

Р-465

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

13 - 6354

В.И.Фоминых

**МНОГОМЕРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
НА БАЗЕ ЭВМ "МИНСК - 2"
В ЗАДАЧАХ ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ**

Специальность 260 - приборы экспериментальной физики

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

(Диссертация написана на русском языке)

Дубна 1972

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель

кандидат физико-математических наук

В.М.Цупко-Ситников

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, профессор

В.С.Шпинель,

кандидат технических наук

Б.В.Фериллов

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Радиевый институт им.В.Г.Хлопина, г.Ленинград

Автореферат разослан " " 1972 г.

Защита диссертации состоится " " 1972 г.

на заседании Ученого совета Лаборатории ядерных проблем
Объединенного института ядерных исследований, г.Дубна, Московской
области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета

кандидат физико-математических наук

Д.А.Батусов

13 - 6354

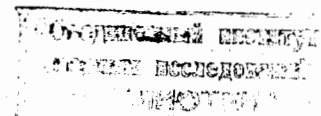
В.И.Фоминых

МНОГОМЕРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
НА БАЗЕ ЭВМ "МИНСК - 2"
В ЗАДАЧАХ ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Специальность 260 - приборы экспериментальной физики

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

(Диссертация написана на русском языке)

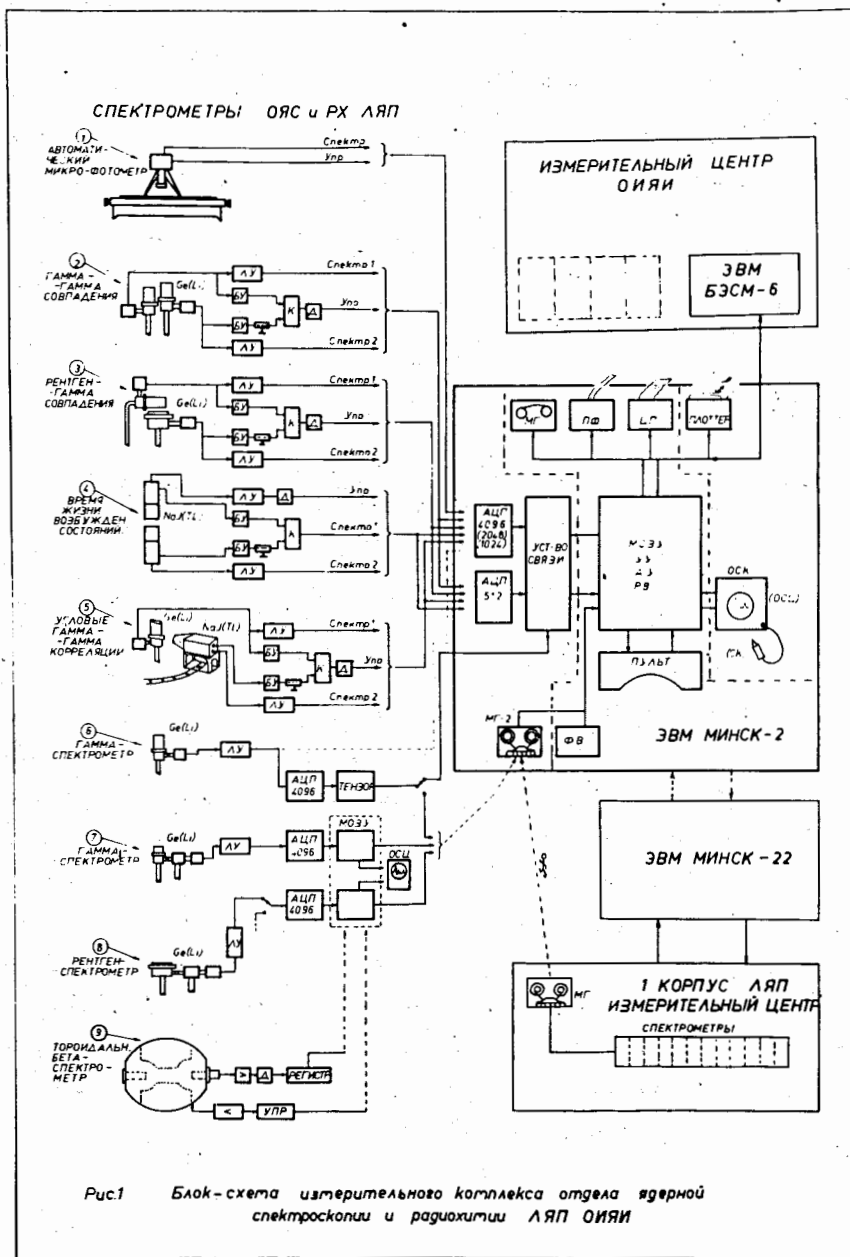


Достижения в области разработки и создания полупроводниковых детекторов ядерного излучения с высокой разрешающей способностью, улучшение характеристик спектрометрической аппаратуры, применение методов многоканального и многомерного анализа, создание систем комплексного накопления и обработки экспериментальных данных посредством использования вычислительных средств - обуславливают современное состояние и тенденции развития техники эксперимента в области ядерной физики.

Отмеченные особенности в значительной мере относятся к физическим экспериментам по программе ЯСНАПП (ядерная спектроскопия на пучке протонов ^1H), проводимым в отделе ядерной спектроскопии и радиохимии (ОЯС и РХ) Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ на базе основной физической установки - синхроциклотрона с ускорением протонов до энергии 680 Мэв.

Специфика экспериментов, проводимых в ОЯС и РХ, связана с исследованием распадных свойств ядер, как долгоживущих, так и короткоживущих изотопов с периодом полураспада < 20 минут, необходимостью проведения измерений на различных спектрометрах, как в режиме одномерного анализа (полупроводниковые α , β , γ -спектрометры, магнитные α , β -спектрометры и спектрографы), так и в режиме многомерного анализа (установки для измерения $e-\gamma$, $\gamma-\gamma$ -совпадений, времен жизни возбужденных состояний ядер и т.д.).

Потребность в многоканальной регистрирующей аппаратуре для проведения большинства измерений, значительный объем спектров и относительно одинаковые методы извлечения из них физической информации вне зависимости от типов приборов и детекторов привели к необходимости объединения регистрирующих и анализирующих устройств в единый измерительный комплекс на базе ЭВМ "Минск-2", блок-схема которого приве-



дена на рис.1 /2,13,15/, с возможностью обработки информации по стандартным программам при использовании осциллографа со световым карандашом (ОСК) /2,13,14/.

Диссертация посвящена вопросам техники и организации многомерных спектрометрических измерений в ОЯС и РХ ЛЯП и состоит из введения, двух частей, заключения, двух приложений, краткое содержание которых приводится ниже.

В первой части рассматриваются аналоговые и цифровые устройства, входящие в установки для многомерного анализа. Созданный в ОЯС и РХ ЛЯП многомерный анализатор на базе ЭВМ "Минск-2" с отбором информации методом цифровых окон /8,16/ позволяет проводить измерения спектров гамма-гамма-совпадений, рентген-гамма-совпадений, измерение времен жизни возбужденных состояний ядер, трехмерные измерения угловых гамма-гамма корреляций /4,5,9,11,12/.

Режим двумерного анализа гамма-гамма-совпадений является одним из основных видов работы ЭВМ "Минск-2" и занимает ~30% всего машинного времени. На рис.2 приведена блок-схема двумерного анализатора гамма-гамма-совпадений. В установке используются коаксиальные Ge(Li)-детекторы с объемом чувствительного слоя 22 и 25 см³ и с разрешением на E_γ = 1,33 Мэв ⁶⁰Со 4±4,5 кэв. Временное разрешение при совпадении гамма-квантов с энергией 1,17-1,33 Мэв ⁶⁰Со составляет 6,5 нсек. Величина разрешающего времени для регистрации совпадающих гамма-квантов в диапазоне энергий 0,060 ± 2,0 Мэв по обоим каналам составляет 175 нсек. Максимальное число каналов для спектров совпадений равно 24576, что достигается разделением памяти ЭВМ на 4 этапа (рис.3). Число спектров совпадений и их длина устанавливаются перед опытом, при этом возможны варианты: 48 спектров по 512 каналов, 24 по 1024, 12 по 2048 или 6 по 4096 каналов.

В первой главе также описываются спектрометрические и временные блоки, анализирующая аппаратура и универсальное устройство связи с

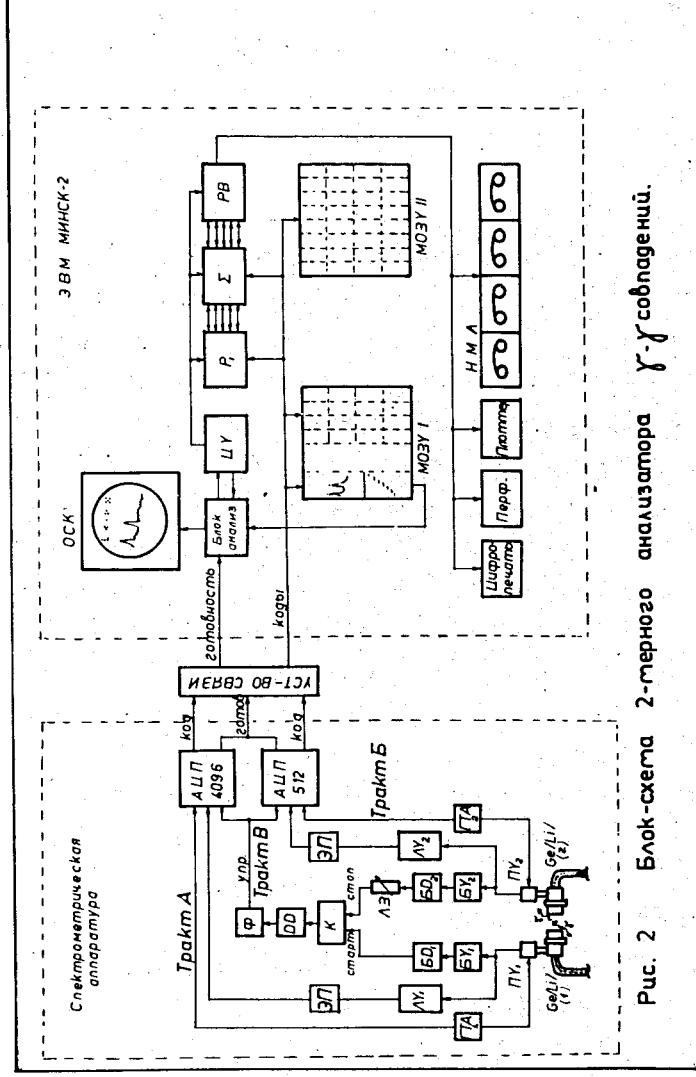
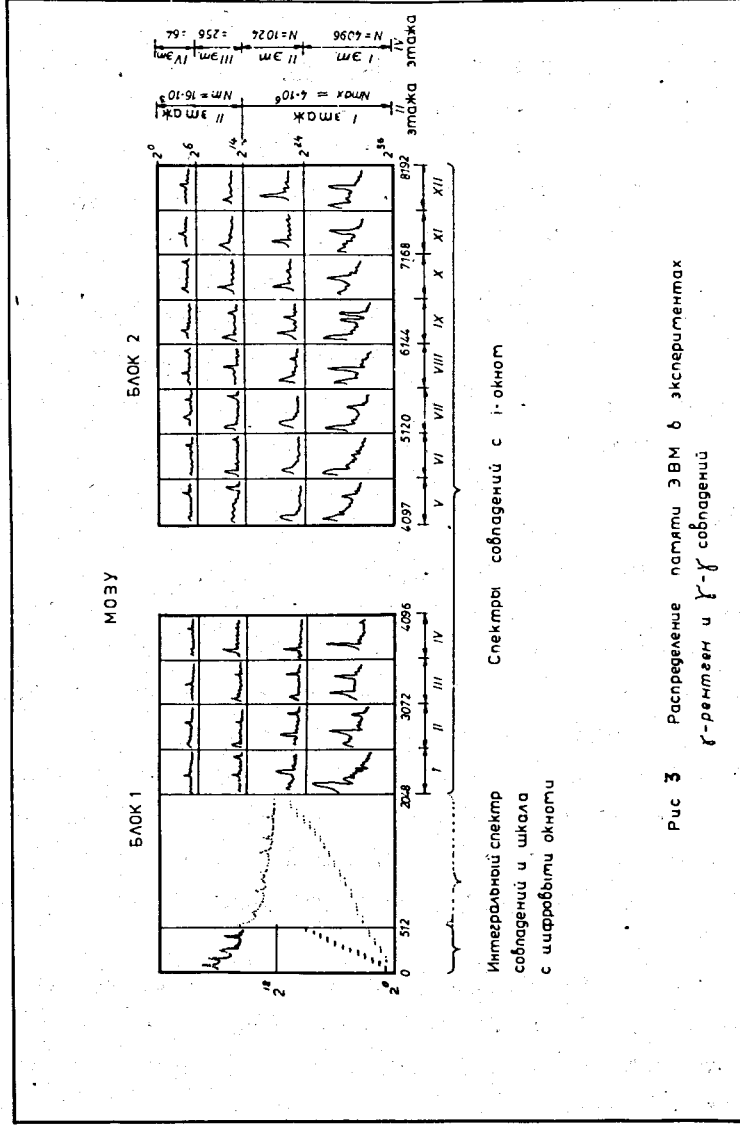


Рис. 2 Блок-схема 2-мерного анализатора γ - γ совпадений.



Спектры совпадений с i-окном
Интегральный спектр
совпадений и шкала
с широкими окнами

Спектры совпадений с i-окном
МОЗУ
БЛОК 1
БЛОК 2

Рис. 3 Распределение памяти ЭВМ в экспериментах γ -рентген и γ - γ совпадений

Во второй части диссертации рассматриваются вопросы оптимальной организации измерений в режимах многомерного анализа.

Успех при проведении большого количества измерений помимо обеспечения стабильности, максимально достижимой разрешающей способности спектрометрических и временных трактов в значительной мере зависит от возможности обеспечения повторяемости результатов измерений в течение длительного периода (полгода-год). В установке гамма-гамма-совпадений стабильность работы спектрометрических трактов, составляющая $\pm 0,003\%$ $I/^{0}C$, гарантируется применением систем стабилизации по реперным импульсам от генераторов точной амплитуды (ГТА) /23/. Возможность многократных измерений в одинаковых, с точки зрения энергетического диапазона, условиях обеспечивается применением прецизионных гелипотов, встроенных в ГТА и позволяющих делать повторную установку выбранного режима с точностью $\pm 0,05\%$.

Для решения задач по составлению большого числа калибровочных характеристик каждого режима измерений, для сокращения времени на подготовку эксперимента и возможности сопоставления результатов измерений на протяжении длительного периода времени нами были введены типовые режимы измерений. Это позволило также планировать и полностью заканчивать подготовку аппаратуры к эксперименту до получения исследуемого радиоактивного препарата, что особенно важно при измерениях спектров совпадений короткоживущих изотопов с $T_{1/2} \leq 20$ мин. В работах /17,18/ приводятся результаты исследований распада ^{159}Tm ($T_{1/2}=11$ мин) и ^{158}Tm ($T_{1/2}=4,3$ мин) на основании измерения спектров гамма-гамма-совпадений.

Анализ причин отказов в аппаратуре при проведении измерений гамма-гамма-совпадений за период 1967 + 1971 г. показал, что, несмотря на относительную сложность и достаточно большой объем (свыше 20 тысяч транзисторов), имеется реальная возможность обеспечения

достаточной надежности при непрерывной работе всего комплекса в течение 5+100 часов. Одним из важных этапов в решении этой задачи была реализация предложенного метода обновления шкалы с цифровыми окнами /15/.

В первой главе второй части диссертации рассматриваются также вопросы количественного учета факторов фона, случайных совпадений, дается описание специфики измерений спектров совпадений короткоживущих изотопов и методики проведения контроля комплекса измерительного оборудования.

Вторая глава посвящена вопросам математической обработки спектров гамма-гамма-совпадений на ЭВМ "Минск-2" с помощью ОСК /2,7,13/.

Метод, описанный в /24/, был положен в основу алгоритма программы обработки спектров совпадений, блок-схема которой приведена на рис.5. Применение ЭВМ и ОСК сводит весь процесс обработки к пометке с помощью светового карандаша границ обрабатываемого пика, его фона и соответствующих символов, переключающих работу ЭВМ с режима изображения на выполнение вычислительных операций по определенной подпрограмме. Применение этой программы позволило сократить затраты времени на обработку спектров совпадений с двух недель до $\sim 1,5$ часов.

Глава 3 посвящена вопросам повышения эффективности использования установок измерительного комплекса ОИС и РК ЛНП. Как и следовало ожидать, параллельное развитие двух направлений использования ЭВМ в экспериментах по двумерному анализу и при обработке информации с помощью ОСК быстро привело к противоречию, выразившемуся в практически круглосуточной занятости ЭВМ при все возрастающих потребностях в машинном времени. Как один из возможных вариантов частичного решения этой проблемы, был предложен и реализован режим совмещения процессов накопления информации с процессами обработки и вывода ранее накопленной информации /15/, что позволило повысить эффективность использова-

25 см³; рентген-гамма-совпадений с Ce (Li) -детекторами объемом 0,5 и 8,8 см³; времен жизни возбужденных уровней с использованием сцинтилляционных кристаллов NaI (Tl) и трехмерные измерения угловых гамма-гамма корреляций с использованием Ce (Li) и NaI(Tl) детекторов /4,5,9+12/.

2. Предложены и реализованы мероприятия по организации измерений в режимах многомерного анализа.

а) Введены типовые режимы измерений с обеспечением стабильной работы в течение 5+100 часов и повторяемость результатов в течение длительного периода времени (полгода-год) /7,17+21/.

б) Введено предварительное формирование шкалы с цифровыми окнами для предполагаемого эксперимента. Это позволило также более эффективно исследовать свойства короткоживущих изотопов /7,17+21/.

в) Введено автоматическое и полуавтоматическое обновление шкалы с цифровыми окнами в процессе эксперимента, позволяющее при неблагоприятных условиях сохранять накопленную информацию и успешно продолжать эксперимент /7,15,17+21/.

г) Разработана программа обработки спектров гамма-гамма совпадений с применением ОСК. Это позволило автоматизировать процесс обработки информации под контролем оператора и сократить затраты времени с 2 недель до ~ 1,5 часов /2,7/.

д) Введена методика проведения профилактического и экспресс-контроля, позволившая обеспечить готовность всего комплекса аппаратуры к работе и практически безотказную работу в течение эксперимента, продолжавшегося до 100 часов /17+21/.

е) На ЭВМ "Минск-2" введен режим совмещения анализаторных режимов и режимов вывода и обработки информации с помощью ОСК, позволивший в ряде случаев в два раза повысить эффективность использования ЭВМ.

Результаты работ, изложенные в диссертации, обсуждались и докладывались на ХУШ, XIX, XX, XXI и XXII ежегодных совещаниях по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра (Харьков, 1967 г., Ереван 1969 г., Ленинград, 1970 г., Москва, 1971 г., Киев, 1972 г.); на международном симпозиуме по ядерной электронике (Варна, 1969 г.); на X Всесоюзном совещании по автоматизации измерений (Новосибирск, 1969 г.) на семинаре в Государственном Университете Улан-Батора (МНР, 1970 г.) на семинаре в Институте ядерной физики (Краков, 1971 г.) и опубликованы в печати /2,4+12/.

Л и т е р а т у р а

1. Г.Музиоль, В.И.Райко, Х.Тыррофф. Препринт ОИЯИ, Р6-4487, Дубна, 1969.
2. Г.И.Забиякин, И.Звольски, В.И.Приходько, И.Томик, В.Р.Трубников, В.И.Фоминных, В.М.Цупко-Ситников. Изв.АН СССР, сер.физ., 1967, т.31, № 10, с.1601.
3. Г.И.Забиякин, В.М.Цупко-Ситников. В кн. "Международный симпозиум по ядерной электронике. Варна 1969". ОИЯИ № 13-4720, Дубна, 1969.
4. В.А.Владимиров, Ф.Дуда, З.Зайдлер, В.И.Приходько, В.И.Талов, В.И.Фоминных, М.И.Фоминных, В.М.Цупко-Ситников. В кн. "Международный симпозиум по ядерной электронике. Варна, 1969" ОИЯИ № 13-4720, Дубна, 1969.
5. В.А.Владимиров, Ф.Дуда, З.Зайдлер, В.И.Приходько, В.И.Талов, В.И.Фоминных, М.И.Фоминных, В.М.Цупко-Ситников. Препринт ОИЯИ 10-4630, Дубна, 1969.
6. К.Я.Громов, А.И.Калинин, В.В.Кузнецов, Н.П.Ненов, Б.П.Осипенко, В.И.Фоминных. Препринт ОИЯИ 2724, Дубна 1966.
7. В.В.Кузнецов, В.Г.Недовесов, Ю.В.Хольнов, Г.Е.Щукин, В.И.Фоминных Изв.АН СССР сер.физ., 1972, т.36, № 4.
8. Ф.Дуда, О.И.Елизаров, Г.П.Жуков, И.Звольски, В.И.Приходько, В.Г.Тишин, В.И.Фоминных, М.И.Фоминных, В.М.Цупко-Ситников Препринт ОИЯИ 10-4236, Дубна 1968.
9. В.С.Александров, Ф.Дуда, О.И.Елизаров, Г.П.Жуков, Г.И.Забиякин, З.Зайдлер, И.Звольски, Е.Т.Кондрат, З.В.Лысенко, В.И.Приходько, В.Г.Тишин, В.И.Фоминных, М.И.Фоминных, В.М.Цупко-Ситников. Изв.АН СССР, сер.физ. 1970, т.34, № 1, с.69+77.

10. Б.Амов, Ц.Вылов, Ж.Желев, А.И.Калинин, Б.П.Осипенко, Н.Ненов, Д.Срнка, В.И.Фоминных, Я.Дрковски. В кн. "Совещание по ядерной спектроскопии и теории ат.ядра. Дубна 1971".
Дубна, 1971, № Д6-5783, с.185.
11. В.А.Морозов, В.И.Разов, В.И.Фоминных, В.М.Цупко-Ситников
ПТЭ № 5, 1971, с.83+86.
12. Я.Ваврышук, В.Жук, Э.Крупа, В.И.Разов, Я.Сажински, М.Суботович, В.И.Фоминных. Препринт ОИЯИ 13-5500, Дубна 1970.
13. Ф.Луда, З.Зайдлер, Й.Томик, В.Р.Трубников, Д.В.Тутышкин, М.И.Фоминных, В.М.Цупко-Ситников. Препринт ОИЯИ 10-4977, Дубна 1970.
14. В.Гаджиков. ПТЭ № 5, 1970, с.82.
15. З.Зайдлер, И.Звольски, З.В.Лысенко, А.В.Ревенко, Н.Станчева, С.Станчев, В.И.Фоминных, М.И.Фоминных, В.М.Цупко-Ситников.
Препринт ОИЯИ 13-5044, Дубна 1970.
16. С.С.Курочкин. Многомерные статистические анализаторы.
Атомиздат, Москва, 1968.
17. А.Баланда, К.Я.Громов, К.Зубер, Я.Зубер, К.Крумас, В.В.Кузнецов, А.В.Потемпа, В.И.Фоминных. В кн. "Совещание по ядерной спектроскопии и структуре ат.ядра. Москва 1971". Программа и тезисы докладов XXI совещания ..., изд. "Наука", Л., 1971, с.134.
18. А.Баланда, Ц.Вылов, К.Я.Громов, Я.Зубер, К.Крумас, В.В.Кузнецов, А.В.Потемпа, В.И.Фоминных. В кн. "Совещание по ядерной спектроскопии и структуре ат.ядра. Москва 1971". Программа и тезисы докладов XXI совещания ..., изд. "Наука", Л., 1971, с.135.
19. М.Гонсиор, И.И.Громова, Г.И.Исхаков, В.В.Кузнецов, М.Я.Кузнецова, М.Михайлов, А.В.Потемпа, В.И.Фоминных.
АСТА PHYS. POLONICA VOL. B2(1971), 307+325.
20. Е.П.Григорьев, А.В.Золотавин, В.О.Сергеев, Н.А.Тихонов, М.И.Фоминных. Изв.АН СССР сер.физ.1971, т.34, №10, с.2074+2082.
21. Б.Амов, Ц.Вылов, М.Еникова, Ж.Желев, Н.Лебедев, И.Пенев, В.Фоминных. Изв.АН СССР сер.физ.1971, т.35, № 11, с.2266+2271.
22. Б.Амов, Ц.Вылов, Л.Гумнерова, Ж.Желев, Й.Крацикова, Б.П.Осипенко, И.Пенев. Изд. ОИЯИ № Д6-5783, Дубна, 1971.
23. В.Г.Тишин. Автореферат диссертации. Препринт ОИЯИ 13-3428,
Дубна, 1967.
24. P.GALAN, M.KUZNECOVA, M.FINGER, J.JURSIK,
CZECHOSLOVAK JOURNAL OF PHYSICS. VOL.B19, 1969, P.232.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 марта 1972 г.