дубна, 1982. - 4с. Сообщение /Объед. ин-т ядерн.исслед.:II-82-627/.
 6. Будагов Ю.А., Емельяненко Г.А., Мачавариани А.И., Одинцов В.Г. О некоторых вопросах эффективной оценки кинематических параметров заряженных частиц с учетом множественных случайных факторов в экспериментах по физике высоких энергий.-Дубна, 1976.-12с. Сообщение/Объед.ин-т ядерн.исслед.:Р10-9950/.
 7. Емельяненко Г.А., Одинцов В.Г. Получение оценок кинематических параметров заряженных частиц с учетом факторизованного представления информационных матриц в экспериментах по физике высоких энергий.-Дубна,1977,-16с.Сообщение/Объед.ин-т ядерн.исслед.:Р10-III27/.
 8. Гасанбеков Р.М., Емельяненко Г.А., Одинцов В.Г. Получение параметров прямолинейных треков с учетом факторизованного представления информационных матриц.-Дубна, 1979.-8с.Сообщение/Объед. ин-т ядерн.исслед.:Р10-12712/.
 9. Емельяненко Г.А., Одинцов В.Г. О некоторых вопросах получения оценок кинематических параметров заряженных частиц в экспериментах по физике высоких энергий.- IV конференция молодых ученых Ереванского физического института (Нор-Амберд, 25-27 сентября 1979г.): Тез.докладов - Ереван.ЕрФИ,1979, с.11.
 10. Одинцов В.Г. Обобщенные формулы для определения кинематических параметров треков заряженных частиц с учетом полной матрицы ошибок в факторизованном представлении.-Дубна, 1982.-12с. Сообщение/Объед.ин-т ядерн.исслед.:Р10-82-480/.
 11. Виноградов В.Б., Гасанбеков Р.М., Курилин А.С., Одинцов В.Г., Русакович Н.А. О восстановлении кинематических параметров заряженных частиц в условиях спектрометра "Гиперон".-Дубна, 1980.-7с. Сообщение/Объед.ин-т ядерн.исслед.: I-13015/.
 12. Кульчицкий Ю.А., Маниев В.М., Минашвили И.А., Мороз Л.Г., Одинцов В.Г., Юрков В.И. О разрешающих способностях спектрометра вторичных частиц установки "Гиперон". -Дубна,1983.-12с. Сообщение /Объед.ин-т ядерн.исслед.:Б1-1-83-137/.
 13. Кульчицкий Ю.А., Курилин А.С., Одинцов В.Г. Расчет разрешающих способностей спектрометра "Гиперон". VIII конференция молодых ученых БССР. Минск, 21-23 июля, 1984.:Тез.докладов.-Минск,1984, ИФ АН БССР.

14. Акименко С.А., Белоусов В.И., Блик А.М., Будагов Ю.А., Виноградов В.Б., Володько А.Г., Григалашвили Т.С., Долгий С.А., Зелепукин С.А., Йорданов А., Карпунин А.В., Королев В.М., Кукушкин А.А., Куликов Ю.В., Курилин А.С., Кутьин В.М., Ломакин Ю.Ф., Николаевский Г.П., Одинцов В.Г. и др. Спектрометр "Гиперон". I. Характеристики магнитного поля модифицированного электромагнита МС-12. - Дубна,1980.-7с.Сообщение/Объед.ин-т ядерн.исслед.:Р13-80-155/.
15. Виноградов В.Б., Кульчицкий Ю.А., Курилин А.С., Одинцов В.Г. Методика определения импульсов заряженных частиц в условиях установки "Гиперон".-Дубна,1983.-10с. Сообщение/Объед.ин-т ядерных исслед.:Р1-83-390/.
16. Курилин А.С., Одинцов В.Г., Пермякова Л.А. Преобразование чисел двойной точности из представления ЕС-1060 к *fix,d*-формату СДС-6500.-Дубна,1982. - 8с. Сообщение/Объед. ин-т ядерн.исслед.: Б1-10-82-540/.
17. Виноградов В.Б., Йорданов А.Б., Королев В.М., Курилин А.С., Одинцов В.Г., Русакович Н.А., Яцук В.Г. Программа моделирования для одноплечевого магнитного спектрометра с бесфильмовым съемом информации. -Дубна,1977, Сообщение/Объед.ин-т ядерн.исслед.:I-10997/.
18. Виноградов В.Б., Одинцов В.Г. Расчет оптимального варианта системы определяющих сцинтилляционных счетчиков для 180-сантиметровой стримерной камеры.- Дубна,1977, - 18с. Сообщение /Объед. ин-т ядерн. исслед.:I3-10980/.
19. Будагов Ю.А., Виноградов В.Б., Дзелепов В.П., Лыкасов Г.И., Одинцов В.Г., Флягин В.Б., Эрамжян Р.А. О реакциях прямого рождения гиперонов на легких ядрах.-Дубна,1977. - 12с. Сообщение/Объед.ин-т ядерн. исслед.: Р1-10396/.
20. Лыкасов Г.И., Одинцов В.Г. Матричный элемент реакции $K^-He-^{127}_{51}T$ Дубна,1977. - 10с. Сообщение/Объед.ин-т ядерн.исслед.: Р1-10398/.
21. Виноградов В.Б., Дохтманов М.Э., Одинцов В.Г., Пазман А. Определение статистической значимости при экспериментальном обнаружении новых резонансов.-Дубна,1973. - 16с. Сообщение /Объед.ин-т ядерн.исслед.:Р1-7175/.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 апреля 1988 года.