

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



СЗМ
Ф - 833

6/II - 78

P3 - 10924

И.М. Франк

590/2-78

КРАТКИЙ ОБЗОР
НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЛАБОРАТОРИИ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ
В 1976 ГОДУ

1977

РЗ - 10924

И.М. Франк

**КРАТКИЙ ОБЗОР
НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЛАБОРАТОРИИ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ
В 1976 ГОДУ**

Франк И.М.

РЗ - 10924

**Краткий обзор научной деятельности Лаборатории
нейтронной физики в 1976 году**

Приводятся итоги научных исследований Лаборатории нейтронной физики в 1976 - двадцатом году существования ОИЯИ. Значительное внимание уделено работам в области физики конденсированных сред, проблеме ультрахолодных нейтронов, изучению свойств жидкого гелия, физике деления. Обзор содержит обширный список публикаций работ ЛНФ в 1976 г.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Frank I.M.

РЗ - 10924

**Short Review of Scientific Research Performed at Neutron
Physics Laboratory in 1976**

The results of scientific research performed at the JINR Neutron Physics Laboratory in 1976 - the twentieth year of the existence of the Institute - are presented. A considerable attention is given to investigations in the field of condensed matter physics, to the ultracold neutron problem, to the study of liquid helium properties, to fission physics. The review contains an extensive list of publications of the Laboratory in 1976.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

1976 год для Объединенного института ядерных исследований был юбилейным. Институту исполнилось 20 лет. Лаборатория нейтронной физики возникла почти сразу же после образования института. Уже на майской сессии Ученого совета 1957 года меня впервые попросили доложить о научной тематике, представлявшейся перспективной для строившегося тогда реактора ИБР. Как всегда, реальная действительность оказалась богаче предположений, но многое было очевидным и поэтому было угадано правильно. В последующие 20 лет мне довелось ежегодно докладывать о планах работ Лаборатории и полученных результатах*.

В 1960 году Ученый совет рассматривал результаты испытаний только что вступившего в действие реактора ИБР и особенности механизма его работы^{1/1}. С этого времени Лаборатория нейтронной физики стала располагать базой для экспериментальных исследований. В 1964 году вступил в действие инжектор к реактору - микротрон на 30 МэВ. Он позволил сократить длительность импульса реактора с семидесяти микросекунд до трех и тем открыл большие возможности для исследований в области ядерной физики с использованием метода времени пролета. В 1969 году реактор ИБР был реконструирован в реактор ИБР-30 и его средняя по времени мощность возросла с 3 до 20 кВт. Мощность импульса достигла 60-100 МВт, и реактор ИБР-30 стал в один

* В основу статьи положен текст доклада, представленного на ХLI сессии Ученого совета ОИЯИ 12 января 1977 года.

ряд с лучшими установками, используемыми в нейтронной физике. В 1970 году вступил в действие новый инжектор - линейный ускоритель на 40 МэВ, мощность которого продолжает повышаться и до настоящего времени и превышает примерно на порядок величины то, что первоначально давал инжектор-микротрон.

Семь лет назад, в декабре 1969 года был вынут первый кубометр земли под фундамент нового реактора ИБР-2. В текущем, 1977 году Лаборатория готовится осуществить его физический пуск. По своему масштабу и сложности эта задача не сравнима со всем, что приходилось делать в Лаборатории до сих пор. Я привел этот краткий обзор, чтобы показать, что история ЛНФ - это, в сущности, непрерывное и притом быстрое развитие ее основной экспериментальной базы.

Новые возможности, которые открыли ИБР и ИБР-30, раскрывались не сразу, и сейчас о многом я мог бы сказать иначе, чем в своем обзоре об исследованиях на реакторе за 10 лет, опубликованном в 1971 году^{/2/}.

Первоначально реактор ИБР рассматривался в первую очередь, как инструмент для ядерных исследований, но уже с самого начала говорилось и о возможностях изучения с помощью медленных нейтронов как структуры, так и магнитных свойств вещества. В одном из самых первых докладов Лаборатории Ученому совету ОИЯИ отмечались особенности дифракции нейтронов при использовании метода времени пролета, однако значение этого метода было еще не ясно. Все же в планы лаборатории на 1961 год уже было включено исследование конденсированных сред. Развитие этих работ в ЛНФ на первой своей стадии обязано сотрудничеству польских и советских ученых. Большой частью этих работ руководил Федор Львович Шапиро.

В 1976 году было издано несколько книг, в той или иной мере связанных с работами лаборатории нейтронной физики. Вышли два тома собрания трудов Ф.Л.Шапиро^{/3,4/}, из которых второй^{/4/} целиком посвящен работам, выполненным в Дубне; в первой имеется биографический очерк о Ф.Л.Шапиро^{/5/}.

В книге Е.П.Шабалина^{/6/} "Импульсные реакторы на быстрых нейтронах" в одном из разделов рассмотрены

реакторы типа ИБР, т.е. импульсные реакторы периодического действия. В монографию Ю.А.Александрова /7/ "Фундаментальные свойства нейтрона" включены работы, развиваемые ее автором в ЛНФ.

В опубликованном в 1976 году сообщении /8/ содержится краткий обзор работ Лаборатории нейтронной физики, выполненных в 1975 году. Настоящая статья является его продолжением и посвящена результатам 1976 года. Список работ, выполненных в ЛНФ и выходящих за рамки этой публикации, приведен в дополнительном перечне литературы.

Переходя к изложению основных результатов, остановлюсь сначала на работах с ультрахолодными нейтронами. В 1976 году были опубликованы некоторые результаты исследования зависимости времени хранения нейтронов в ловушках от их скорости /9/. Ловушка помещалась на разных высотах и чем выше она располагалась, тем медленнее были нейтроны, попавшие в нее. Они теряли свою энергию при подъеме в гравитационном поле. Оказалось, что время хранения нейтронов тем больше, чем медленнее нейтрон. Зависимость времени хранения от скорости соответствует теории, но вероятность исчезновения ультрахолодного нейтрона аномальна. При одном соударении со стенкой исчезновение нейтрона происходит с вероятностью, в несколько раз большей теоретически ожидаемой. Поэтому время хранения, как это было известно и раньше, короче того, что дает теория. Мало кто сомневается в том, что этот аномальный процесс связан с каким-то неучтенным механизмом нагрева ультрахолодных нейтронов. Однако здесь имеются две возможности, окончательный выбор между которыми трудно сделать. Можно было предположить, что ультрахолодный нейтрон при соударении со стенкой получает очень маленькую порцию энергии и в результате этого постепенно разогревается, переставая быть ультрахолодным. Вторая возможность состоит в том, что ультрахолодный нейтрон при соударении со стенкой, хотя и с малой вероятностью, но сразу воспринимает большую порцию энергии. Оказалось, что осуществляется именно эта вторая возможность. После ряда предварительных экспериментов окончательные были выполнены на реак-

торе СМ-2 в Димитровграде. В них участвовали от ЛНФ А.В.Стрелков и др. и работавший в ОИЯИ физик из Гренобля доктор М.Хетцельт^{/10/}. Схема опыта и его результаты представлены на *рис. 1а*. Ловушка ультрахолодных нейтронов окружалась кольцом из счетчиков, наполненных гелием-3 и регистрировавших нейтроны, выходящие

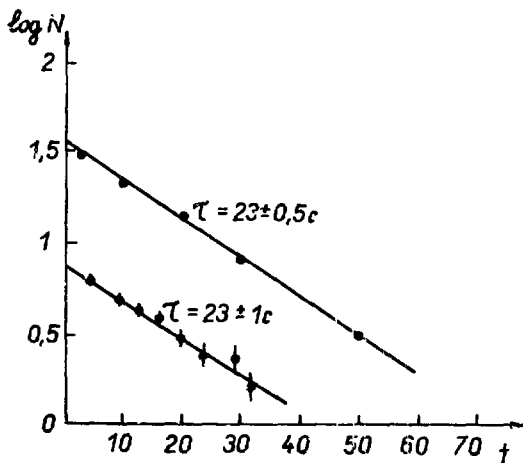
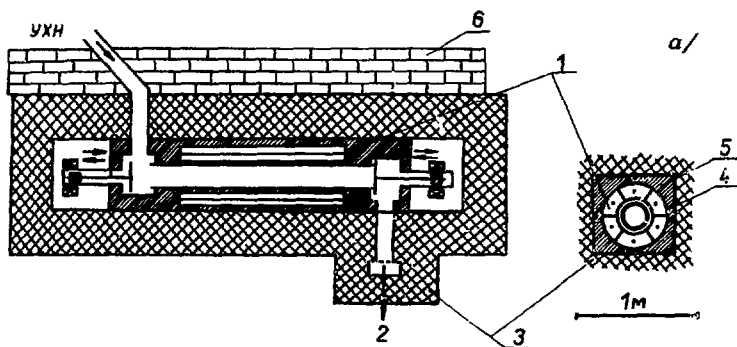


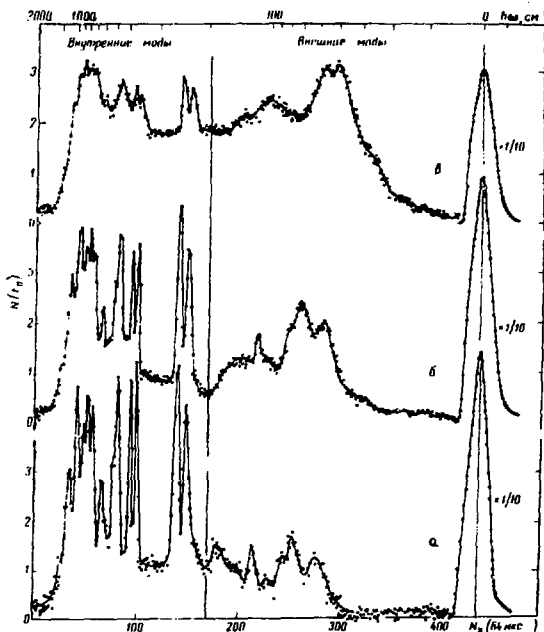
Рис. 1. Схема эксперимента по обнаружению нагревания ультрахолодных нейтронов /а/, объяснения см. в тексте; временная зависимость плотности и потока нейтронов /5/.

из ловушки через ее стенки. Опыт очень труден, т.к. число нейтронов, которые должны быть зарегистрированы, чрезвычайно мало, а в помещении, где производится опыт, всегда есть фон от рассеянных тепловых нейтронов. С помощью очень хорошо продуманной защиты удалось практически избавиться от этого паразитного фона, подавив его примерно в 10 000 раз. На рис. 16 представлены полученные результаты. Верхний график - зависимость плотности ультрахолодных нейтронов от времени. Плотность нейтронного газа в медной ловушке затухает с периодом $23 \pm 0,5$ с. На нижней кривой представлен счет тепловых нейтронов, регистрируемых счетчиками, окружающими ловушку. Видно, что число их также затухает со временем, причем с тем же периодом - 23 с. Следовательно, то, что регистрируют счетчики, на самом деле обусловлено разогревом и проникновением через стенки ультрахолодных нейтронов. Из контрольных опытов следует, что энергия этих нейтронов близка к тепловой, а их интенсивность полностью объясняет аномальную убыль газа ультрахолодных нейтронов. Таким образом, аномальное поглощение ультрахолодных нейтронов вызвано их нагревом сразу до энергии, близкой к тепловой. Вопросу объяснения этого процесса также было уделено большое внимание^{11,12/}. Детальное рассмотрение теории неупругого рассеяния не открывает каких-либо неучтенных возможностей для объяснения аномалии. Приходится предположить, что здесь либо что-то принципиально новое, не предусмотренное теорией, либо, и это более вероятно, существенную роль играет загрязнение поверхности стенок. Наиболее опасным элементом, способным приводить к такому аномальному эффекту, является водород. Если это так, то ловушки могут быть улучшены очисткой их стенок, а чувствительность ультрахолодных нейтронов к водороду может быть использована для создания метода обнаружения ничтожных количеств водорода на поверхности твердых тел.

Кроме работ по ультрахолодным нейтронам с Институтом Лауэ-Ланжевена в 1976 году имелось сотрудничество и по другим проблемам. Остановлюсь на трех

из них. Уже в прошлом году сообщалось^{8/} об исследованиях по молекулярной биологии с помощью метода малоуглового рассеяния. Объектом исследования был иммуноглобулин^{19/}. Здесь сложилось многостороннее сотрудничество: в нем участвуют также и Институт молекулярной генетики в Праге, и Институты белка и молекулярной биологии АН СССР. Другим направлением сотрудничества между ЛНФ и ИЛЛ является исследование молекулярных кристаллов методом неупругого рассеяния.

В течение нескольких лет на НБР-30 на спектрометре обратной геометрии /КДСОГ/ доктор И. Натканец из группы профессора И. Яника совместно с сотрудниками Института твердого тела АН СССР доктором Е. Ф. Шека и Е. Л. Бохенковым исследовали неупругое рассеяние нейтронов в нафталине. Один из результатов, опубликованных в 1976 году, показан на рис. 2. Эти



эксперименты вместе с результатами, полученными в Гренобле, которые их дополняют, позволили провести ряд расчетов плотности фоонных состояний нафталина^{14,15/}. Теоретические предположения также проверялись в этом году в Гренобле с участием доктора И. Натканца. Еще об одном направлении совместных работ с ИЛЛ - изучении неупругого парамагнитного рассеяния нейтронов - будет сказано позднее.

В области исследований с медленными нейтронами получен еще ряд интересных результатов. На некоторых из них я остановлюсь.

В 1975-1976 гг. продолжалось исследование жидкого гелия, о котором я упоминал уже в прошлом году^{8/}. Схема установки (так называемый спектрометр ДИН, созданный физиками из ФЭИ в Обнинске^{16/}) представлена на рис. 3. Селектор нейтронов 5 пропускает нейтроны на

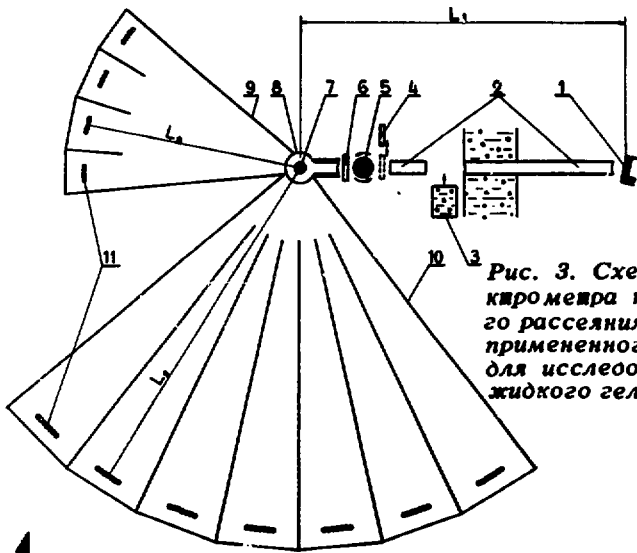


Рис. 3. Схема спектрометра неупругого рассеяния ДИН, примененного для исследования жидкого гелия.

Рис. 2. Экспериментальные спектры некогерентного неупругого рассеяния нейтронов на поликристаллическом нафталине для температур: а/ $T = 4,7 \text{ K}$; б/ $T = 80 \text{ K}$; в/ $T = 296 \text{ K}$.

очень короткий срок через заданный промежуток времени после импульса реактора, выделяя тем самым моноэнергетический пучок нейтронов. Эти нейтроны падают на рассеиватель 7, а спектр рассеянных нейтронов анализируется сразу под многими углами по методу времени пролета. Пролетная база от реактора до рассеивателя и от рассеивателя до детектора - около 10 м. На рис. 4а приведена классическая дисперсионная кривая для гелия-4, т.е. зависимость переданной гелию энергии /ось ординат/ от переданного импульса /ось абсцисс/. Эта кривая соответствует передаче одного кванта возбуждения гелия /экспериментальные точки получены в ЛНФ/. Кроме этой кривой существует и другая /рис. 4б/, также исследованная в ЛНФ, которая отвечает передаче многих квантов возбуждения в одном акте рассеяния¹⁸. В пределе больших энергий этот процесс соответствует рассеянию нейтрона на свободном атоме гелия /квадратичная зависимость энергии от импульса для этого случая показана пунктиром/. Тепловое движение атомов гелия приводит к тому, что спектр рассеянных под заданным углом нейтронов представляется гауссовой кривой, соответствующей доплеровскому уширению. Результат, полученный уже в 1973 году¹⁸, состоит в том, что экспериментальные точки одной гауссовой кривой аппроксимируются не полностью. Вблизи максимума имеется избыток, который аппроксимируется другой гауссовой кривой, более узкой, ширина которой соответствует разрешающей способности прибора. Такое разложение представлено на рис. 5. Основная гауссова кривая обозначена 2, а остаток, который получается вычитанием, - 1. Его интерпретируют наличием атомов гелия, не имеющих теплового движения, это т.н. бозе-конденсат. Результат, представленный на верхнем графике, получен при температуре 1,2 К. На нижнем графике представлены результаты эксперимента при температуре 2,35 К. В этом случае экспериментальные точки ложатся, практически, на одну гауссову кривую. Количество бозе-конденсата здесь в пределах ошибки равно нулю. Температурная зависимость бозе-конденсата была предметом специального исследования в 1976 г., она представлена на рис. 6. При температуре ~ 1 К концентрация бозе-конденсата ~3%,

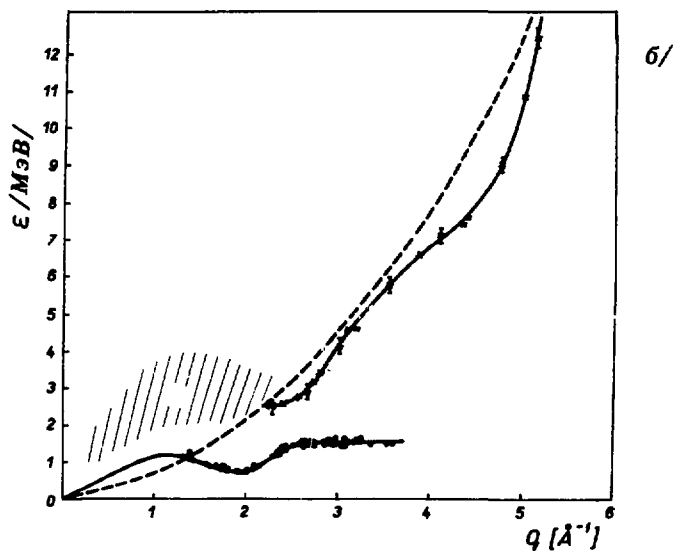
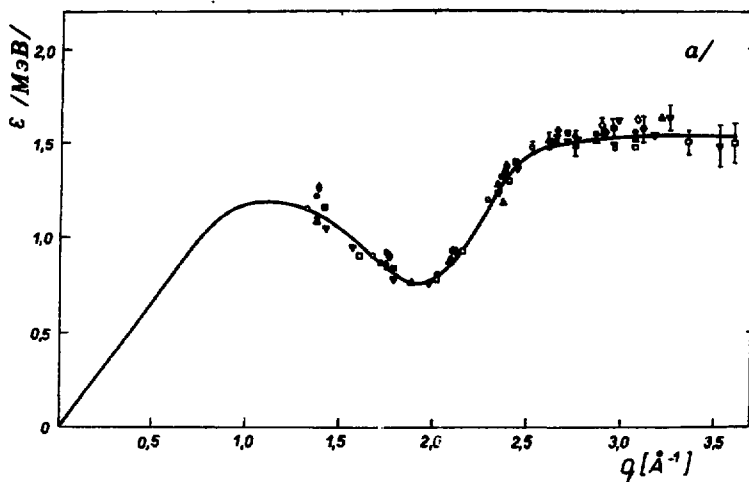


Рис. 4. Дисперсионные кривые для жидкого гелия-4 в области малых а/ и больших б/ значений переданного импульса.

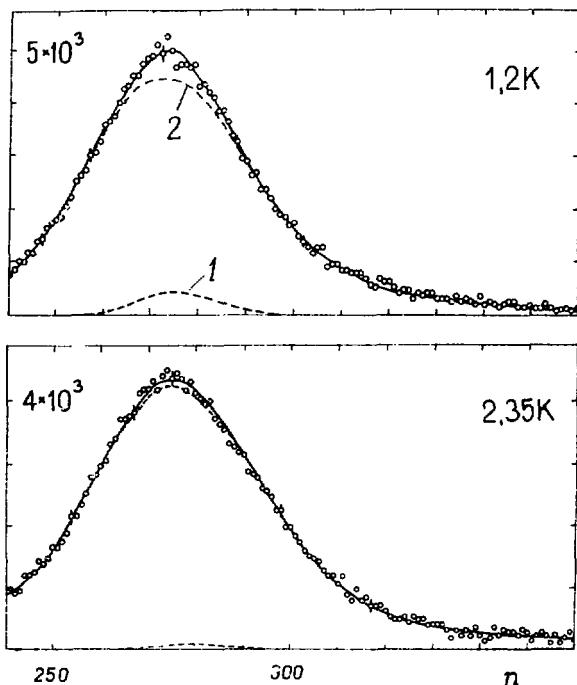


Рис. 5. Экспериментальные спектры неупругого рассеяния тепловых нейтронов на жидком гелии при наличии и отсутствии бозе-конденсата.

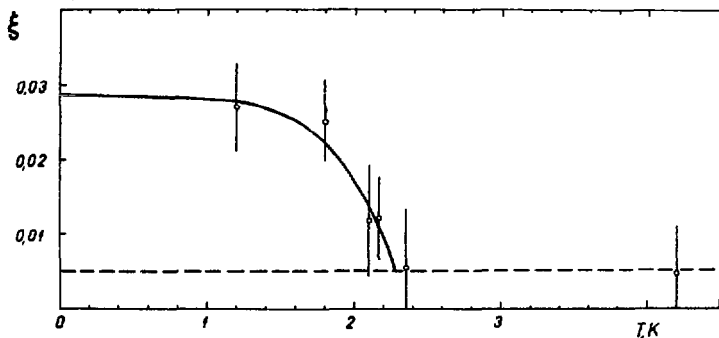


Рис. 6. Температурная зависимость плотности бозе-конденсата.

а при температуре около $2,1\text{ K}$ его количество резко падает практически до нуля. Это температура, при которой жидкий гелий перестает быть сверхтекучим. Таким образом, обнаружен новый и совсем неожиданный факт: связь бозе-конденсата со сверхтекучестью, которая совершенно не предвидена теорией и пока никак не объяснена. Несомненно, что это - существенный результат для квантовой теории жидкостей. Он получен в совместной работе физиков из ФЭИ и ОИЯИ^{/17/}.

Перехожу к другой работе, имеющей отношение скорее к ядерной физике. Теория малонуклонных систем теперь вплотную подошла к расчету ядер, состоящих из четырех нуклонов. В связи с этим большой интерес представляет исследование длин рассеяния нейтронов гелием-3, что является трудной задачей. Действительно, гелий-3 обладает очень большим сечением поглощения медленных нейтронов и поэтому измерение рассеяния может проводиться только при очень низких давлениях газа гелий-3 /менее $50\text{ Тор}/$, требующих использования спектрометра с большой светосилой и низким фоном. Задачу удалось решить на ИБР-30 в работе^{/18/}. Полученное полное сечение рассеяния представлено на *рис. 7* как функция энергии нейтронов. Как видно, точность измерения достаточно велика. Ожидаемые из теоретических

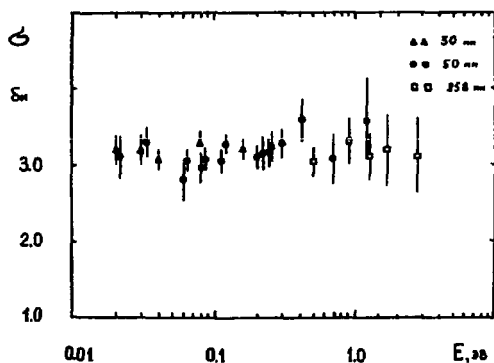


Рис. 7. Эффективное сечение рассеяния нейтронов на свободном ядре ^3He в зависимости от энергии.

расчетов ^{/14/} длины рассеяния соответствуют синглетной длине рассеяния, большей, чем триплетной. Полученные данные, в совокупности с сечением когерентного рассеяния гелия, позволяют, в принципе, определить два возможных набора длин рассеяния нейтронов. К сожалению, имеющиеся в литературе данные о сечении когерентного рассеяния очень неточны. Эта работа вызвала большой интерес и, по-видимому, в ближайшее время ее результаты будут уточнены как за рубежом, так и у нас.

Как известно, нейтроны взаимодействуют с твердым телом через ядерные соударения, однако есть случаи, когда это взаимодействие, так же как и для света, связано с электронными оболочками. Это происходит тогда, когда атомная оболочка не заполнена и имеет место сильное магнитное взаимодействие. В этом случае можно изучать неупругое парамагнитное рассеяние нейтронов, вполне аналогичное оптическим спектрам поглощения, т.к. происходит возбуждение электронной оболочки, с тем различием, что в случае нейтронов оно возможно и для веществ, не прозрачных для света. Это было применено при исследовании соединений празеодима и неодима в работах группы д-ра К.Хеннига с сотрудниками, которыми теперь руководит профессор А.Андреефф. На *рис. 8* представлены результаты, полученные этой группой для соединения празеодима $\text{PrAl}^{/20/}$. Большой интерес представляет сопоставление экспериментальных данных, полученных таким методом, с теорией. Для этого нужно знать электростатическое поле, воздействующее на атом внутри твердого тела. Эта сложная задача до недавнего времени не была решена. Большого успеха в этой области достиг З.Маттхиз. Его работы, опубликованные в последние два года ^{/21,22/}, приобрели заслуженную известность.

Последний результат в области физики конденсированных сред, на котором мне хотелось бы остановиться, - это достигнутый в 1976 году значительный прогресс в нейтронно-структурном анализе. Целью, к достижению которой направлены эти работы, является

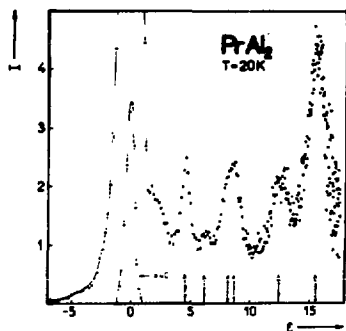
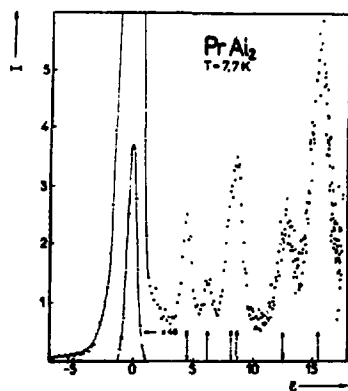


Рис. 8. Спектры неупругого парамагнитного рассеяния нейтронов для интерметалла PrAl_2 . ϵ - передача энергии в МэВ, I - интенсивность в произвольных единицах.

исследование кристаллов из белковых молекул. Естественно, что в первую очередь надо было научиться исследовать кристаллы с большим содержанием водородных атомов и определять координаты этих атомов. Объектом исследования был выбран лантан магний-нитрат ($\text{La}_2\text{Mg}_3(\text{NO}_3)_{12} \cdot 24\text{D}_2\text{O}$), содержащий 24 молекулы кристаллизационной воды, которая в этих экспериментах была заменена на тяжелую воду. Такой кристалл был уже ранее исследован с помощью рентгеновских лучей. Тогда же были определены координаты атомов водорода, хотя с помощью данной методики это очень трудно. Ожидалось, что работа будет иметь чисто ме-

тодическое значение и приведет к тем же результатам, что и рентгено-структурное исследование. На самом деле все оказалось гораздо сложнее. Прежде всего потребовалась очень тщательная отработка техники эксперимента по дифракции нейтронов с использованием метода пролета и методики обработки данных. Это было сделано на простейших кристаллах, таких как дейтеронафталин ^{/23/}. В качестве примера на снимке представлен один из дифракционных спектров */рис. 9/* нафталина.

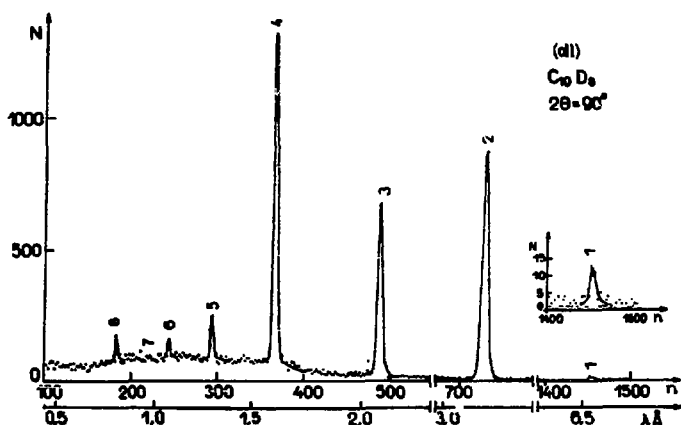


Рис. 9. Нейтронограмма монокристалла дейтеро-нафталина, полученная методом времени пролета.

Установка с пролетной базой около 50 м показана на *рис. 10*. Коллимирующая нейтроны труба смотрит прямо на нас, поэтому кажется короткой. Дифракция в кристалле лантан магний-нитрат изучалась при отражении нейтронов от ряда кристаллографических плоскостей, но для заданного угла отражения 90° . Потребовалось отработать сложную методику обсчета получаемых результатов, с помощью которой были определены координаты атомов водорода в лантан магний-нитрате ^{/24/}.



Рис. 10. Дифракционная установка на пролетной базе 50 м.

В расчете использовано около 200 дифракционных пиков. Оказалось, что координаты атомов дейтерия систематически отличаются от координат водорода, полученных рентгеноструктурным методом. Различие достигает существенной величины - $0,2 \text{ \AA}$ /при межатомных расстояниях 1-2 \AA /. О том, что это весьма заметное различие, легко видеть из рисунка, на котором пока-

заны координаты атомов водорода, определенные разными методами /рис. 11/. Это, на первый взгляд, уди-

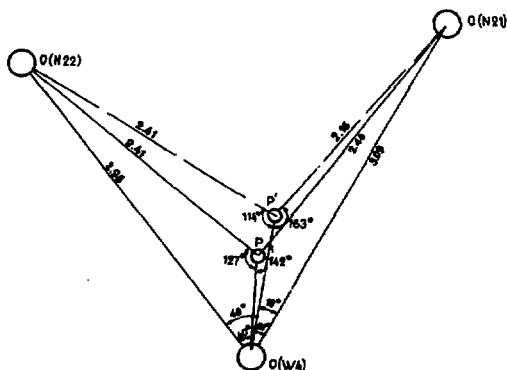


Рис. 11. Положение атомов водорода в кристалле LMN по рентгеновским (р) и нейтронным (р') данным.

вительное различие на самом деле имеет простое объяснение: в то время как рентгеновские лучи "видят" центр тяжести в положении электрона, который в значительной мере обобществлен в кристалле, нейтроны "видят" истинную координату протона. Оказалось, что подобный эффект наблюдали и другие авторы в других кристаллах и что он систематически имеет величину порядка десятой доли ангстрема. Мы придаем этой работе большое значение, поскольку она означает, что метод дифракции нейтронов на кристаллах, содержащих много водорода, можно считать освоенным. Это открывает путь к созданию более совершенной установки для исследований сложных водородсодержащих кристаллов.

Перехожу к работам с резонансными и быстрыми нейтронами. Я хотел бы более подробно остановиться на одной работе по физике деления. Физиков, занимающихся исследованием делений ядер, волнует вопрос о так называемом двугорбом потенциальном барьере при деформации ядра. Он возник после открытия спонтан-

ного деления изомеров и объяснения этого явления способностью ядра делиться в двух состояниях, обладающих разной формой. Переход ядра от одной формы к другой может быть в ряде случаев связан с испусканием гамма-лучей. Поэтому необходимо исследовать гамма-лучи, испускаемые делящимся ядром в стадии, предшествующей его делению. Идея работы, которая, если не ошибаюсь, была предложена Ц.Пантелеевым, состоит в том, чтобы наблюдать характеристическое рентгеновское излучение ядра при совпадении его с осколками деления. По длине волны характеристического излучения можно установить, что гамма-лучи, возбуждавшие его, были испущены ядром, поглотившим нейтрон до его деления, а не в какой-то последующей стадии. Эта очень сложная экспериментальная работа продолжалась несколько лет и результаты ее опубликованы в 1976 году^{/25/}. Вид установки показан на *рис. 12*. Эксперимент был выполнен

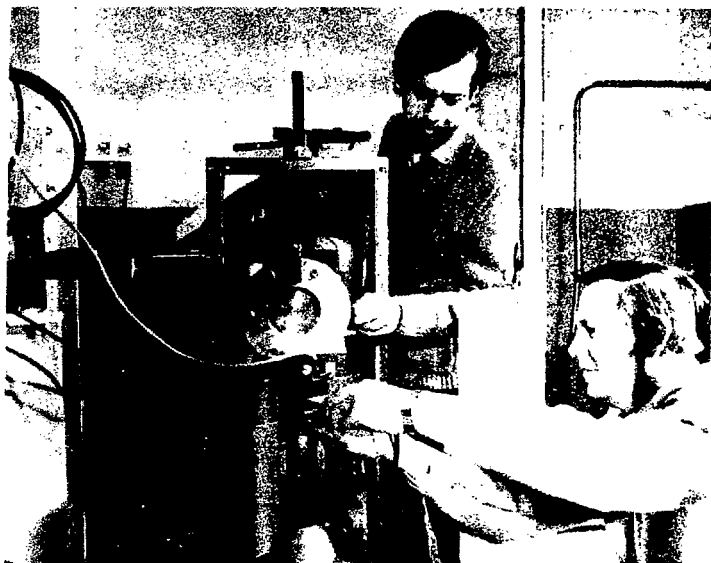


Рис. 12. Установка для изучения $(n, \gamma f)$ -процесса.

с ураном-235, для которого гамма-лучи, предшествующие делению, обнаружить пока не удавалось, поскольку парциальная ширина этого процесса мала. Теперь эти гамма-лучи были обнаружены и привели к оценке парциальной ширины ~ 4 мэВ. Самое интересное, что выход этого процесса, отнесенный на один акт деления, оказался существенно зависящим от делительной ширины резонанса. Чем больше делительная ширина, тем меньше вероятность испускания таких гамма-лучей на один акт деления. Эта зависимость представлена на *рис.13*.

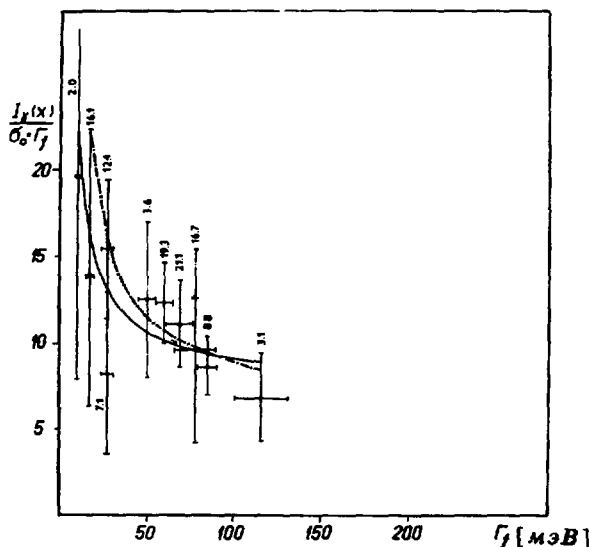


Рис. 13. Зависимость выхода (n, γf)-процесса от делительной ширины резонансов урана-235.

Видно, что выход этого процесса убывает с увеличением делительной ширины приблизительно по параболическому закону. Я думаю, что не только экспериментальное исследование этого процесса, но и его теоретический анализ будут продолжены в этом году.

Успешно развивались работы по исследованию спиновой зависимости нейтронных сечений с помощью поляризованных нейтронов, взаимодействующих с поляризованными ядрами. В прошлом году я излагал результаты, полученные для ядра тербия; в этом году эксперименты были проведены с ядром гольмия^{26/}, который был предметом исследования еще в самых первых работах с поляризованными нейтронами более 10 лет назад. Однако сейчас этот эксперимент проведен в интервале энергий, охватывающем 100 кэВ, в то время как ранее можно было продвинуться не более чем до нескольких десятков электронвольт. Цель этих экспериментов состоит в том, чтобы выяснить, имеется ли спиновая зависимость для нейтронной силовой функции. По-видимому, ее удастся обнаружить, но я думаю, что к более детальному рассмотрению этих результатов следует вернуться позже, когда будут получены данные для большего числа изотопов.

Аномалии в поведении силовой функции иногда проявляются и в сравнительно узком интервале энергий. Если силовая функция постоянна, то сумма нейтронных ширин резонансов, расположенных на данном интервале энергий, должна быть пропорциональна величине энергетического интервала. Иными словами, сумма нейтронных ширин должна в среднем возрастать с энергией линейно, разумеется, в пределах статистической точности, определяемой тем, что и положение резонансов, и их ширины подчиняются сложному статистическому закону и колеблются в широких пределах. На *рис. 14а* показан результат^{27/} полученный для рения-187. Видно, что действительно суммарная ширина резонансов линейно растет с энергией в пределах статистики. Иная картина получена этими же авторами для другого изотопа, рения-185 /*рис. 14б*/. О линейной зависимости здесь говорить трудно, и отклонение от прямой вряд ли можно объяснить статистическим разбросом ширин резонансов. Не что аналогичное наблюдалось в работе А.Б.Попова и Э.Н.Каржавиной и ранее для изотопа самария, и эта особенность обсуждалась еще на Будапештской конференции по нейтронной физике в 1972 году.

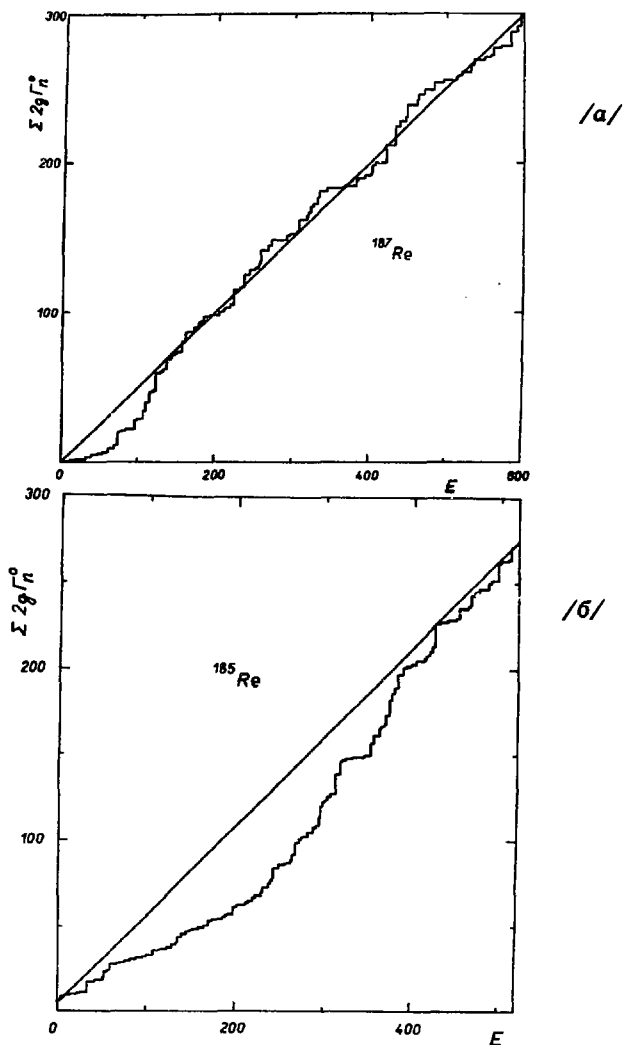


Рис. 14. Сумма приведенных нейтронных ширин изотопов рения-187 /а/ и рения-185/б/ в зависимости от энергии нейтронов.

Успешно продолжалась работа по исследованию парциальных гамма-ширин при захвате нейтронов, которой в разные периоды руководили Ф.Бечварж и Я.Гонзатко.

В обзоре прошлого года я сообщал об обнаружении корреляции между парциальными гамма-ширинами и нейтронными ширинами для иттербия-173^{8/}. В 1976 году были получены новые данные, подтверждающие эту зависимость для эрбия-167. Эти результаты обсуждались на конференции по структуре ядра, проходившей в Дубне летом этого года, и к их обсуждению следует вернуться, когда эти работы будут опубликованы.

Успешно продолжались исследования еще по одному, традиционному для лаборатории направлению: исследованию альфа-распада нейтронных резонансов. Сейчас область ядер, для которых это явление изучено, значительно расширилась. Я хотел бы отметить, что эти эксперименты вызывают все больший интерес среди физиков, занимающихся нейтронной спектроскопией. Так, на конференции по нейтронной физике в Лоуэлле /США, 1976 г./, профессор Дж.Харви²⁸ в докладе об экспериментах, выполненных в Ок-Ридже на ускорителе Орзла, уделял большое внимание экспериментам по исследованию этого явления. Хотя разрешающая способность спектрометра Орзла значительно лучше, чем у ИБР-30, однако бóльшая светосила спектрометра с использованием ИБРа в данном случае очень существенна.

В 1976 году велась подготовка к созданию ряда установок, которые будут работать на ИБР-2. Таковы корреляционный спектрометр неупругого рассеяния, нейтронный дифрактометр, спектрометр малоуглового рассеяния, установка для измерения дипольного момента нейтрона и исследования ультрахолодных нейтронов, спектрометр неупругого рассеяния ДИН-2. Обсуждались вопросы модернизации и переноса других установок на ИБР-2. Отметим попутно, что на ИБР-30 была проведена замена всех механических систем реактора и полностью заменена его активная зона. Это позволит продолжить работы на ИБР-30, необходимые как для текущих экспериментов, так и для подготовки к исследованиям на ИБР-2.

Строительно-монтажные работы в здании 117, где размещается реактор ИБР-2, близки к завершению. Нам полностью передан один из экспериментальных залов реактора /рис. 15/, который в ближайшее время будет использован для монтажа натриевой системы.



Рис. 15. Экспериментальный зал реактора ИБР-2.

Заканчивается чистовая отделка второго зала. Строительные работы в аппаратном зале реактора полностью завершены, начат монтаж самого реактора. На рис. 16 показан момент, когда монтажники готовятся опустить в бетонную шахту корпус самого реактора. Это - ювелирная работа, поскольку длина корпуса реактора около восьми метров и он входит в бетонную шахту с зазором, не превышающим одного миллиметра. На рис. 17 показан момент, когда корпус реактора начинает опускаться

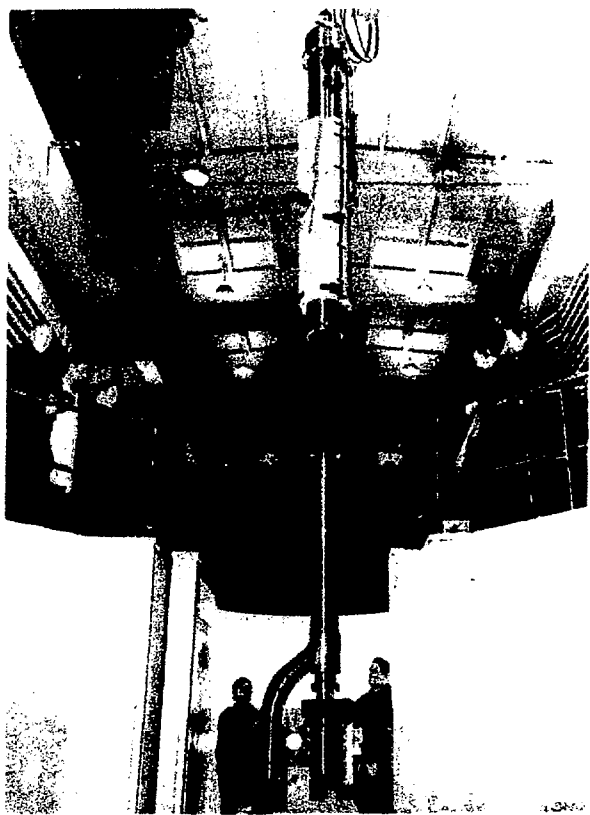


Рис. 16. Монтаж корпуса реактора ИБР-2.

в шахту. Эта работа была успешно выполнена и сейчас идет монтаж различных систем, связанных с реактором. В ближайшее время предстоит укомплектовать кассеты с делящимся веществом - это также очень прецизионная работа. Предстоит выполнить еще большой объем работ по ревизии и вводу в действие различных технологических систем, необходимых для реактора ИБР-2.



Рис. 17. Спуск корпуса реактора в бетонную шахту.

Следует сказать об очень важной составной части реактора - подвижном отражателе. Как уже отмечалось, в прошлом году были начаты испытания этой системы, прошедшие успешно, в тем не менее конструкторы сочли необходимым внести в нее некоторые усовершенствования. На *рис. 18* показано то, что сейчас уже нельзя увидеть, поскольку отражатель заключен внутрь кожуха.



Рис. 18. Подвижный отражатель ИБР-2 со снятым кожухом.

Здесь видна лопасть подвижного отражателя, которая модулирует реактивность. Имеется еще дополнительный регулятор реактивности, выполненный в виде диска с бериллиевыми вкладышами и предназначенный для того, чтобы число повторений импульсов в секунду можно было менять от 5 до 50. Эта усовершенствованная система теперь смонтирована и проходит испытание, и можно полагать, что она будет готова к тому моменту, когда реактор будет собран и полностью подготовлен к физическому пуску.

Мы рассчитываем, что физический пуск реактора без натриевого охлаждения состоится в 1977 году. Монтаж натриевых систем будет идти параллельно в течение 1977 и 1978 гг., с тем чтобы могли быть начаты ра-

боты по пуску реактора с натриевым охлаждением. Это позволит постепенно повысить мощность реактора до его проектных параметров.

Автор благодарен Э.И.Шарапову за ряд замечаний и помощь в подготовке рукописи к печати.

ЛИТЕРАТУРА

1. Франк И.М. Импульсный реактор Лаборатории нейтронной физики Объединенного института ядерных исследований. ОИЯИ, Р-674, Дубна, 1961.
2. Франк И.М. Развитие и применение в научных исследованиях импульсного реактора ИБР. ЭЧАЯ, 1972, том 2, вып. 4, с. 805; ОИЯИ, РЗ-5754, Дубна, 1971.
3. Шапиро Ф.Л. Собрание трудов "Физика нейтронов". "Наука", М., 1976.
4. Шапиро Ф.Л. Собрание трудов "Нейтронные исследования". "Наука", М., 1976.
5. Таран Ю.В., Франк И.М. Федор Львович Шапиро. В кн.: Ф.Л.Шапиро. Физика нейтронов. "Наука", М., 1976, с.5.
6. Шабалин Е.П. Импульсные реакторы из быстрых нейтронов. Атомиздат, М., 1976.
7. Александров Ю.А. Фундаментальные свойства нейтрона. Атомиздат, М., 1976.
8. Франк И.М. Краткий обзор научной деятельности Лаборатории нейтронной физики в 1975 г. Сообщение ОИЯИ, РЗ-10041, Дубна, 1976.
9. Грошев Л.В., Лущиков В.И., Николаев С.А., Панин Ю.Н., Покошиловский Ю.Н., Стрелков А.В. Хранение ультрахолодных нейтронов в медных сосудах. Сообщение ОИЯИ, РЗ-9534, Дубна, 1976.
10. Стрелков А.В., Хенцель М. ОИЯИ, РЗ-10815, Дубна, 1977.
11. Измаилов В.Г., Самаров Л.М. Возможные причины аномальных потерь ультрахолодных нейтронов в ловушках. Препринт ИАЭ-2820, М., 1977.
12. Блохинцев Д.И., Плакида Н.М. О нагревании ультрахолодных нейтронов. Сообщение ОИЯИ, Р4-10381, Дубна, 1977.
13. Cser L., Gladkikh I.A., Kozlov Zh.A., Nezhlin R.S., Ogievetskaya M.M., Ostanevich Yu.M. Neutron Small Angle Scattering Studies of the General Structure

- of the Immunoglobulin G Molecule. *FEBS Letters*, 1976, 68, no. 2, p.283.
14. Боженков Э.Л., Нащканец И., Шека Е.Ф. Определение плотности фоновых состояний кристалла нафталина по неупругому некогерентному рассеянию нейтронов. *ЖЭТФ*, 1976, 70, с.1027.
 15. Bokhenkov E.L., Natkaniec I., Sheka E.F. *phys. stat. sol. (b)*, 1976, 75, p.105.
 16. Козлов Ж.А., Александров Л., Загребнов В.А., Парфенов В.А., Приезжев В.Б. Поиск бозе-конденсата в ^4He . Сообщение ОИЯИ, Р4-7895, Дубна, 1974.
 17. Докукин Е.Б., Козлов Ж.А., Парфенов В.А., Пучков А.В. Температурная зависимость плотности бозе-конденсата в жидком ^4He . *ЖЭТФ*, письма, 1976, 23, с.497.
 18. Алфименков В.П., Акоюн Г.Г., Вежбицки Я., Говоров А.М., Пикельнер Л.Б., Шарпов Э.И. *Neutron Scattering Lengths of ^3He* . ОИЯИ, ЕЗ-9784, Дубна, 1976.
 19. Kharchenko V.F., Levashov V.P. *Preprint ITP-75-107E, Kiev*, 1975.
 20. Дрексель В., Зайферт П., Каун Л.Н., Липпольд Б., Мамухиз З., Матц В., Морева Н.И., Хенниг К. Кристаллические уровни Pr^{3+} в PrAl_2 , определенные методом неупругого рассеяния нейтронов. ОИЯИ, Р14-9907, Дубна, 1976.
 21. Matthies S. *Über die Berechnung des electrostatischen Potentials in Kristallgittern*. *phys. stat. sol. (b)*, 1976, 74, pp.69, 531.
 22. Мамухиз З. О расчете электростатического потенциала в кристаллических решетках. ОИЯИ, Р17-9045, Дубна, 1975.
 23. Балагуров А.М., Борка Е., Длоуга М., Миронова Г.М. Определение структурных факторов в нейтронографии по времени пролета. ОИЯИ, РЗ-9796, Дубна, 1976.
 24. Балагуров А.М., Борка Е., Длоуга М., Миронова Г.М. Уточнение структуры лантан-магниевого нитрата на нейтронном дифрактометре по времени пролета. ОИЯИ, Р14-10383, Дубна, 1977.
 25. Длоуги З., Криштяк Й., Пантелеев Ц. Выход рентгеновских лучей и существование (n, γ) - процесса на ядре ^{235}U . ОИЯИ, РЗ-9613, Дубна, 1976.
 26. Акоюн Г.Г., Алфименков В.П., Вежбицки Я., Иваненко А.И., Мареев Ю.Д., Морева Н.И., Овчинников О.Н., Пикельнер Л.Б., Шарпов Э.И. Спиновая зависимость полного сечения ^{165}Ho в области

- энергии нейтронов от 4 эВ до 100 кэВ. ОИЯИ, РЗ-10181, Дубна, 1976.
27. Попов А.Б., Файков Х., Хван Чер Гу. Параметры нейтронных резонансов рения. Сообщение ОИЯИ, РЗ-10377, Дубна, 1977.
 28. Harvey J.A. In.: Proc. of the International Conference on the Interactions of Neutrons with Nuclei. USA, Lowell,, ERDAconf.-760715, 1976.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шабалин Е.П. Американско-японский семинар по проектированию, эксплуатации и использованию импульсных быстрых реакторов. АЭ, 1976, т.41, вып. 2, с.161.
2. Рогов А.Д., Шабалин Е.П. Нейтронно-физические параметры реактора ИБР-2. Сообщение ОИЯИ, РЗ-9990, Дубна, 1976.
3. Харьюзов Р.В., Швец В.А. О возможности применения в ЛИУ магнитных генераторов импульсов. Сообщение ОИЯИ, 9-9523, Дубна, 1976.
4. Франк И.М. Исследование структуры ядра резонансными нейтронами. В кн.: Международная конференция по избранным вопросам структуры ядра. ОИЯИ, Д-9920, Дубна, 1976, с.444.
5. Франк И.М. О классической и квантовой интерпретации эффекта Допплера в преломляющей среде. Сообщение ОИЯИ, Р4-9589, Дубна, 1976.
6. Франк И.М. Распределение ультрахолодных нейтронов по цилиндрическому нейтроноводу. Сообщение ОИЯИ, РЗ-9846, Дубна, 1976.
7. Холан С., Фурман В.И. Влияние высших конфигураций внутренней волновой функции α -частицы на вероятности α -переходов в сферических ядрах. Изв. АН СССР, сер. физ., 1976, т.40, №10, с.2161.
8. Аннонов А., Балабанов Н., Гледенов Ю.М., Пак Хон Чер, Попов Ю.П. Исследование реакции (n, α) на изоэнопах молибдена и рутения в резонансной области энергий. Сообщение ОИЯИ, РЗ-9815, Дубна, 1976.
9. Попов А.Б., Файков Х., Хван Чер Гу. Параметры нейтронных резонансов в рения. ОИЯИ, РЗ-9743, Дубна, 1976.
10. Алдея Л., Бечварж Ф., Гуинх Тхыонг Хьеп, Поспшил С., Тележников С.А. Анализ статистических свойств вторичных гамма-переходов в реакции $^{175,178}\text{Lu}(n, \gamma)$. ОИЯИ, РЗ-10012, Дубна, 1976.

11. Алфименков В.П., Ласонь Л., Мареев Ю.Д., Овчинников О.Н., Пикельнер Л.Б., Шарапов Э.И. Магнитные моменты компаунд-состояний редкоземельных ядер. *Nucl. Phys.* 1976, A267, no. 1, p.172.
12. Витальев Э.В., Денисов В.Д., Квасников С.А., Пласинин В.П., Погодаев Г.Н., Руденко Л.Е., Руденко В.Т. Параметры импульсного быстрого реактора ИБР-30 после замены основных подвижных зон. Сообщение ОИЯИ, P13-10045, Дубна, 1976.
13. Балагуров А.М. Ориентирование монокристаллов на нейтронных дифрактометрах по времени пролета. Сообщение ОИЯИ, 3-10243, Дубна, 1976.
14. Балабанов Н.А., Гледенов Ю.М., Пак Хон Чер, Попов Ю.П., Семенов В.Г. Полные α -ширины нейтронных резонансов ^{147}Sm и ^{148}Sm . *Nucl. Phys.*, 1976, A261, no. 1, p.35.
15. Косвинцев Ю.Ю., Кулагин Е.Н., Кушнир Ю.А., Морозов В.И., Стрелков А.В. Извлечение УХН из высокопоточного реактора СМ-2. ОИЯИ, P3-10238, Дубна, 1976.
16. Бунация Г.Г. Моменты инерции и гиромангнитные отношения компаунд-состояний. ОИЯИ, P4-9726, Дубна, 1976.
17. Ефимов В.Н. Интегральное уравнение для волновой функции трех постоенственных частиц в модели граничных условий. Сообщение ОИЯИ, P4-9819, P4-10189, Дубна, 1976.
18. Пиотровски Е., Шефлински Г., Шефлински З., Вильгельми З. Average Resonance Spectroscopy in $^{87,89}\text{Y}$ Nuclei. В кн.: Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра, том I. ОИЯИ, Д-9682, Дубна, 1976, с.55,56.
19. Никитенко Ю.В., Таран Ю.В. Плоский ферромагнитный экран. Сообщение ОИЯИ, P13-10068, Дубна, 1976.
20. Нитц В.В., Рэнке Г., Тухаж З., Яковлев А.А. Наблюдение фазовых переходов, индуцированных магнитным полем, на импульсном реакторе. Сообщение ОИЯИ, P3-10072, Дубна, 1976.
21. Паржицкий С.С., Попов Ю.П., Поляков В.А., Салех З.А., Сизов И.В., Стрижак В.И. Исследование гамма-излучения из реакции $^{12}\text{C}(\text{p}, \text{p}')^{12}\text{C}$. Сообщение ОИЯИ, P15-9649, Дубна, 1976.
22. Пикельнер Л.Б. Нейтронные резонансы и эксперименты с поляризованными нейтронами и ядрами. В кн.: Международная конференция по избранным вопросам структуры ядра, т.2. ОИЯИ, Д-9920, Дубна, 1976, с.285.

23. Попов Ю.П. Особенности распада нейтронных резонансов. Там же, с.126.
24. Попов Ю.П. Свойства нейтронных резонансов. Препринт ЛИАФ, №267, Л., 1976.
25. Попов А.К., Рогов А.Д. Программа для моделирования на ЭВМ динамики импульсного реактора. Депонированная публикация ОИЯИ, Б1-11-10120, Дубна, 1976.
26. Игнамович В.К., Терехов Г.И. Удержание ультрахолодных нейтронов в ядерных ловушках. Сообщение ОИЯИ, Р4-9567, Дубна, 1976.
27. Игнамович В.К., Покошиловский Ю.Н. Удержание ультрахолодных нейтронов магнитным полем прямого провода с током. Сообщение ОИЯИ, Р4-10145, Дубна, 1976.
28. Малушинска К., Недведюк К., Салацкий В.И., Карпик К. Исследование реакции $^{16}\text{O}(t, n)^{18}\text{F}$ в диапазоне энергий ионов трития 1,1-1,7 МэВ. Acta Phys. Pol., 1976, В7, no. 5, p.365.
29. Алдея Л., Бечварж Ф., Гонзатко Я., Стадников Т., Тележников С.А. Свойства вторичных гамма-переходов в реакции $^{167}\text{Er}(n, \gamma)^{168}\text{Er}$. В кн.: Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра, т.1, ОИЯИ, Д-9682, Дубна, 1976, с.115,116.
30. Ван Сын Чан, Гриднев К.А., Кангрополь Ю.В., Мадея М., Осеминский Г.М. Спин-флип при неупругом рассеянии протонов на ^{28}Si . Там же, с. 193.
31. Васильев Б.В. Об экспериментальной проверке принципа относительности. ОИЯИ, Р8-9905, Дубна, 1976.
32. Салаи Ш. Измерительный модуль для сбора спектрометрической информации по методу времени пролета. ОИЯИ, 10-10027, Дубна, 1976.
33. Luschnikov V.I. Ultracold Neutrons. In.: Proc. of the International Conf. on the Interactions of Neutrons with Nuclei. USA, Lowell, 1976, v.1, p.117.
34. Frank I.M. Closing Address, *ibid*, v.11, p.887.
35. Бѣимов В.Н. Модель граничных условий в задаче трех нуклонов. 1. Уравнение Фаддеева. Сообщение ОИЯИ, Р4-9732, Дубна, 1976.
36. Хенниг К., Матихиз З. Энергии электронных уровней мультиплетта $^3\text{H} - \text{Pr}^{3+}$ в кубическом кристаллическом поле при наличии магнитного поля. ОИЯИ, Е17-9535, Дубна, 1976.
37. Матихиз З. Об оценке вклада спин-решеточного взаимодействия в ширины электронных уровней парамагнитных кристаллических соединений редкоземельных элементов. Часть I. Вывод основных

- формул учета прямого процесса спин-решеточного взаимодействия в "векторном приближении". Сообщение ОИЯИ, Р17-9834, Дубна, 1976.
38. Матвиз З. Об оценке вклада спин-решеточного взаимодействия в ширины электронных уровней парамагнитных кристаллических соединений редкоземельных элементов. Часть II. Ширины электронных уровней основного мультиплетта $^3H_4 - Pr^3$ в PtF_3 при низких температурах. Сообщение ОИЯИ, Р17-9835, Дубна, 1976.
 39. Eschrig H., Feldman K., Hennig K., Matz W., Paufler P. Phonon Spectra of the Laves Phase Intermetallic Compound $CaMg_2$. JINR, E14-9855, Dubna, 1976.
 40. Дади К., Дади Л., Матеева А., Саламатин И.М. Организация библиотеки стандартных перемещаемых программ для измерительного модуля на базе ЭВМ типа "ТРА". ОИЯИ, Р10-9484, Дубна, 1976.
 41. Дади Л., Матеева А., Намсрай Ю., Саламатин И.М. Программное обеспечение измерительного модуля на базе ЭВМ ТРА-1001-1. I. Программа динамического распределения памяти. ОИЯИ, Р10-9954, Дубна, 1976.
 42. Матеева А., Намсрай Ю., Саламатин И.М. Программное обеспечение измерительного модуля на базе ЭВМ ТРА-1001-1. II. Диспетчер и программы обработки прерываний. Сообщение ОИЯИ, Р10-10160, Дубна, 1976.
 43. Дади К., Дади Л., Матеева А., Намсрай Ю., Саламатин И.М. Программное обеспечение измерительного модуля на базе ЭВМ ТРА-1001-1. III. Система управления работой модуля с клавиатуры телеайпа. ОИЯИ, Р10-10161, Дубна, 1976.
 44. Воронов Б.И., Гладких И., Лузанов Н.И., Кунченко А.Б., Останевич Ю.М., Хорват И., Чер Л. Спектрометр для исследования малоуглового рассеяния нейтронов по методу времени пролета. Сообщение ОИЯИ, 14-9451, Дубна, 1976.
 45. Гладких И.А., Кроо Н., Салаи Ш., Симкин В.Г., Чер Л. Применение метода корреляционного анализа для исследования спектра рассеяния медленных нейтронов. Сообщение ОИЯИ, 14-9485, Дубна, 1976.
 46. Гладких И.А., Кроо Н., Салаи Ш., Симкин В.Г., Ференци Ф., Чер Л. Спектрометр КОРАН на реакторе ИБР-30 /модельный вариант/. Сообщение ОИЯИ, 14-9486, Дубна, 1976.
 47. Рубин Д., Салаи Ш. Включение дисплея ВТ-340 в состав вычислительной машины ТРА-10001. Сообщение ОИЯИ, 10-9644, Дубна, 1976.

48. Каун Л., Липпольд Б., Матц В., Хенниг К. О некоторых исследованиях с помощью неупругого рассеяния нейтронов на импульсном реакторе ИБР-30. Сообщение ОИЯИ, Р14-9790, Дубна, 1976.
49. Машора И.М., Меркулов Л.А. Формирование ламинарного потока в сильноточной электронной пушке. ОИЯИ, Р9-9476, Дубна, 1976.
50. Машора И.М., Меркулов Л.А. Поведение ламинарного пучка в мощной электронной пушке при изменении ее параллельности. Сообщение ОИЯИ, Р9-9818, Дубна, 1976.
51. Пиотровски В., Шефлинска Г., Шефлински З. Изучение структуры ядра ^{90}Zr методом спектроскопии усредненных резонансов. Сообщение ОИЯИ, Р15-9455, Дубна, 1976.
52. Алфименков В.П., Ласонь Л., Мареев Ю.Д., Овчинников О.Н., Пикельнер Л.Б., Шаратов Э.И. Магнитные моменты компануд-состояний редкоземельных ядер. ОИЯИ, Р3-9497, Дубна, 1976.
53. Игнашович В.К., Терехов Г. Удержание ультрахолодных нейтронов в плоской гравимагнитной ловушке. Сообщение ОИЯИ, Р4-10102, Дубна, 1976.
54. Асфур Ф., Кривоуслов М.И., Ломаченко И.А., Салех З., Сизов И.В. Исследование упругого рассеяния ионов ^3He на ядрах ^9Be . Сообщение ОИЯИ, Р15-10076, Дубна, 1976.
55. Балагуров А.М., Шибеев В.Д. Дифракционные измерения по методу времени пролета с использованием переменной ширины канала. Сообщение ОИЯИ, 10-9683, Дубна, 1976.
56. Балагуров А.М., Барабаш И.П., Шибеев В.Д. Временной кодировщик с переменной шириной канала. ОИЯИ, 10-9684, Дубна, 1976.
57. Попов А.Б., Шелонцев И.И., Ширикова Н.Ю. Вычисленные параметров нейтронных резонансов. Сообщение ОИЯИ, 3-9742, Дубна, 1976.
58. Бунашян Г.Г., Поль Ю.С. Упругое рассеяние медленных π -мезонов на ядрах. ОИЯИ, Р4-9548, Дубна, 1976.
59. Лашкова Е., Шелкова И.Г. Изготовление покрытий из окиси бериллия на стеклянных поверхностях большой площади. Сообщение ОИЯИ, 12-9972, Дубна, 1976.
60. Малужиньска К., Недведюк К., Салацкий В.И., Хальбек И. Исследование реакции $^9\text{Be}(t,n)^{11}\text{B}$ в диапазоне энергий ионов трития 1,1-1,7 МэВ. ОИЯИ, 15-9986, Дубна, 1976.
61. Алдея Л., Бечварж Ф., Гонзатко Я., Поспишил С., Тележников С.А. Наличие корреляции ширины в реакции $^{175,176}\text{Lu}(n,\gamma)^{176,177}\text{Lu}$. ОИЯИ, Р3-10011, Дубна, 1976.

62. Никитенко Ю.В., Таран Ю.В. Определение коэффициента экранирования магнитоэстатического экрана. ОИЯИ, Р13-10067, Дубна, 1976.
63. Васильев Б.В. К эксперименту Троицона-Нобла. Сообщение ОИЯИ, Р8-9902, Дубна, 1976.
64. Васильев Б.В., Данилов В.В., Сермягин А.В. О фазозависимости сигнала квантового интерферометра. ОИЯИ, Р13-10171, Дубна, 1976.
65. Бомбик А., Ницц В.В., Яковлев А.А. О методах исследования кристаллов в сверхсильных полях на импульсном реакторе. Сообщение ОИЯИ, Р13-10070, Дубна, 1976.
66. Ницц В.В. Дифракция нейтронов на зародышах "новой" фазы при фазовом переходе в монокристалле. Сообщение ОИЯИ, Р13-10071, Дубна, 1976.
67. Кухнина И.Н., Тимов А.И., Фурман В.И. Влияние внутренней структуры дейтронов на их упругое рассеяние ядрами. Сообщение ОИЯИ, Р4-10225, Дубна, 1976.
68. Ишмухаметов М.З., Родионов К.Г., Тишин В.Г., Хо Дык Гюн. Преобразователь отношений двух сигналов в стандарте КАМАК. Сообщение ОИЯИ, 10-10271, Дубна, 1976.
69. Васильева Э.В., Добреску К., Фэникэ М. Многоцелевые полупроводниковые детекторы и их использование. Сообщение ОИЯИ, 13-10270, Дубна, 1976.
70. Вильгельми З., Пиотровски Е., Шефлинска Г., Шефлински З. Исследование структуры ядра ^{89}Y методом спектроскопии усредненных резонансов. Сообщение ОИЯИ, Р15-10233, Дубна, 1976.
71. Айххорн Ф., Хенниг К., Липпольд В., Матц В. Дифракция импульсного пучка тепловых нейтронов на упругодеформированной пластине монокристалла кварца. ОИЯИ, Е14-10215, Дубна, 1976.
72. Швец В.А. Перспективы увеличения тока в нелинейных линиях для формирования ударных электромагнитных волн. Сообщение ОИЯИ, 13-10300, Дубна, 1976.
73. Ван Сын Чан, Гриднеев К.А., Кангрополь Ю.В., Краснов Л.В., Мадял М., Осетинский Г.М. Программа для вычисления дифференциального сечения, поляризации и вероятности спин-флипа при неупругом рассеянии в приближении DWBA и резонансной теории. Сообщение ОИЯИ, 10-10340, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 августа 1977 года.