

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



СЗУЧ.1
Д-321

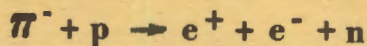
1/10 74

13 - 7683

1246/2-74

А.В.Демьянов, А.В.Купцов, В.П.Курочкин,
Л.Л.Неменов, В.И.Сидорова, Г.И.Смирнов,
В.Л.Трифонов, Д.М.Хазинс

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ
ОБРАТНОГО ЭЛЕКТРОРОЖДЕНИЯ ПИОНОВ

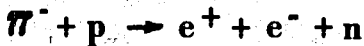


1974

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

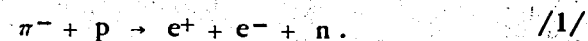
А.В.Демьянов, А.В.Купцов, В.П.Курочкин,
Л.Л.Неменов, В.И.Сидорова, Г.И.Смирнов,
В.Л.Трифонов, Д.М.Хазинс

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ
ОБРАТНОГО ЭЛЕКТРОРОЖДЕНИЯ ПИОНОВ



Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В работе /1/ описана экспериментальная установка, предназначенная для исследования реакции обратного электророждения пионов /ОЭП/:



На основе зарегистрированных на этой установке примерно 250 событий были определены сечение реакции ОЭП /2/ и формфакторы пиона и нуклона во времениподобной области передаваемых 4-импульсов /3/.

Для увеличения скорости накопления экспериментальных данных и улучшения качества статистического материала разработана и изготовлена новая аппаратура, описываемая в настоящей работе. Эксперимент, в котором применялась установка, был выполнен на пучке мезонного канала ОИЯИ /4/ при кинетической энергии пионов 276 МэВ. Использовался медленный вывод мезонов /5/ с частичным подавлением первого пика. Интенсивность пучка, регистрируемая монитором, была равна $5 \cdot 10^5 \text{ сек}^{-1}$. Доля пионов в пучке составляла $79 \pm 4\%$.

1. ДЕТЕКТОРЫ

Общий вид расположения детекторов показан на рис. 1. Функционально установку можно разбить на три телескопа: мониторный телескоп / T_1 /, выделяющий взаимодействия пионов с протонами водородной мишени, и два идентичных боковых телескопа / T_2 и T_3 /, которые служат для регистрации электронов и позитронов реакции

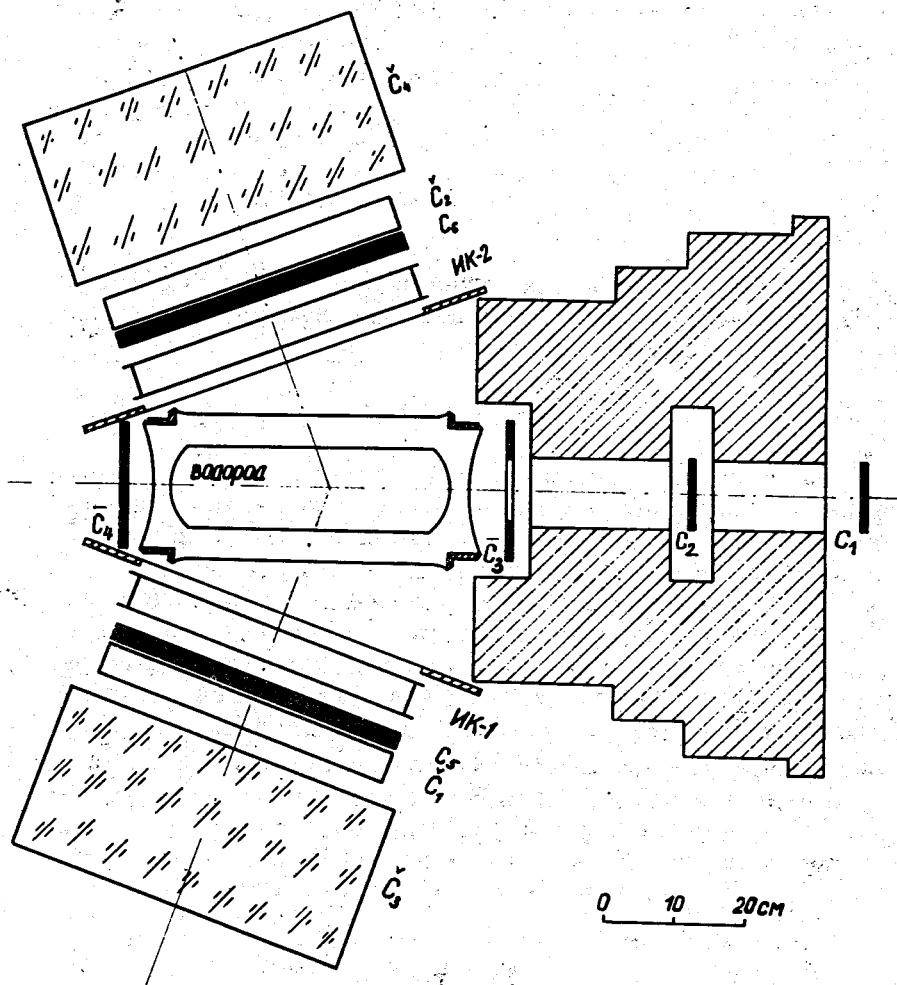


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ - сцинтилляционные счетчики; \check{C}_1, \check{C}_2 - пороговые водяные черенковские счетчики; \check{C}_3, \check{C}_4 - черенковские спектрометры полного поглощения; $ИК_1, ИК_2$ - искровые камеры.

/1/, определения их энергии и углов вылета. Телескоп T_1 состоит из двух счетчиков совпадений C_1 и C_2 и двух счетчиков антисовпадений \bar{C}_3 и \bar{C}_4 . Каждый из боковых телескопов состоит из сцинтилляционного счетчика $C_5 / C_6 /$, водяного черенковского счетчика $\check{C}_1 (\check{C}_2)$, черенковского спектрометра полного поглощения $\check{C}_3 (\check{C}_4)$ и искровой камеры $ИК_1 / ИК_2 /$. Детекторы $C_5, C_6, \check{C}_1, \check{C}_2$ и жидководородная мишень описаны в работе /1/.

Боковые телескопы расположены под углами 70° относительно направления пучка пионов и смонтированы на тележках, благодаря чему они могут поворачиваться для выполнения калибровок на пучках электронов.

Для снижения загрузки боковых телескопов рассеянными пионами перед установкой имеется защита из свинца с коллиматором $\phi 100$ мм. С этой же целью мониторный счетчик C_2 установлен далеко от мишени и не просматривается боковыми телескопами.

Для улучшения загрузочных характеристик в мониторных сцинтилляционных счетчиках $C_1 \div C_4$ используются фотоумножители типа XR1021, и последние четыре диода фотоумножителей соединены с низкоомными источниками питания.

Боковые сцинтилляционные счетчики C_5 и C_6 применяются для отбора коррелированных во времени событий и получения информации о величине ионизационных потерь. Каждый из счетчиков C_5 и C_6 составлен из двух счетчиков C_0 с независимой светозащитой. Импульсы от фотоумножителей типа ФЭУ-30 подаются в зал регистрирующей аппаратуры по отдельным кабелям.

Черенковские счетчики \check{C}_1 и \check{C}_2 используются для подавления эффективности регистрации пионов малой энергии. Радиатор каждого черенковского счетчика просматривается двумя фотоумножителями ФЭУ-30, импульсы с которых подаются в зал регистрирующей аппаратуры по отдельным кабелям.

Черенковские спектрометры полного поглощения измеряют энергии электронов и позитронов и уменьшают эффективность регистрации медленных пионов. Радиатор каждого спектрометра просматривается девятью фотоумножителями типа ФЭУ-49. Сигналы со всех ФЭУ

суммируются и подаются на электронику по одному кабелю.

Размеры всех детекторов видны из рисунка 1, характеристики детекторов $C_5, C_6, \check{C}_1 \div \check{C}_4$ приведены в работе /1/.

Искровые камеры применяются для отбора взаимодействий, содержащих две заряженные частицы в конечном состоянии, и восстановления пространственной картины регистрируемых событий. Камеры имеют внутренние размеры $426 \times 356 \times 50$ мм³ и работают в трековом режиме. Рамки для искровых камер склеены из стекла без клиновидности. Electroды камер со стороны мишени изготовлены из алюминиевой фольги толщиной 100 мкм. С 4-х сторон искровых камер установлены стекла с реперными сетками, которые подсвечиваются лампочками накаливания. Горизонтальные и вертикальные проекции обеих искровых камер при помощи зеркал фотографируются одним киноаппаратом. Кроме того, на фото пленку с оптической приставки проецируются изображения реперных крестов. Реперные кресты дают возможность обрабатывать фотографии треков на сканирующем автомате АЭЛТ-1 /13/, которому позднее были приданы средства диалога оператор-ЭВМ.

Для проведения калибровок на пучках частиц камеры могут поворачиваться вокруг оси. В камерах используется газовая смесь /99,6% неона + 0,4% метана/, которая во время работы обновляется каждые 12 часов.

2. НАНОСЕКУНДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

В работе использовались блоки наносекундной электроники, разработанные в Отделе новых научных разработок Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ /7/. На рис. 2 приводится упрощенная блок-схема электроники. Импульсы от счетчиков C_1 и C_2 поступают на схему совпадений CC_1 через линейные сумматоры и формирователи. На вход антисовпадений этой же схемы подаются импульсы от счетчика с отверстием \check{C}_3 . Схема CC_1 служит для мониторинга потока пионов, проходящих через

мишень. Счетчик антисовпадений \check{C}_4 включен в логику через схему совпадений CC_2 :

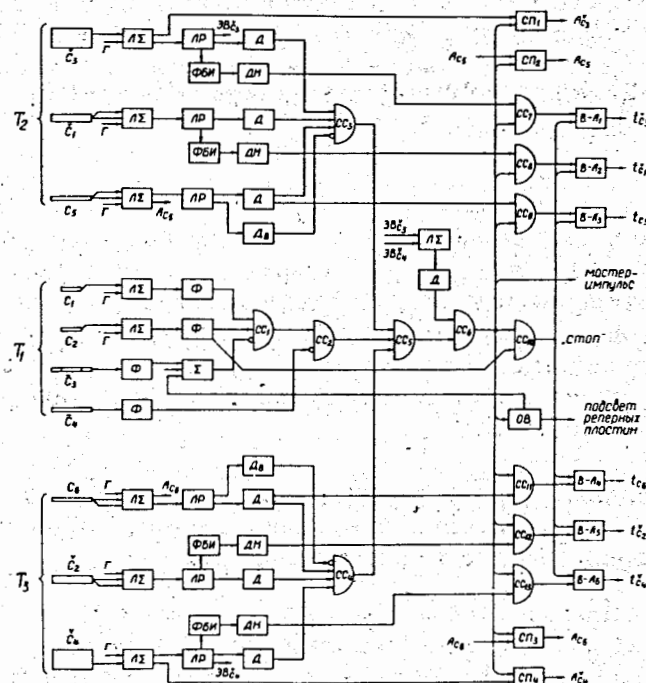


Рис. 2. Блок-схема электроники: ЛΣ - линейные сумматоры, ЛР - линейные разветвители, Д - дискриминаторы, Д_В - дискриминаторы верхнего уровня, Σ - сумматор, СС₁ ÷ СС₁₃ - схемы совпадений, ФБИ - формирователи биполярного импульса, ДН - детекторы нуля, СП₁ - СП₄ - удлинители, В-А₁ ÷ В-А₆ - время-амплитудные конвертеры, ОВ - одновибратор. На блок-схеме не приведены линии задержки, усилители, разветвители логических сигналов и др. элементы.

Импульсы с детекторов боковых телескопов поступают на схемы совпадений CC_3 и CC_4 через линейные сумматоры, линейные разветвители и дискриминаторы. Пороги дискриминаторов спектрометров соответствуют 50%-ной эффективности регистрации электронов, испущенных в реакции /1/ с энергией около 30 МэВ.

Эффективность регистрации электронов черенковскими счетчиками составляет примерно 95%. В цепях сцинтилляционных счетчиков C_5 и C_6 установлены дискриминаторы верхнего уровня D_V для того, чтобы исключить регистрацию сигналов с амплитудой большей, чем $4A_{\text{вер}}$, где $A_{\text{вер}}$ - наиболее вероятная амплитуда сигналов от одиночных электронов.

Сигналы со схем CC_2 , CC_3 и CC_4 поступают на собирающую схему совпадений CC_5 , затем на схему совпадений CC_6 . На другой вход схемы CC_6 подается сигнал цепи энерговыделения, которая состоит из линейного сумматора, где суммируются сигналы обоих спектрометров, и дискриминатора. Уровнем дискриминатора определяется порог по суммарному энерговыделению регистрируемых событий.

Введение порога по энерговыделению позволяет подавлять в значительной степени фоновые процессы, не отбрасывая при этом событий реакции /1/.

Сигналы со схемы CC_6 являются мастер-импульсами и служат для запуска искровых камер, киноаппаратов /14/ и схемы подсвета реперных пластин. Кроме того, они используются для пропуска импульсов от детекторов на систему многомерного анализа и для запуска стойки многомерного анализа. На время фотографирования искровых камер вся электроника блокируется при помощи одновибратора ОВ, импульс с выхода которого длительностью 0,25 сек подается через сумматор на вход антисовпадений CC_1 .

В таблице приводятся длительности импульсов на выходе формирователей, дискриминаторов и схем совпадений, которые дают представление о величине разрешающего времени схем совпадений.

Большая длительность импульсов на выходах дискриминаторов $D_{C_1} + D_{C_2}$ была выбрана потому, что импульсы с черенковских счетчиков и спектрометров имеют большой амплитудный разброс.

Таблица

Схемы	$T_{\text{и}}$, нсек	Схемы	$T_{\text{и}}$, нсек
Φ_{C_1}	5	D_{C_3}, D_{C_4}	80
Φ_{C_2}	7	$D_{\text{ЭВ}}$	250
$\Phi_{C_3}, D_{C_5}, D_{C_6}$	12	CC_1, CC_2, CC_5	10
D_{C_1}, D_{C_2}, CC_6	50	CC_3, CC_4	30
Φ_{C_4}	18	$CC_7 \div CC_{13}$	10

3. СЪЕМ АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Амплитудно-временная информация с детекторов поступает на систему многомерного анализа /см. рис. 2/, работающую на линии с ЭВМ "Минск-22". При регистрации каждого события измерялись амплитуды сигналов со спектрометров / C_3 и C_4 / и боковых сцинтилляционных счетчиков / C_5 и C_6 /, а также временные интервалы между сигналами мониторингового счетчика (C_2) и детекторов боковых телескопов /шесть временных интервалов/.

Импульсы для амплитудных измерений брались с выходов линейных сумматоров и подавались на удлинители $СП_1 \div СП_4$ /7/. Длительность пропускающих импульсов была равна 50 и 200 нсек для импульсов сцинтилляционных счетчиков и спектрометров, соответственно.

Временные интервалы измерялись время-амплитуд-

ными конверторами В-А \dot{r} В-А $\dot{6}^{/7/}$. Импульсы, подававшиеся на конверторы, предварительно пропускались мастер-импульсом длительностью в 50 нсек через схемы пропускания логических сигналов /схемы совпадений/ $CC_7 \div CC_{13}$. Импульсы для измерения временных интервалов брались с формирователя Ф для счетчика C_2 , с дискриминаторов Д для счетчиков C_5 и C_6 и с детекторов нуля ДН для черенковских счетчиков \check{C}_1, \check{C}_2 и спектрометров \check{C}_3 и \check{C}_4 . Импульсы на детекторы нуля подавались через формирователи биполярного импульса ФБИ. Ширина временного распределения импульсов спектрометров, имеющих большой разброс по амплитудам, уменьшается в шесть раз, если для временной отметки использовать детекторы нуля вместо дискриминаторов.

Импульсы с удлиннителей и время-амплитудных конверторов подаются на 10 амплитудных преобразователей стойки шестнадцатимерного анализа /8-10/.

Остальные шесть каналов стойки заняты устройством цифровой индикации /3 канала/, амплитудными преобразователями, которые используются для контроля искровых камер /2 канала/ и амплитудным преобразователем для метки событий, генерированных во время быстрого вывода. Метка вырабатывается при совпадении во времени регистрируемого события и импульса синхронизации ускорителя, временное положение и длительность которого совпадают с интервалом времени, в течение которого осуществляется быстрый вывод.

В стойке многомерного анализа /СМА/ регистрируются коды со всех амплитудных преобразователей и передаются попарно в память анализатора АИ-4096 /11/ центра накопления и обработки информации. Память анализатора позволяет накапливать информацию о 512 событиях, после чего содержимое памяти автоматически передается в буферное накопительное устройство, и набор статистики продолжается. Из буферного устройства информация передается на ЭВМ "Минск-22", где записывается на магнитную ленту и обрабатывается по программе контрольной обработки статистики. По окончании работы программы в память буферного накопительного устрой-

ства автоматически передаются следующие результаты: служебная информация, данные, характеризующие качество передачи, одномерные распределения регистрируемых параметров, а также наиболее вероятные и средние значения и дисперсии этих распределений. По средним значениям контролируется стабильность спектрометрических трактов. Одномерные распределения параметров приведены на рис. 3.

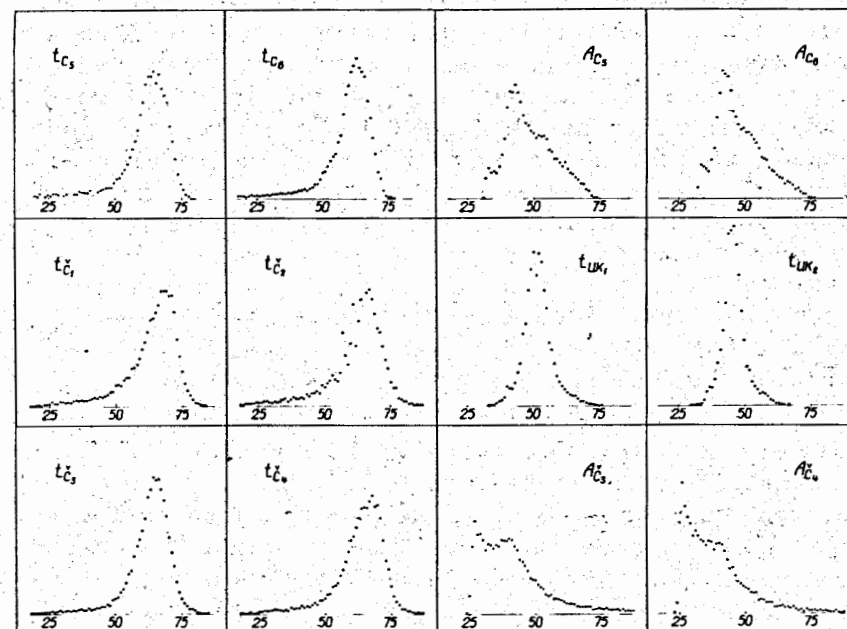


Рис. 3. Распределения параметров t_{C_5} , t_{C_6} , A_{C_5} , A_{C_6} , $t_{\check{C}_1}$, $t_{\check{C}_2}$, $t_{ИК1}$, $t_{ИК2}$, $t_{\check{C}_3}$, $t_{\check{C}_4}$, $A_{\check{C}_3}$, $A_{\check{C}_4}$, регистрируемых установкой событий, которые передаются из ЭВМ "Минск-22" после окончания работы программы контрольной обработки статистики в буферное накопительное устройство. t_{C_5} , t_{C_6} , $t_{\check{C}_1} \div t_{\check{C}_4}$ - времена импульсов сцинтилляционных и черенковских счетчиков и черенковских спектрометров. A_{C_5} , A_{C_6} , $A_{\check{C}_3}$, $A_{\check{C}_4}$ - амплитуды импульсов сцинтилляционных счетчиков и спектрометров; $t_{ИК1}$, $t_{ИК2}$ - времена срабатывания искровых камер. Распределения построены по 15000 событиям.

Во время набора статистического материала в память анализатора, кроме параметров регистрируемых событий, передавалась также информация с пересчетных устройств в стандарте КАМАК./12/.

4. КАЛИБРОВКА АППАРАТУРЫ

Систематически проводилась калибровка аппаратуры. Детекторы боковых телескопов предварительно калибровались на пучках электронов. Во время сеансов на ускорителе детекторы калибровались на пионах, упруго рассеянных на водороде, и на световых датчиках, установленных на всех детекторах. Перед сеансами и после сеансов контролировалась стабильность порогов дискриминаторов и характеристик время-амплитудных конверторов и удлинителей с помощью генератора, импульсы с которого подавались на входы всех линейных сумматоров /рис. 2/. Стабильность амплитудных преобразователей стойки шестнадцатимерного анализа контролировалась с помощью генератора точной амплитуды.

Авторы благодарны Н.А. Владимировой, В.И. Ганичеву, А.И. Евсюхину, И.С. Коробкову, Г.Г. Мкртчяну, С.Г. Пластининой, В.А. Смирнову и В.Б. Швецову за участие в монтаже установки; В.Г. Зинову и сотрудникам его сектора - за обеспечение эксперимента блоками быстрой электроники; В.А. Антюхову и Б.Ю. Семенову за разработку усилителей и формирователей для многомерного анализа; А.Н. Синаеву и А.А. Стахину за разработку и изготовление цифровой электроники для системы многомерного анализа; В.М. Королеву за разработку блока запуска РФК-5; С.В. Медведю, сотрудникам Центра накопления и обработки информации Лаборатории ядерных проблем и Е.Б. Озерову за хорошую работу Центра и ЭВМ "Минск-22" во время многодневных сеансов на ускорителе.

Литература

1. С.Ф. Бережнев, А.В. Демьянов, А.В. Купцов, А.В. Куликов, Г.Г. Мкртчян, Л.Л. Неменов, Ж.П. Пустыльник, Г.И. Смирнов, А.Г. Федун, Д.М. Хазинс, Ю.М. Чиркин. Сообщение ОИЯИ, 13-6192, Дубна, 1971.
2. С.Ф. Бережнев, А.В. Демьянов, А.В. Купцов, А.В. Куликов, В.П. Курочкин, Г.Г. Мкртчян, Л.Л. Неменов, Ж.П. Пустыльник, Г.И. Смирнов, А.Г. Федун, Д.М. Хазинс. ЯФ, 17, 85, 1973.
3. С.Ф. Бережнев, А.В. Демьянов, А.В. Куликов, А.В. Купцов, В.П. Курочкин, Г.Г. Мкртчян, Л.Л. Неменов, Ж.П. Пустыльник, Г.И. Смирнов, А.Г. Федун, Д.М. Хазинс. ЯФ, 18, 102, 1973.
4. В.С. Розанов. Депонированная публикация ОИЯИ, Б1-9-4707, Дубна, 1970.
5. В.И. Данилов, И.Б. Енчевич, Е.И. Розанов, В.И. Смирнов, А.В. Шестов. Сообщение ОИЯИ, Р9-5208, Дубна, 1970.
6. А.В. Купцов, Г.И. Смирнов, Д.М. Хазинс. Препринт ОИЯИ, Р13-7512, Дубна, 1973.
7. В.Ф. Борейко, Ю.Г. Будяшов, Ю.М. Валуев, В.М. Гребенюк, В.Г. Зинов, Б.С. Краснобородов. ОИЯИ, 13-6396, Дубна, 1973.
8. А.Н. Синаев, А.А. Стахин. Сообщение ОИЯИ, 13-7656, Дубна, 1974.
9. Б.Ю. Семенов, К.-Г. Херманн. Сообщение ОИЯИ, 13-6975, Дубна, 1973.
10. В.А. Антюхов, Б.Ю. Семенов. Сообщение ОИЯИ, 13-7085, Дубна, 1973.
11. А.П. Кустов, С.В. Медведь, И.А. Панько, Н.А. Чистов. Сообщение ОИЯИ, 10-7075, Дубна, 1973.
12. Н.И. Журавлев, Нгуен Мань Шат, В.Т. Сидоров, А.Н. Синаев, А.А. Стахин, И.Н. Чурин. Сообщение ОИЯИ, 10-7332, Дубна, 1973.
13. В.Ф. Борисовский, Н.Д. Дикусар, В.В. Ермолаев, А.Д. Злобин, И.Н. Кухтина, И.И. Скрыль, А.И. Филиппов, В.Н. Шигаев, В.Н. Шкунденков. ДАН СССР, 185, 306, 1969.
14. В.М. Королев. Сообщение ОИЯИ, 10-7652, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 января 1974 года.