

JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH  
FRANK LABORATORY OF NEUTRON PHYSICS

# ANNUAL REPORT 2008

DUBNA



# CONTENTS

<b>Preface</b>	2
<b>1. Scientific Research</b>	7
1.1. Condensed Matter	7
1.2. Физика конденсированных сред	23
1.3. Neutron Nuclear Physics	40
1.3. Нейтронная ядерная физика	52
<b>2. Neutron Sources</b>	65
2.1. The IBR-2 Pulsed Reactor	65
2.2. The IREN Project	67
<b>2. Источники нейтронов</b>	69
2.1. Импульсный реактор ИБР-2	69
2.2. Проект ИРЭН	71
<b>3. Construction of Neutron Spectrometers</b>	73
<b>3. Создание спектрометров</b>	78
<b>4. Experimental Reports</b>	83
<b>5. Publications</b>	165
<b>6. Prizes</b>	207
<b>7. Seminars</b>	208
<b>8. Organization and User Interaction</b>	209

## 1.1. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Основные цели исследований по теме состояли в применении методов рассеяния нейтронов для изучения структуры и динамики конденсированных сред, получении новых данных о микроскопических свойствах конденсированных сред, экспериментальной проверке теоретических предсказаний и моделей, обнаружении новых закономерностей. В связи с остановкой в декабре 2006 г. реактора ИБР-2 на проведение очередного этапа реконструкции, задачи коллектива отдела и планы работ по теме в 2008 г. несколько отличались от традиционных. А именно, экспериментальная научная работа была перенесена в родственные центры в России и за рубежом. Из фундаментальных и прикладных направлений, разрабатываемых сотрудниками отдела НИКС ЛНФ, были оставлены несколько основных, работа по которым в других научных центрах, прежде всего нейтронных и синхротронных, была обеспечена существующими соглашениями о сотрудничестве. Продолжался первый этап программы модернизации спектрометров на реакторе ИБР-2. Работа по теме осуществлялась силами сотрудников Отдела нейтронных исследований конденсированных сред (НИКС) ЛНФ, структурно организованного в виде секторов (групп) по основным научным направлениям исследований.

В рамках исследований по теме сотрудники отдела НИКС поддерживали широкие связи со многими научными организациями в России и за рубежом. Как правило, сотрудничество оформлялось совместными протоколами или соглашениями. Особенно активное сотрудничество в России велось с близкими по тематике организациями, такими как РНЦ КИ, ПИЯФ, ИФТТ, ИФМ, ИК РАН и др.

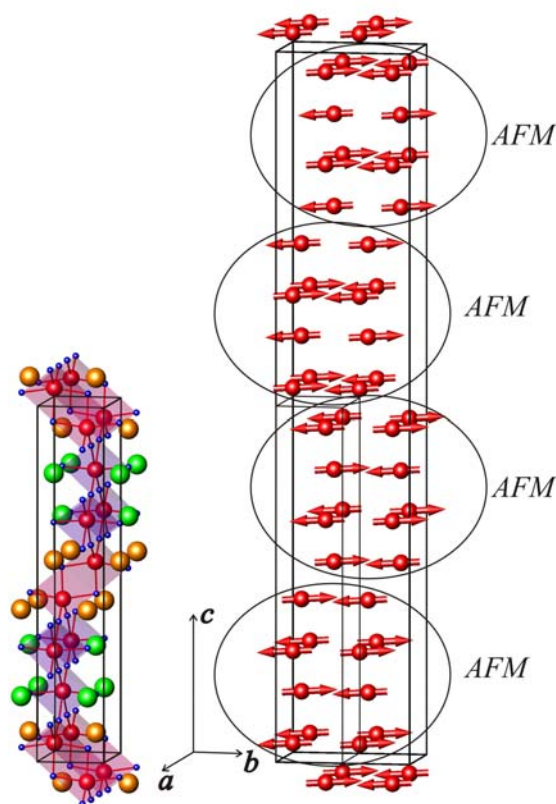
Сотрудники отдела НИКС являются специалистами по проведению нейтронографических исследований конденсированных сред с помощью дифракции нейтронов на поли- и монокристаллах, малоуглового рассеяния нейтронов в веществах с крупномасштабными неоднородностями, неупругого ядерного и магнитного рассеяния нейтронов, отражения и рассеяния поляризованных нейтронов на границах раздела сред. Список основных научных тем, исследования по которым велись в рамках перечисленных методик, включает:

- атомная и магнитная структура сильно-коррелированных электронных систем – сложных магнитных оксидов, мультиферроиков и т.д.;
- структура и фазовые переходы в модельных и биологических мембранах;
- крупномасштабная структура некристаллических материалов: везикул, полимеров, дендримеров, коллоидных растворов, магнитных жидкостей и т.д.;
- надмолекулярная структура биологических объектов;
- свойства поверхности и наноструктур с пониженной размерностью;
- сосуществование магнетизма и сверхпроводимости в многослойных структурах;
- расплавы с динамической, структурной и композиционной неоднородностью;
- динамика водородсодержащих групп в органических соединениях;
- внутренние напряжения в материалах конструкционного назначения и горных породах;
- связь текстуры и свойств горных пород.

## I. Научные результаты

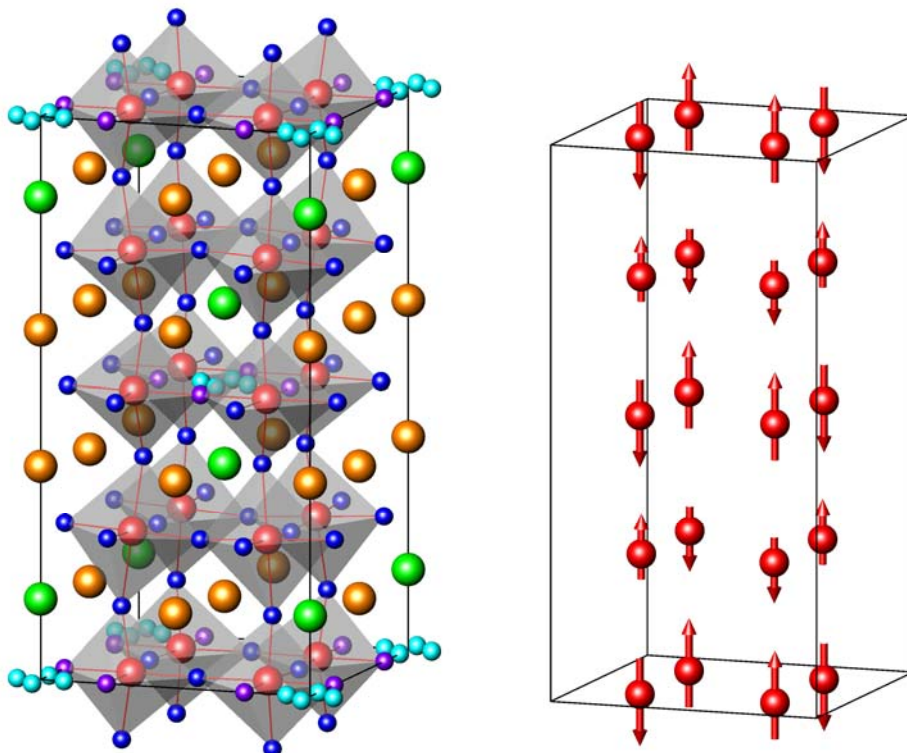
### 1.1.1. Атомная и магнитная структура сложных магнитных оксидов

Атомная и магнитная структура серии твердых растворов  $\text{Pb}_{2-x}\text{Ba}_x\text{Fe}_2\text{O}_5$  с  $x \approx 1$  изучена с помощью дифракции нейтронов и рентгеновских лучей, электронной микроскопии и мессбаэровской спектроскопии. Эти составы относятся к типу анион-дефицитных перовскитов, которые интересны сосуществованием магнитных и сегнетоэлектрических свойств. Соединения с такого рода сосуществованием в настоящее время принято называть мультиферроиками. В дифракционных экспериментах обнаружены две структурные фазы (высоко- и низкотемпературная) с переходом между ними при  $T_c \approx 540$  К. Фазы различаются конфигурацией двух зеркально-связанных цепочек тригональных  $\text{FeO}_5$  бипирамид, которые упорядочиваются ниже  $T_c$ . Из нейтронных дифракционных данных следует, что ниже  $T_N = 625$  К в  $\text{Pb}_{1.08}\text{Ba}_{0.92}\text{Fe}_2\text{O}_5$  возникает антиферромагнитный (AFM) порядок с вектором распространения  $\mathbf{k} = [0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$  (рис. 1). В то же время было обнаружено, что магнитное расщепление мессбаэровских спектров возникает только при температуре ниже 520 К. Столь большая разница в температурах магнитного упорядочения, измеренных разными методами, была объяснена специфическим характером динамики спинов, возникающем вследствие существенно разного сверхобменного взаимодействия между магнитными моментами атомов железа, находящихся в  $\text{FeO}_6$  октаэдрах и в  $\text{FeO}_5$  тригональных бипирамидах [1]. При высоких температурах время релаксации спинов оказывается существенно меньше, чем временная шкала эффекта Мессбауэра для  $^{57}\text{Fe}$ . Работа выполнена совместно с Лабораторией неорганической кристаллохимии (Химфак МГУ) и Лабораторией рассеяния нейтронов (PSI, Швейцария).



**Рис. 1.** Иллюстрация антиферромагнитного упорядочения моментов атомов железа в структуре  $\text{Pb}_{1.08}\text{Ba}_{0.92}\text{Fe}_2\text{O}_5$  (справа). Элементарная ячейка кристаллической структуры низкотемпературной фазы соединения показана слева в той же шкале (атомы Fe изображены красными шарами).

Завершено детальное нейтронное дифракционное исследование атомной и магнитной структуры 314-кобальтитов  $\text{Sr}_3\text{YCo}_4\text{O}_{10.5+\delta}$  (или  $\text{Sr}_{0.75}\text{R}_{0.25}\text{CoO}_{2.625+\delta/4}$ ), в которых А-позиции являются идеально упорядоченными. В составах с разным содержанием кислорода (близким к оптимальному,  $\delta \approx 0$  и увеличенным,  $\delta \approx 0.26$ ) установлен G-тип AFM структуры, с моментами, направленными вдоль  $c$ -оси тетрагональной ячейки [2]. В отличие от ранних исследований подобных структур было найдено, что атомы Co, находящиеся в различных позициях элементарной ячейки, имеют различную величину магнитного момента, которая коррелирует с кислородным окружением атома. Таким образом, впервые для кобальтитов установлена прямая связь между зарядовым и спиновым состояниями атомов Co (рис. 2). Работа выполнена совместно с Лабораторией неорганической кристаллохимии (Химфак МГУ) и Лабораторией рассеяния нейтронов (PSI, Швейцария).

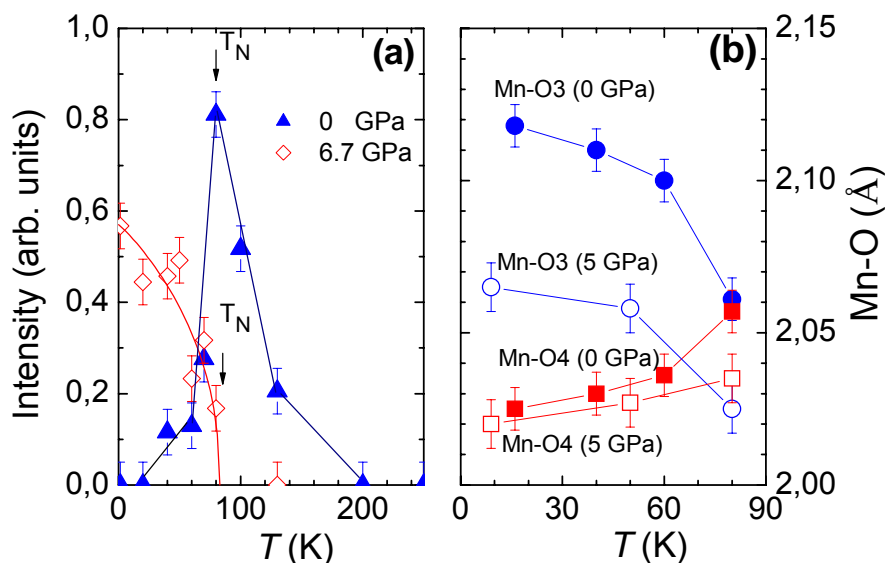


**Рис. 2.** Кристаллическая (слева) и магнитная (справа) структуры состава  $\text{Sr}_3\text{YCo}_4\text{O}_{10.5}$ . Большими шарами показаны атомы Y (зеленые), Sr (золотистые) и Co (в центре кислородных октаэдров). Атомы кислорода (малые шары) занимают заполненные (синие), частично заполненные (фиолетовые) и разупорядоченные (светло синие) позиции. Магнитный момент Co в слоях с заполненными кислородными позициями ( $z \approx 0.25$  и  $z \approx 0.75$ ) составляет около  $1.5 \mu_B$ , тогда как в слоях с  $z = 0$  и  $z = 1/2 \mu_{\text{Co}} \approx 2.8 \mu_B$ .

Продолжались исследования влияния высокого давления на кристаллическую и магнитную структуры сложных магнитных оксидов переходных металлов. В экспериментах с гексагональным фрустрированным манганитом  $\text{YMnO}_3$ , проявляющим свойства мультиферроика, обнаружено значительное усиление диффузного магнитного рассеяния и резкое подавление интенсивности магнитных рефлексов при повышении давления в области низких температур (рис. 3). Интерпретация этого явления основана на предположении о стабилизации под давлением состояния магнитной жидкости с сильными спиновыми флуктуациями [3].

В составе  $\text{La}_{0.33}\text{Ca}_{0.67}\text{MnO}_3$ , исследованном в диапазоне температур 10 – 300 К и давлений 0 – 5 ГПа, обнаружено, что под давлением исходное антиферромагнитное

состояние типа вигнеровского кристалла подавляется и происходит стабилизация антиферромагнитного состояния С-типа [4].



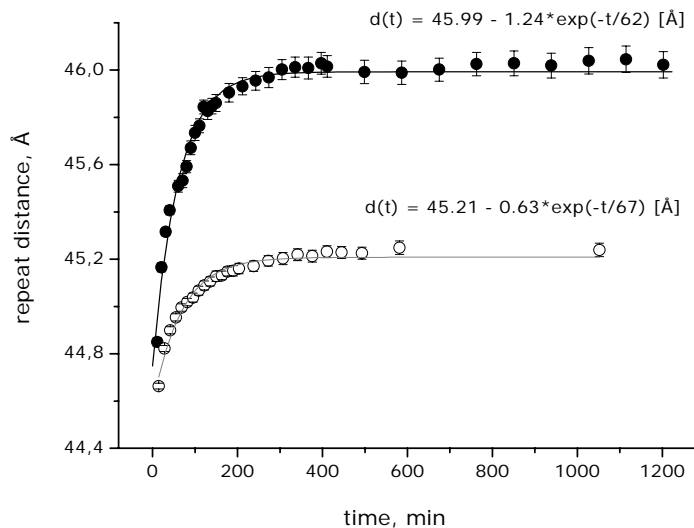
**Рис. 3.** Температурная зависимость магнитного диффузного рассеяния в  $\text{YMnO}_3$  при различных давлениях (слева). Увеличение его интенсивности при высоком давлении и низких температурах связано с возникновением состояния спиновой жидкости с сильными флуктуациями, обусловленного симметризацией треугольной магнитной решетки, сформированной межатомными связями Mn-O3 и Mn-O4 (их зависимости от температуры и давления показаны справа).

### 1.1.2. Исследования модельных и биологических мембран

Впервые получена информация о структурной организации липидных мембран, построенных на основе фосфолипидов актинобактерий *S. Hygroscopicus*. Липидная фракция, выделенная из этих бактерий образует на кварцевых подложках многослойную мембранную структуру с периодом повторяемости  $d_0 = 85.8 \pm 0.5 \text{ \AA}$  и  $d_0 = 83.5 \pm 0.5 \text{ \AA}$  при внешних условия среды  $T = 20^\circ\text{C}$ , RH = 97% и  $T = 40^\circ\text{C}$ , RH = 96% соответственно. При этом часть липидов не входит в состав бислоя и образует жидкую мицеллярную фазу с размерами мицелл  $54.2 \pm 0.2 \text{ \AA}$ . Эти результаты доказывают жидкокристаллическую структуру мембран, построенных из выделенных фосфолипидов актинобактерий. Жидкокристаллическая структура таких мембран позволяет применить методы дифракции рентгеновских лучей для исследования изменений ламеллярной и латеральной структуры при охлаждении многослойных мембран в избытке водных растворов криопротекторов. Будущие исследования процессов изменения структуры при охлаждении мембран до азотных температур с последующим нагревом позволят более эффективно подбирать криопротекторы для хранения бактерий.

Дифракция нейтронов применена для исследования структурной организации липидных мультислойных мембран на основе церамид 6 и смеси шести жирных кислот. Этот состав моделирует структуру верхнего слоя кожи млекопитающих stratum corneum (SC). Были использованы наиболее распространенные в липидной матрице SC пальмитиновая (C16:0), стеариновая (C18:0), арахидиновая (C20:0), бегеновая (C22:0), лигноцеридиновая (C24:0) и церотиновая (C26:0) кислоты в мольном соотношении 1.3/3.3/6.7/41.7/36/6.7. Для этого состава определено влияние сульфата холестерина на процесс гидратации и структуру полностью гидратированной мембраны в экспериментах по исследованию кинетики набухания мембраны в избытке воды при  $20^\circ\text{C}$ . Пример измеренных

зависимостей для периода повторяемости мембран показан на **рис. 4**. Установлено, что мембраны на основе смеси жирных кислот имеют структуру, схожую со структурой модельной мембраны SC на основе пальмитиновой кислоты. Кроме того, оказалось, что использованная композиция жирных кислот ускоряет время гидратации мембраны в полтора раза.



**Рис. 4.** Изменение во времени периода повторяемости мембран основе церамида 6 и смеси шести жирных кислот с двумя различными весовыми соотношениями компонент в процессе гидратации в тяжелой воде при 20°C. Сплошные линии проведены в соответствии с экспоненциальной зависимостью периода от времени.

### 1.1.3. Наноструктурированные материалы

Исследована структура слабоконцентрированных (объемная доля магнитного диспергированного материала порядка 1%) магнитных жидкостей (наночастицы магнетита в декагидронафтагене), стабилизированных с помощью насыщенных моно-карбоксильных кислот разной длины (лауриновая, миристиновая, пальмитиновая и стеариновая кислоты) [5]. Использован анализ намагниченности, электронная микроскопия и малоугловое рассеяние неполяризованных нейтронов (**Рис. 5**). Проведено сравнение с классической магнитной жидкостью, стабилизированной ненасыщенной олеиновой кислотой. Показано, что в отличие от олеиновой кислоты насыщенные кислоты стабилизируют магнетит меньшего размера и с меньшей полидисперсностью. Для изученных насыщенных кислот средние значения размера и индексы полидисперсности соответствуют приблизительно одной функции распределения по размерам (**Рис. 5a**). На основе сравнения кривых малоуглового рассеяния неполяризованных нейтронов (**Рис. 5b**) определена эффективная толщина стабилизирующей оболочки вокруг магнетита, которая коррелирует с длиной используемой кислоты. Таким образом, сделан вывод о том, что существенный вклад в стабилизационные свойства оболочки вносит ее упругость, которая приблизительно одинакова для насыщенных кислот, но сильно отличается от таковой для олеиновой кислоты. Работа выполнена совместно с Исследовательским центром фундаментальных и прикладных исследований Румынской Академии наук (Отделение Тимишоары, Румыния), Будапештским нейтронным центром (Венгрия) и Исследовательским центром Геестхакта ГКСС (Германия).

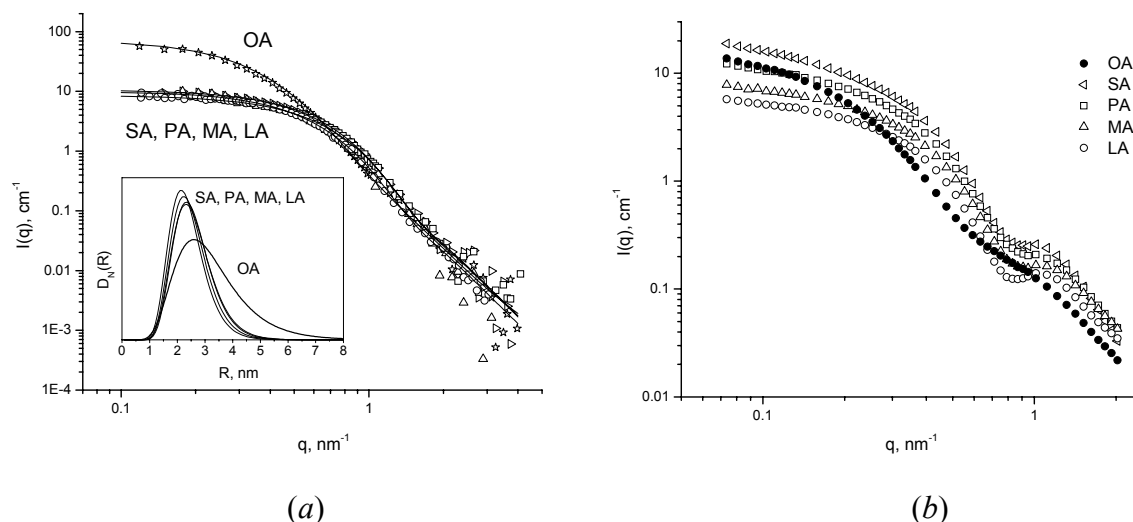
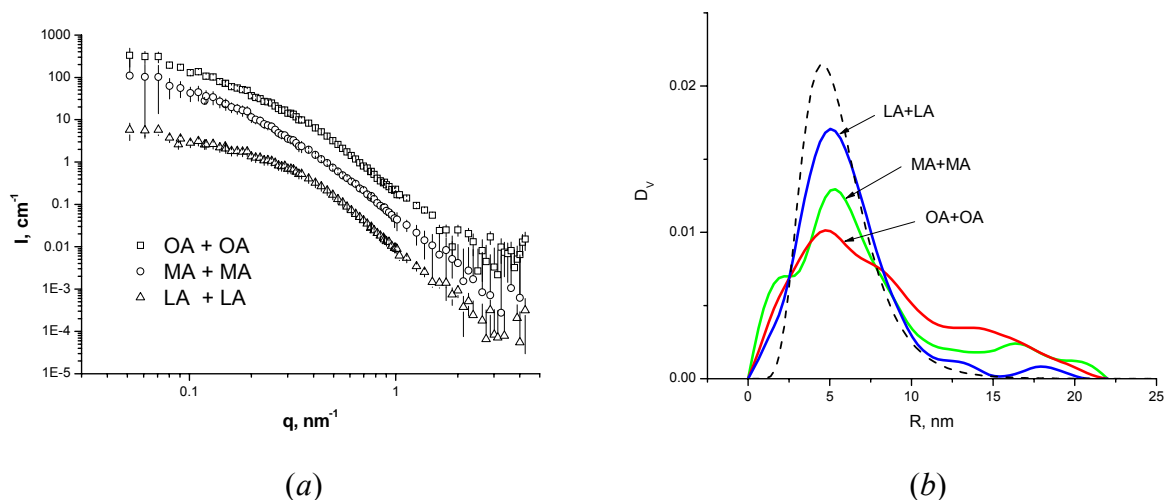


Рис. 5. Исследование с использованием малоуглового рассеяния нейтронов структурных различий неполярных органических магнитных жидкостей (магнетит в декагидронафтале), стабилизированных одиночным слоем моно-карбоксильных кислот различной длины и насыщенности: олеиновая (OA), стеариновая (SA), пальмитиновая (PA), миристиновая (MA) и лауриновая (LA) кислоты. (a) Экспериментальные кривые рассеяния для обычного (недейтерированного) носителя. Из-за малого контраста между жидким носителем и стабилизирующей оболочкой, рассеяние преимущественно имеет место только на магнитных наночастицах. Вставка показывает восстановленные функции распределения по радиусу частиц. (b) Экспериментальные кривые рассеяния для носителя с 90% содержанием дейтерированного аналога. Для насыщенных кислот (SA, PA, MA, LA) заметна модуляция рассеяния от кислоты, свидетельствующая о корреляции между толщиной оболочки и длиной кислоты. При этом, как видно из (a), функции распределения по радиусу для магнитных наночастиц, стабилизированных насыщенными кислотами, очень близки и заметно отличаются от таковой для ненасыщенной кислоты OA.

В рамках проекта РФФИ – Сообщество Гельмгольца (Германия) продолжались эксперименты по изучению структуры слабо концентрированных (с 1% объемной долей магнитного материала) магнитных жидкостей, стабилизированных с помощью насыщенных моно-карбоксильных кислот разной длины. Проведен поиск подходящего источника магнитных наночастиц среди водных магнитных жидкостей со стерической стабилизацией на основе двойного покрытия магнетита различными поверхностно-активными веществами (ПАВ), включая лимонную (CA+CA), олеиновую (OA+OA), миристиновую (MA+MA) и лауриновую кислоты (LA+LA). Структурный анализ, включающий в себя эксперименты по намагниченности, просвечивающей электронной микроскопии и малоугловому рассеянию нейтронов, показал, что часть наночастиц магнетита (размер около 7 нм, полидисперсность 40%) в исследуемых системах образует стабильные агрегаты со средним размером до 40 нм в зависимости от типа оболочки ПАВ. Магнитные жидкости добавлялись в среду, в которой инкубировались клетки рака мозга различных серий. Проникновение наночастиц в клетки было определено через магнитную сепарацию клеток, атомную абсорбционную спектроскопию, флуоресценцию и оптическим анализом с использованием красителя. Обнаружено, что клеточная токсичность исследуемых наночастиц различна для разных стабилизирующих слоев ПАВ. Показано, что предпочтительным источником магнитных наночастиц является магнитная жидкость со стабилизацией LA+LA. С точки зрения структурных особенностей она обладала наименьшей агрегацией (рис. 6), что объясняет лучшее проникновение магнитных наночастиц в клетки и может являться причиной наименьшей токсичности для клеток.



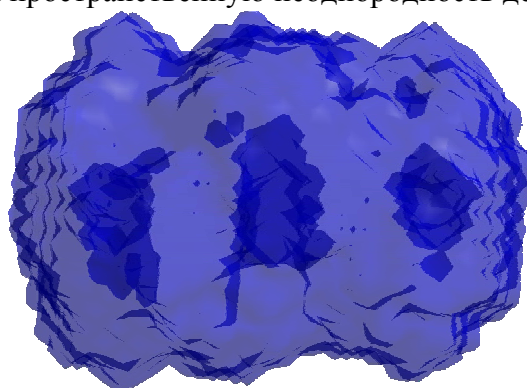


**Рис. 6.** Малоугловое рассеяние нейтронов на магнитных наночастицах, диспергированных в воду и стабилизированных двойными слоями монокарбоксильных кислот разной длины и насыщенности: олеиновой (OA+OA), миристиновой (MA+MA) и лауриновой (LA+LA). (a) Экспериментальные кривые рассеяния. (b) Восстановленные функции распределения по объему для магнитных частиц. Штриховой линией показан расчет для отдельных частиц согласно данным электронной микроскопии.

В рамках теории нуклеации по аналогии со слабополярными растворителями рассмотрен [6] процесс кластерообразования фуллерена  $C_{60}$  в азот-содержащем растворителе NMP (растворитель средней полярности). Показано, что, как и в случае слабополярных растворителей, для объяснения стабилизации размера кластеров в NMP требуется привлечение модели ограниченного роста, отвечающей формированию эффективной стабилизирующей оболочки вокруг кластеров. Наиболее вероятным механизмом формирования такой оболочки видится образование донорно-акцепторных комплексов  $C_{60}/NMP$ , которое постепенно ограничивает рост кластеров. Рассмотрена также реорганизация кластеров фуллерена при добавлении воды в раствор  $C_{60}/NMP$ , которая, в частности, проявляется в резком увеличении интенсивности малоуглового рассеяния нейтронов для размеров порядка 10 нм. Показано, что критические изменения в растворе, наблюдаемые экспериментально при добавлении к нему воды, не могут быть описаны изменением концентрации и термодинамических характеристик системы. Работа выполнена совместно с Российским научным центром «Курчатовский институт» (Москва, Россия), Киевским национальным университетом им. Тараса Шевченко, Институтом химии поверхности им. А.А.Чуйко НАН Украины (Киев, Украина), Московским государственным университетом им. М.В.Ломоносова (Москва, Россия), Исследовательским институтом физики твердого тела и оптики Венгерской Академии (Будапешт, Венгрия).

Растворы феррожидкостей на основе  $Fe_3O_4$  исследованы методом  $\mu SR$ -спектроскопии. Эксперименты проведены на пучке поляризованных положительных мюонов, на синхротроне с ориентацией внешнего магнитного поля в поперечном направлении к ориентации спина мюона. Эксперименты сделаны при температуре от 26 до 300 К. Обнаружено, что диамагнитная компонента существует в феррожидкости в том же количестве, как и в тяжелой воде, но релаксация спина мюона в феррожидкости протекает быстрее, чем в  $D_2O$ . Наблюдалось также существенное смещение частоты прецессии спина в феррожидкости. Показано что смещение частоты прецессии мюона как функция внешнего магнитного поля описывается функцией Ланжевена типичной для парамагнитных систем. Оценен средний радиус наночастиц ( $\langle D \rangle = 12$  nm) [7].

Совместно с Институтом синтетических полимерных материалов имени Н.С.Ениколопова проведены исследования нового класса полимеров, получаемых в результате регулируемого синтеза - дендримеров. По экспериментальным данным МУРН восстановлено пространственное распределение рассеивающей плотности исследуемого типа дендримеров (рис. 7). Методом вариации контраста доказано, что молекулы дендримеров в растворах не содержат закрытых внутренних полостей, не доступных растворителю. Определен парциальный объем дендримера в растворе. Показано гомогенное распределение рассеивающей плотности. Получено, что дендримеры 9-ой генерации монодисперсны в пределах экспериментальной ошибки. Получены экспериментальные доказательства того, что распределение плотности длины рассеяния внутри дендримера гомогенно. Показано, что простой моделью роста дендримерных ветвей невозможно объяснить анизотрию и пространственную неоднородность дендримера [8].

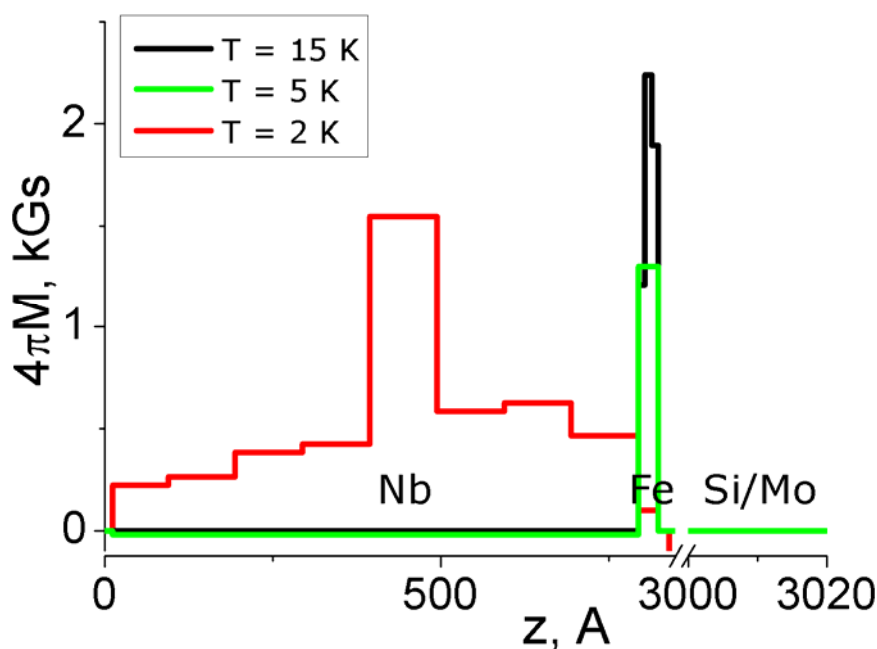


**Рис. 7.** Пространственное распределение рассеивающей плотности в дендримере, полученное из данных малоуглового рассеяния.

Методами малоуглового рассеяния нейтронов и рентгеновских лучей проведено исследование магнитных эластомеров – композитных материалов из полимерной матрицы и высокодисперсных магнитных частиц. Обнаружено, что полимерная матрица фрагментирована и имеет нанофазный характер, при этом геометрические размеры нанофазных областей зависят от концентрации внедренных магнитных частиц и величины магнитного поля, прилагаемого в процессе синтеза материала.

#### 1.1.4. Физика тонких пленок

В рамках темы сосуществования ферромагнетизма (FM) и сверхпроводимости (S) в тонких мультислоях завершена обработка данных и интерпретация результатов, полученных на тройной системе (S)/(FM)/(S), а именно, (Nb)/(Fe)/(Si, Mo) на подложке из кремния. Теоретический анализ показал, что благодаря эффектам близости между (S) и (FM) слоями возможны различные сценарии их взаимодействия: формирование доменной структуры, «перетекание» намагниченности от (FM) к (S) слою, изменение прямого и косвенного обменного взаимодействия (FM) слоёв. Практическая важность изучения таких систем связана с перспективой создания устройств записи информации одновременно по электрическому и магнитному каналам. Измерения проведены в магнитном поле напряжённостью 500 Э и в диапазоне температуры 2 – 60 К. Впервые одновременно наблюдаются перестройка доменной структуры и понижение намагниченности насыщения в доменах при переходе слоя Nb(500 Å) и структуры [Si(34 Å)/Mo(34 Å)] в сверхпроводящее состояние (рис. 8). Впервые прямо показано, что в тройной системе (S)/(FM)/(S) при переходе слоёв в сверхпроводящее состояние происходит уменьшение величины обменного взаимодействия в ферромагнитном слое [9].

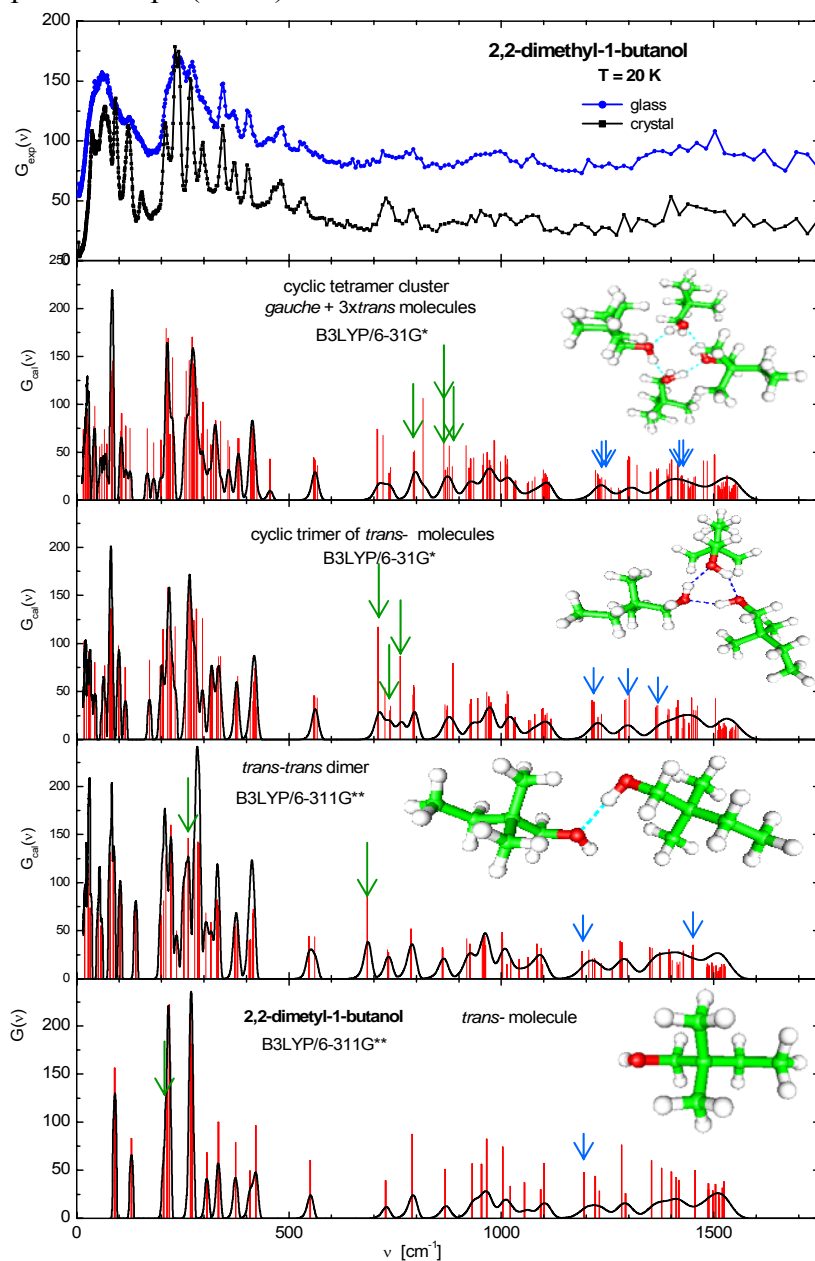


**Рис. 8.** Профиль намагниченности в мультислоях Nb/Fe/[Si/Mo] при 15, 5 и 2 К в магнитном поле 500 Э. При понижении температуры и переходе слоёв сверхпроводников (Nb) и (Si/Mo) в сверхпроводящее состояние происходит уменьшение величины средней намагниченности в ферромагнитном слое железа.

### 1.1.5. Атомная динамика

Изучены изомеры диметил-бутанола  $C_6H_{13}OH$ , (2,2DM-1B, 3,3DM-1B, 2,3DM-2B и 3,3DM-2B), состоящие из глобулярных молекул, которые в твердом состоянии образуют ориентационно неупорядоченные кристаллические фазы. Калориметрические исследования полиморфизма этих соединений выявили значительные различия температур плавления, а также кинетики и числа фазовых превращений, наблюдаемых при охлаждении и нагреве. Одновременные исследования дифракции и неупругого некогерентного рассеяния нейтронов (ННРН) позволили идентифицировать стеклообразные и кристаллические фазы, которые могут сосуществовать при низких температурах [10]. Предварительная интерпретация спектров ННРН основана на квантово-химических расчетах динамики изолированных молекул, с применением базиса B3LYP/6-311G\*\* в теории функционала электронной плотности (DFT). Расчетные спектры плотности колебательных состояний для изолированных молекул,  $G_{cal}(\nu)$ , имеют качественное согласие с экспериментальными спектрами,  $G_{exp}(\nu)$ , но не удовлетворительно определяют частоты колебаний характерные для водородных связей [11]. Компьютерное моделирование структуры и динамики молекулярных кластеров изомеров диметил-бутанола (DMB) позволило определить длины и характерные частоты колебаний водородных связей в зависимости от количества молекул и структуры кластеров. Сравнение расчетных и экспериментальных спектров плотности колебательных состояний полученных для изомера 2,2DM-1B представлено на **рис. 9**. Образование водородных связей приводит к существенным сдвигам частот колебаний гидроксильных групп OH изолированных молекул. Частоты вне-плоскостных колебаний водорода,  $\gamma(C-O-H)$ , увеличиваются примерно в два раза (100%). Частоты колебаний в плоскости связи,  $\delta(C-O-H)$ , увеличиваются примерно на 30%, тогда как частоты растяжения

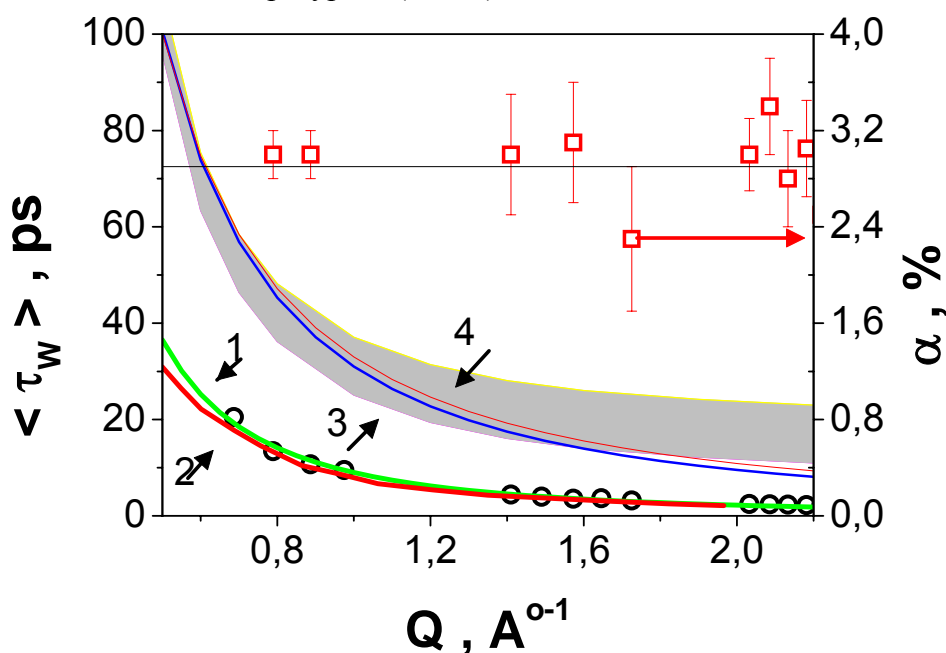
связи,  $\nu(\text{O-H})$ , уменьшаются примерно на 10%. Спектры  $G_{\text{cal}}(\nu)$ , полученные для циклических тетрамеров молекул ДМВ, достаточны для удовлетворительной интерпретации колебательных полос наблюдаемых в спектрах ННРН и инфракрасного поглощения (ИК). Средняя длина водородных связей для расчетных структур циклических тетрамеров ДМВ, хорошо совпадает с оценкой длин водородной связи по частотам моды  $\nu(\text{O-H})$ , определенным из спектров ИК. Все компьютерные расчеты проведены в Суперкомпьютерном центре (PCSS) в Познани.



**Рис. 9.** Пример сравнения экспериментальных и расчетных спектров ННРН для 2,2-диметил-1-бутанола.

Проведен подробный анализ экспериментальных данных по квазиупругому рассеянию нейтронов водной дисперсией наноалмазов (концентрация частиц  $\sim 80$  мг/мл, средний размер частиц  $\sim 8$  нм, температура раствора  $\sim 12^\circ\text{C}$ ). Анализ данных велся с использованием модели, согласно которой вода, входящая в состав дисперсии,

предполагалась двухкомпонентной системой, включающей в себя обычную (объемную) воду и воду, непосредственно примыкающую к поверхности наночастицы и испытывающую ее влияние на свои структурно-динамические свойства (далее, гидратационная вода). Относительная доля этой воды была оценена как  $\sim 3\%$ , что соответствует примерно двум – трем слоям молекул воды, примыкающим к поверхности наночастицы. Анализ диффузионных процессов в обеих водных компонентах велся на основе метода «stretched exponent», позволяющего оценить эффекты  $\alpha$ -релаксации (диффузионные процессы, приводящие к разрушению ближайшего окружения молекулы) в обеих водных компонентах. Было установлено, что имеет место явное замедление диффузионной подвижности молекул гидратационной воды по сравнению с объемной (рис. 10). Интенсивность диффузионных процессов в гидратационной воде оказалась близка к параметрам диффузии переохлажденной воды с температурой  $-(15-20)^\circ\text{C}$ .

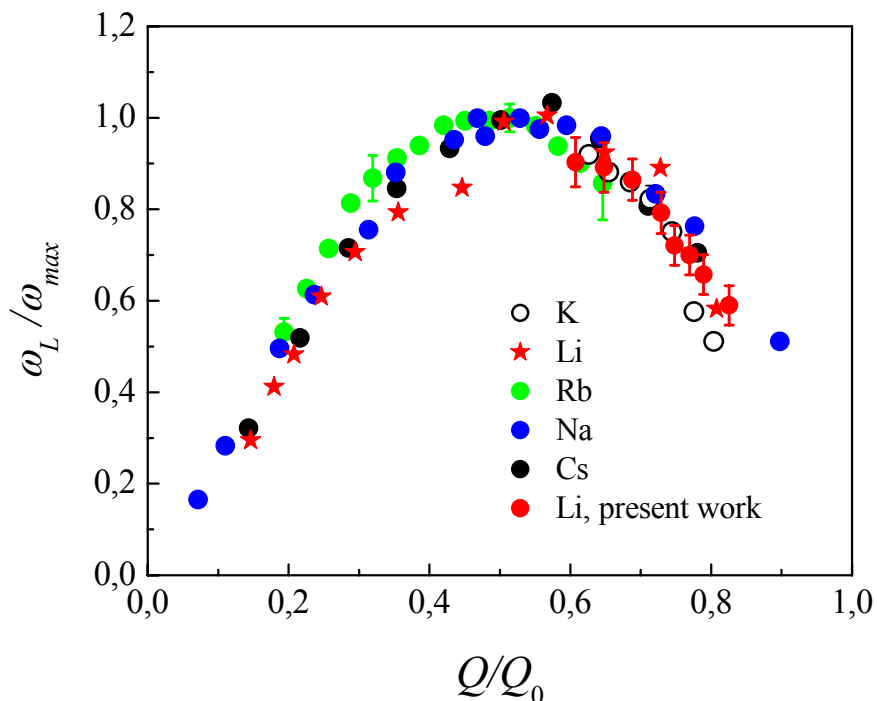


**Рис. 10.** Зависимость среднего времени  $\alpha$  – релаксации  $\langle \tau_w \rangle$  в объемной и гидратационной воде от передачи волнового вектора нейтрона  $Q$ . Правая ось ординат: относительная доля гидратационной воды -  $\langle \alpha \rangle = (2.9 \pm 0.3)\%$ . Обозначены кривые 1 – 4, где 1 - объемная вода ( $\langle \tau_w \rangle(Q) = 9.0 * Q^{-2.02}$ ), 2 - МД данные для  $T = 11^\circ\text{C}$ , 3 - гидратационная вода ( $\langle \tau_w \rangle(Q) = 31 * Q^{-1.7}$  и  $\gamma = 1.7 \pm 0.1$ , получены в области  $0.5 \text{ \AA}^{-1} < Q < 1.4 \text{ \AA}^{-1}$ ), 4 -  $\langle \tau_w \rangle$  в переохлажденной воде, МД данные для  $T = -20^\circ\text{C}$ .

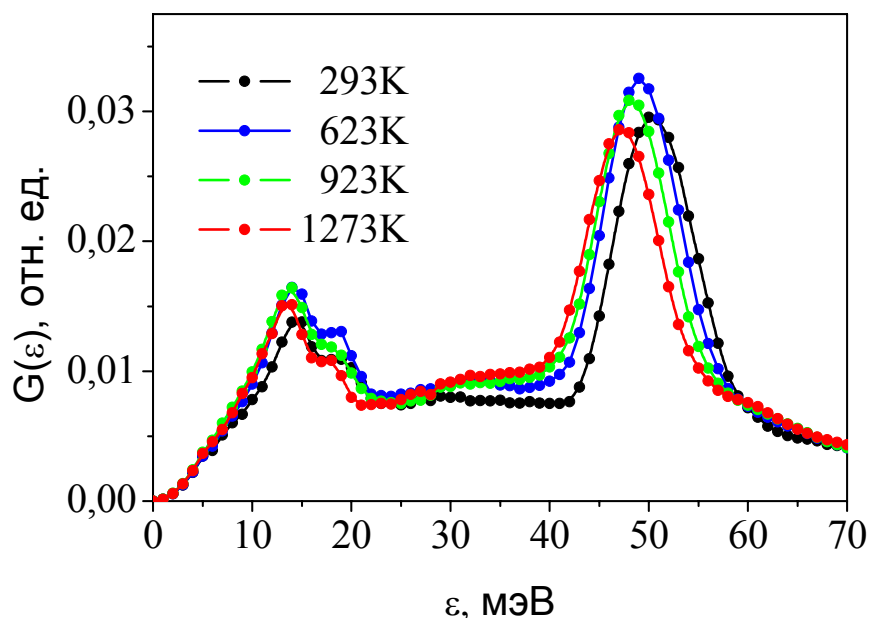
На спектрометре ДИН-2ПИ методом неупругого рассеяния медленных нейтронов исследованы коллективные моды в жидком литии [12]. Измерения проведены при температуре 500 К ( $T_{m}(Li) = 453.7 \text{ K}$ ). Из экспериментальных спектров выделена и проанализирована составляющая когерентного рассеяния. Получен участок дисперсионной кривой коллективных атомных возбуждений для расплава лития, который в пределах ошибок эксперимента согласуется с результатами других авторов. На рис. 11 в приведенных единицах показана обобщенная дисперсионная кривая для жидких щелочных металлов из экспериментальных работ. Видно, что результат для лития не противоречит общей картине. Вся совокупность точек образует единую дисперсионную кривую, что подтверждает вывод о микродинамическом подобии жидких щелочных металлов.

Измерены спектры неупругого рассеяния нейтронов для нитрида урана UN в интервале температур от комнатной до 1273 К. Нитрид урана рассматривается как базовый материал для создания комбинированного топлива реакторов на быстрых нейтронах, с

которыми связывается перспектива развития крупномасштабной ядерной энергетики. На **рис. 12** приведены функции плотности фононных состояний UN для нескольких температур, восстановленные из экспериментальных спектров. Нитрид урана обладает заметным магнитным рассеянием, вклад которого не учитывался при обработке экспериментальных спектров, поэтому эти данные носят предварительный характер.



**Рис. 11.** Обобщенная дисперсионная зависимость для жидких щелочных металлов в приведенных координатах.



**Рис. 12.** Функции плотности фононных состояний UN при температурах 293 – 1273 К. Наблюдаются две области колебаний с максимумами при передачах энергии  $\varepsilon \sim 14$  мэВ и  $\sim 50$  мэВ. Первая (акустическая) отвечает колебаниям тяжелых атомов урана, вторая (оптическая) – легких атомов азота. С ростом температуры происходит смягчение спектра колебаний за счет сдвига оптической части в область меньших энергий и трансформации акустической части спектра.

### 1.1.6. Прикладные работы

К прикладным работам в отделе НИКС ЛНФ традиционно относятся экспериментальные исследования текстуры горных пород и минералов, внутренних напряжений в них и определение внутренних напряжений в объемных материалах и изделиях, включая инженерные материалы и детали машин и устройств. В основном, эти исследования ведутся с помощью дифракции нейтронов.

На основе результатов комплексных нейтронных и акустических экспериментов образцов монокристаллического и поликристаллического кварца в области полиморфного  $\alpha$ - $\beta$  перехода обоснована флюидометаморфогенная (ФМ) модель сейсмотектогенеза. В такой модели причиной разрушения при сейсмическом процессе является рост величины микронапряжений и уменьшение прочности твердых тел в ходе твердофазных превращений. Формулировка модели приведена в монографии [13].

С использованием метода количественного текстурного анализа установлены основные четыре типа кристаллографических текстур кварца в природных горных породах. Для оценки ожидаемой степени анизотропии различных физических свойств впервые использован метод описания преимущественной ориентировки с помощью построения гистограмм для функции распределения ориентаций (ФРО) и ФРО-спектров (рис. 13).

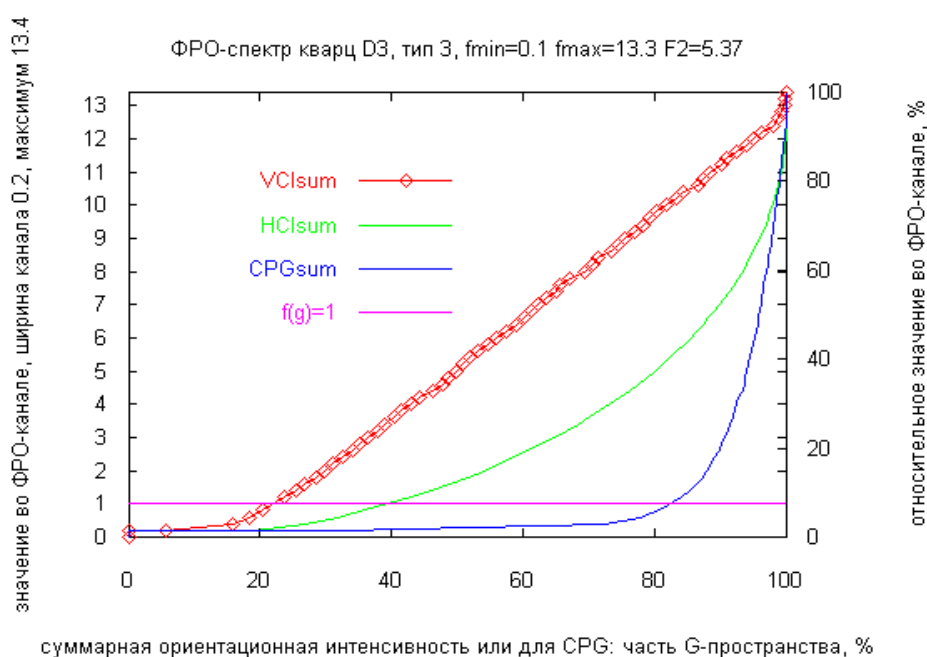


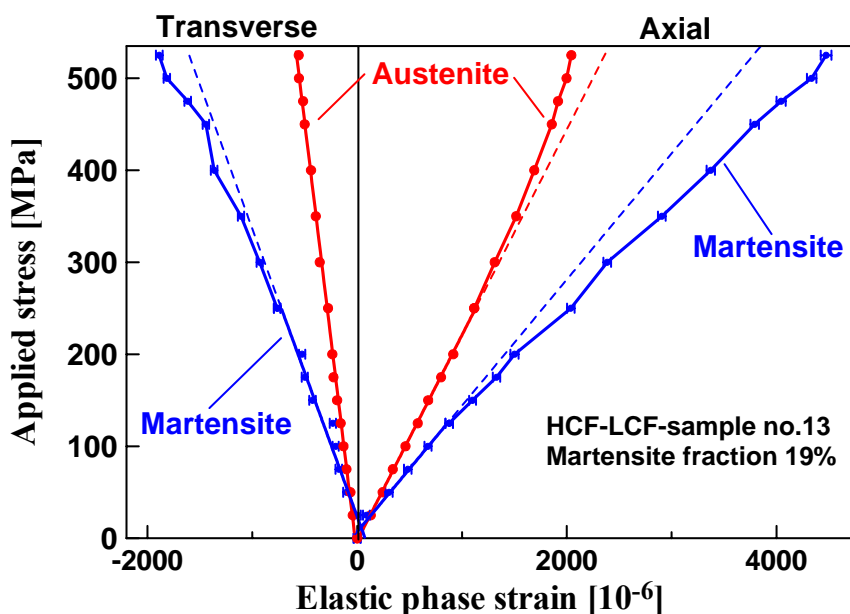
Рис. 13. Пример ФРО-спектра кристаллического кварца.

Проведены комплексные нейтронографические и акустические исследования образцов биотитовых гнейсов, которые выявили противоречия между значениями скоростей упругих волн, измеренных и реконструированных на основе данных количественного текстурного анализа. Теоретическое рассмотрение [14] взаимодействия анизотропной (текстурированной) среды с распространяющимися в ней упругими волнами позволило установить несколько фактов, объясняющих указанное противоречие. В частности, показано, что при наличии одного вектора анизотропии в текстурированной среде могут распространяться одна чисто поперечная волна и две волны со смешанной продольно-поперечной поляризацией. При наличии двух векторов анизотропии все волны имеют в общем случае смешанную продольно-поперечную поляризацию. При отражении от

поверхности раздела сред, различающихся направлениями векторов анизотропии и (или) величиной параметра анизотропии, происходит в общем случае тройное расщепление преломленных и отраженных волн. Закон Снеллиуса при отражении волн в анизотропных средах в общем случае не выполняется. Продольные колебания содержатся в разных модах, распространяющихся с совершенно разными скоростями.

Горные породы на основе ангидрид-доломитовых минералов ("Zuckerdolomit") изучены на предмет корреляции внутрикристаллических напряжений и текстуры. Образцы породы были извлечены из месторождения Pioga Mulde (центральные Альпы, Швейцария). Эксперименты проведены на нейтронном дифрактометре с использованием метода времени пролета. Основные составляющие породы (доломит и ангидрид) характеризуются высокой симметрией структуры (тригональная и ромбическая, соответственно). Внутренние напряжения в доломите и ангидриде имеют, как правило, противоположные знаки, характеризуя сжатие или растяжение. Принимая во внимание то, что упругие константы обоих минералов могут сильно различаться в зависимости от направления в кристалле, следует ожидать проявления специфического гео-механического поведения породы, определяемого комбинацией текстуры, упругости и внутренних напряжений. Анализ показал, что взаимодействие этих факторов приводит к хрупкому разрушению породы, если упругие волны распространяются по направлениям, близким к плоскостям спайности [15].

Завершен цикл работ по исследованию мартенситной трансформации и усталостных свойств аустенитных нержавеющей сталей, широко используемых в технике из-за своих выдающихся механических, сварочных и антикоррозионных характеристик. Экспериментальная симуляция усталостной деградации проводилась с помощью циклических нагрузок растяжение – сжатие в пластической области с частотами от 0.1 до 100 Гц. Выявлены области характерных частот, сильно различающихся по воздействию на сталь. Определены закономерности образования мартенситной фазы в исходно однофазном (аустенитном) материале. Показано, что в некоторых случаях имеется значительное рассогласование (рис. 14) в упругих константах фаз, образующих материал, что оказывает значительное влияние на его прочностные свойства.



**Рис. 14.** Соотношения деформация – напряжение в аустенитной (исходно) нержавеющей стали после высоко- и низкочастотной усталостной нагрузки для аксиальной (справа) и тангенциальной (слева) компонент. Возникающая в ходе циклирования мартенситная фаза имеет другие, чем аустенит, упругие константы.



## II. Методические результаты

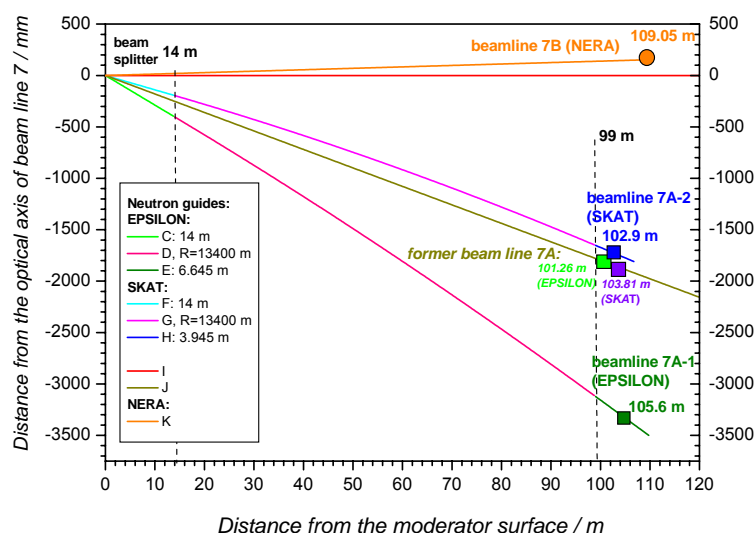
Начато изготовление головной части зеркального вакуумного нейтроновода в рамках реализации проекта создания дифрактометра для исследования микрообразцов ДН-6 (канал 6Б ИБР-2М).

Проведены первые эксперименты на рефлектометре Будапештского нейтронного центра в рамках исследования возможности создания нейтрон-оптических зеркал нового поколения, основанных на специальном принципе усиления брэгговского рассеяния для заданного значения волнового вектора. Этот подход (развитый в работе [16]) к созданию зеркал с высоким критическим углом полного отражения является альтернативным по отношению к широко используемой методике создания подобных зеркал с аперидической структурой методом магнетронного напыления. Проведено изучение отражательной способности новых зеркал. Модельное описание кривых отражения для изучаемых систем показало хорошее совпадение с экспериментальными данными. Работа выполнена в сотрудничестве с Исследовательским институтом физики твердого тела и оптики Венгерской Академии (Будапешт, Венгрия) и компанией МИРРОТРОН (Будапешт, Венгрия).

В 2008 продолжалась работа по проекту создания многофункционального рефлектометра ГРЭЙНС на реакторе ИБР-2М. На нем планируется изучение разнообразных границ раздела с жидкими фазами методом рефлектометрии нейтронов (включая поляризованные нейтроны для исследования границ раздела с магнитными наночастицами). ГРЭЙНС откроет принципиально новые возможности в исследованиях наносистем на реакторе ИБР-2М. Дополнительные режимы на рефлектометре включают в себя: (1) возможности изучения незеркального отражения и рассеяния GISANS; (2) угловое кодирование в горизонтальной плоскости на основе Ларморовской прецессии спина нейтронов; (3) 3D поляриметрия на основе Ларморовской прецессии спина нейтронов. Уже начато изготовление головной части рефлектометра, которая состоит из системы расщепления пучка на два. Сдана в производство коллимационная система, включающая в себя массивную подставку для размещения отдельных узлов установки (коллимационные щели, отклоняющие зеркала). Специальные направляющие позволяют передвигать узлы вдоль оси пучка. Вся конструкция размещается в специальном вакуумном кожухе, где организованы специальные входы для локального доступа к элементам без полной разборки конструкции. Как элементы коллимационной системы начато изготовление отклоняющих зеркал (длина 1 м, суперзеркало,  $m=2$ ) для неполяризованного и поляризованного пучков. Назначение этих элементов – направление нейтронов первичного пучка под заданным углом к поверхности образца, расположенного горизонтально. Такое отклонение позволяет регулировать угол падения на образец, и отделять тепловые и холодные нейтроны от быстрых нейтронов, проходящих через зеркала, не отражаясь, что исключает прямую видимость зоны реактора и улучшает фоновые условия на установке. В течение года проводилась разборка канала 10 и освобождение его под новое оборудование рефлектометра. Работа выполнялась в рамках целевого взноса ВМВФ (Германия) совместно с ИЛЛ (Гренобль, Франция), Университетом Халле, Техническим университетом Мюнхена и Петербургским институтом ядерной физики им. Б.П.Константинова.

Завершен технический проект зеркального вакуумного нейтроновода для спектрометра ДИН-2ПИ и проведены работы по подготовке рабочей площадки для установки нейтроновода. Работа ведется в кооперации с организациями-пользователями: ЛНФ ОИЯИ и ПИЯФ РАН (Гатчина). Создаваемый зеркальный нейтроновод позволит повысить интенсивность холодных нейтронов ( $E < 5$  мэВ) на образце в 4 – 6 раз и при этом уменьшить размеры исследуемых образцов в 2 – 3 раза, что будет означать существенное улучшение качества спектрометра ДИН-2ПИ и приближение его характеристик к лучшим зарубежным аналогам.

Подготовлен к утверждению технический проект зеркального вакуумного нейтропровода для канала 7А на реакторе ИБР-2М, который будет строиться в соответствии с соглашением ОИЯИ – ВМБФ (Германия). Реализация этого проекта позволит решить две главные задачи: увеличение потока тепловых нейтронов на спектрометрах SKAT и EPSILON, улучшение соотношения эффект – фон для этих спектрометров. Кроме того, в рамках проекта предусматривается установка дополнительного прерывателя, с помощью которого можно будет варьировать рабочий диапазон по длине волны, а именно, станет возможным его расширение до 14 Å. Новая схема размещения спектрометров показана на **рис. 15**.



**Рис. 15.** Разводка нейтронных пучков на каналах 7А и 7В (спектрометры NERA, SCAT, EPSILON) с помощью новой нейтроноводной системы. По оси абсцисс указано расстояние от замедлителя в метрах. По оси ординат – смещение пучка относительно центральной линии в мм. В головной части предполагается установка единого узла (splitter) для разделения пучков. После отметки 14 м пучки формируются отдельными нейтроноводами. Для пучка 7А показан нейтроновод, действовавший на реакторе ИБР-2, на котором располагались спектрометры SCAT и EPSILON.

Изготовлена установка для измерения низкотемпературного магнитосопротивления в области низких температур. Установка потребовалась для оперативного анализа свойств манганитов типа  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ , которые являются ферромагнетиками со свойствами “плохого металла”. Синтез манганитов выполнялся по золь-гель технологии. Их магнитосопротивление было успешно измерено в поле  $H_{\text{max}} = 1.2 \text{ Т}$  в диапазоне температур 7 - 300 К.

## References

1. I.V.Nikolaev, H.D’Hondt, A.M.Abakumov, J.Hadermann, A.M.Balagurov, I.A.Bobrikov, D.V.Sheptyakov, V.Yu.Pomjakushin, K.V.Pokholok, D.S.Filimonov, G. Van Tendeloo, E.V.Antipov. “Crystal structure, phase transition and magnetic ordering in the perovskitelike  $\text{Pb}_{2-x}\text{Ba}_x\text{Fe}_2\text{O}_5$  solid solutions”. **Phys. Rev. B**, 2008, v.78, pp.024426 (1-12).
2. D.V.Sheptyakov, O.A.Drozhzhin, V.Yu.Pomjakushin, S.Ya.Istomin, I.A.Bobrikov, E.V.Antipov, A.M.Balagurov. “Correlation of spin and charge ordering in  $\text{Sr}_3\text{YCo}_4\text{O}_{10.5+\delta}$ ,  $\delta=0.02$  and  $0.26$ ”. **Phys. Rev. B**, 2008, accepted.
3. D.P.Kozlenko, I.Mirebeau, J.-G.Park, I.N.Goncharenko, S.Lee, J.Park, B.N.Savenko. “High pressure induced spin liquid phase of multiferroic  $\text{YMnO}_3$ ”. **Phys. Rev. B**, 2008, v.78, pp.054401 (1-5).

4. D.P.Kozlenko, L.S.Dubrovinsky, B.N.Savenko, V.I.Voronin, E.A.Kiselev, N.V.Proskurnina. "Pressure-induced suppression of Wigner-crystal antiferromagnetic state in  $\text{La}_{0.33}\text{Ca}_{0.67}\text{MnO}_3$ ". **Phys. Rev. B**, 2008, v.77, pp. 104444 (1-6).
5. M.V.Avdeev, D.Bica, L.Vekas, V.L.Aksenov, A.V.Feoktystov, L.Rosta, V.M.Garamus, R.Willumeit. "Structural aspects of stabilization of magnetic fluids by mono-carboxylic acids". **Advanced Materials Research**, 2008, accepted.
6. V.L.Aksenov, T.V.Tropin, E.A.Kizima, M.V.Avdeev, M.V.Korobov, L.Rosta. "On fullerene cluster formation in nitrogen-containing solvents". **Physics of the Solid State**, 2008, accepted.
7. M.Balasoii, S.G.Barsov, D.Bica, et al. "MSR Study of the Properties of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -Based Nanostructured Magnetic Systems". **JETP Letters**, 2008, v.88, pp.210-213.
8. A.V.Rogachev, A.Yu.Cherny, A.N.Ozerin, A.M.Muzafarov, E.A.Tatarinova, A.Kh.Islamov, V.I.Gordeliy, A.I.Kuklin. "Revealing inner structure of the polycarbosilane dendrimers from small-angle neutron scattering data". **Journal of Physics: Conference Series**. v.129, 2008, 012041.
9. V.L.Aksenov, Yu.V.Nikitenko, Yu.N.Khaidukov, S.N.Vdovichev, M.M.Borisov, A.N.Morkovin, E.H.Mukhamedzhanov. "Coexistence of superconductivity and ferromagnetism in the nanostructure  $\text{Nb}(500 \text{ \AA})/\text{Fe}(39 \text{ \AA})/[\text{Si}(34 \text{ \AA})/\text{Mo}(34 \text{ \AA})]_{40}/\text{Si}$ ". **Journal of Surface Investigations**, 2008, accepted.
10. E.Juszyńska, M.Massalska-Arodź, I.Natkaniec, J.Krawczyk "Neutron scattering studies of solid-state polymorphism in dimethyl butanol glass formers". **Physica B**, 2008, v.403, p.109.
11. E.Juszyńska, K. Holderna-Natkaniec, M.Massalska-Arodź, I.Natkaniec, E.Ściesińska, J.Ściesiński. "IINS, MIR and DFT investigations of vibrational spectra of 3,3-dimethyl-1-butanol and 3,3-dimethyl-2-butanol". **Acta Physica Polonica A**, 2008, v.113, pp.1131-1143.
12. N.M.Blagoveshchenskii, V.A.Morozov, A.G.Novikov, M.A.Pashnev, A.L.Shimkevich, O.V.Sobolev. "Quasielastic neutron scattering and diffusion in liquid lithium and lithium-hydrogen melt". **Journal of Physics: Condensed Matter**, 2008, v.20, pp.104201-104204.
13. M.V.Rodkin, A.N.Nikitin, R.N.Vasin. "Seismotectonic effects of solid-state transformations in geomaterials". **Moscow: Geos**, 2008, p.220.
14. A.N.Nikitin, T.I.Ivankina, V.K.Ignatovich. "Peculiarities of p- and s-wave propagation through textured rocks." JINR Communications, 2008, P18-2008-50, p.19.
15. K.Walther, Ch.Scheffzük, A.Frischbutter, R.Naumann, I.A.Brovkin. "A "Zuckerdolomit"-sample from the Piora Mulde (Switzerland), studied by an *in situ* applied load experiment using neutron time-of-flight diffraction". **Z. geol. Wiss.**, 2008, v.36, pp.123-138.
16. I.Carron, V.Ignatovich "Algorithm for preparation of multilayer systems with high critical angle of total reflection" **Phys. Rev. A**, 2003, v.67, p.043610.

## 1.2. НЕЙТРОННАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

### Введение

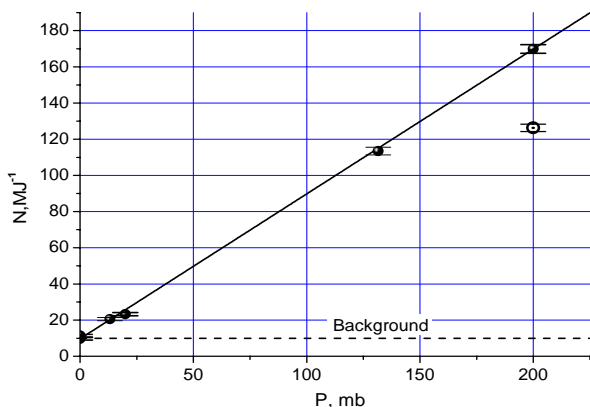
В течение 2008 основные работы в области нейтронной ядерной физики в ЛНФ им. И. М. Франка проводились на нейтронных пучках ядерных центров России, Германии, Республики Корея, Китая, Франции, а также на ускорителе ЭГ-5 в ЛНФ. Исследования проводились в традиционных направлениях: изучение процессов нарушения пространственной и временной четности при взаимодействии нейтронов с ядрами; изучение квантово-механических характеристик, энергетике и динамики процесса деления; экспериментальное и теоретическое исследование электромагнитных свойств нейтрона и его бета-распада; гамма-спектроскопия нейтронно-ядерных взаимодействий; структура атомного ядра; получение новых данных для реакторных приложений и для ядерной астрофизики; эксперименты с ультрахолодными нейтронами; прикладные исследования. Параллельно велась подготовка экспериментов на первой очереди установки ИРЕН, а также на реакторе ИБР-2М в ЛНФ.

### I. Экспериментальные исследования

#### 1.2.1 Работы в рамках подготовки и проведения эксперимента по прямому измерению сечения рассеяния нейтрона на нейтроне на реакторе ЯГУАР (РФЯЦ-ВНИИТФ, г.Снежинск)

##### Калибровочные измерения на инертных газах.

Калибровочные измерения на газах нужны для отработки методики и проверки достоверности получаемых результатов. Смысл измерений состоит в том, чтобы на установке для измерения сечения pp-рассеяния измерить хорошо известное сечение рассеяния тепловых нейтронов на инертном газе. Если полученное значение совпадет с табличным, то значит, измерения проведены методически верно, и по этой же методике можно измерять сечение pp-рассеяния. Нужно отметить, что наше знание об эффективности детектора не совсем точное. Поэтому нужно исходить из того, что эффективность детектора нам не известна. Соответственно измерения нужно проводить на различных газах. На одном газе, например на  $^4\text{He}$ , определяется эффективность детектора, а на Ar измеряется сечение рассеяния.



На рис. 1 представлены результаты калибровочных измерений на  $^4\text{He}$  и на Ar.

**Рис. 1** Результаты калибровочных измерений. По оси ординат отложен счет детектора на 1 МДж энерговыделения реактора, по оси абсцисс – давление газа при 20°С. Чёрные точки – измерения на  $^4\text{He}$ , светлая точка – на Ar, сплошная линия – линейная аппроксимация экспериментальных данных.

Из представленных данных видна четкая линейная зависимость счета детектора от давления газа, что указывает на методическую правильность проведения измерений.

Табличные значения сечений рассеяния:  $\sigma_T(^4\text{He}) = (0.79 \pm 0.02)$  б,  $\sigma_T(\text{Ar}) = (0.656 \pm 0.003)$  б.

Полученное экспериментальное сечение рассеяния на Ar:  $\sigma_{\text{Э}}(\text{Ar}) = (0,642 \pm 0,024)$  б, что хорошо согласуется с табличным значением.

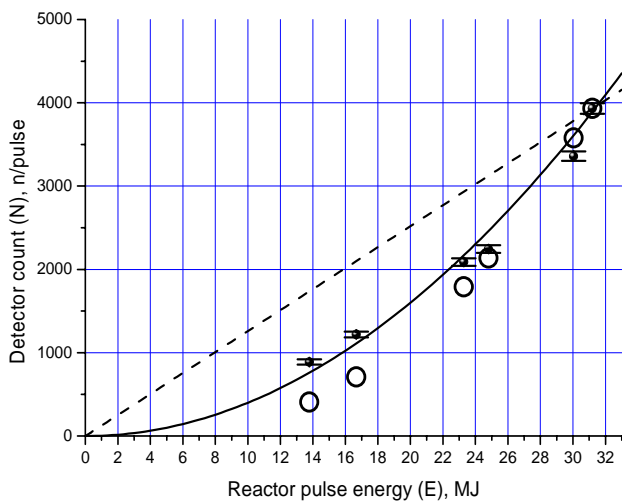
##### Первая попытка измерения сечения n-n рассеяния.

Формулу для расчета числа nn-рассеяний в полости nn-рассеяния реактора ЯГУАР можно записать в виде:

$$N_{nn} \sim \iint \frac{\Phi^2(t, \vec{r})}{v_0} \sigma_{nn} dt dV$$

Где  $t$  – время,  $V$  – объем полости nn-рассеяния,  $\Phi(t, \vec{r})$  – плотность потока тепловых нейтронов,  $v_0 = 2200$  м/с,  $\sigma_{nn}$  – сечение nn-рассеяния.

Из этой формулы видно, что число nn-рассеянных нейтронов пропорционально произведению квадрата плотности потока на длительность импульса. Плотность потока нейтронов пропорциональна мощности реактора, поэтому по зависимости числа зарегистрированных за импульс нейтронов от энергии импульса можно понять, что является источником регистрируемых нейтронов. Так, например, число нейтронов рассеянных на стенках канала или на краях коллиматоров имеет линейную зависимость от энергии импульса и не зависит от его длительности. Т.к. длительность импульса реактора ЯГУАР приблизительно обратно пропорциональна его энергии, то зависимость числа nn-рассеянных нейтронов от энергии импульса будет близка к кубической зависимости.



**Рис. 2** Зависимость числа сосчитанных за импульс нейтронов от энергии импульса реактора ЯГУАР. Черные точки – экспериментальные данные; штриховая линия – линейная зависимость:  $N \sim E$ ; сплошная линия – квадратичная зависимость:  $N \sim E^2$ ; светлые точки – расчетная зависимость числа nn-рассеянных нейтронов с учетом реальной формы импульсов.

На Рис. 2 представлена зависимость числа сосчитанных за импульс нейтронов от энергии импульса реактора ЯГУАР. На этом рисунке все расчетные зависимости приведены к экспериментальному значению при 31 МДж. Как видно, экспериментальные данные близки к

квадратичной зависимости и значительно отличаются как от линейной зависимости, так и от зависимости для nn-рассеяния. Отличие от линейной зависимости указывает на то, что в полости для nn-рассеяния меняется число объектов, на которых рассеиваются нейтроны. При квадратичной зависимости число таких объектов будет пропорционально энергии импульса, или флюенсу, а не плотности потока нейтронов. Т.е. эти объекты в течение импульса накапливаются в полости для nn-рассеяния. Наиболее вероятная кандидатура для них – молекулы газа, слетающие со стенок под воздействием излучения реактора. Иначе говоря, мы наблюдаем радиационную десорбцию.

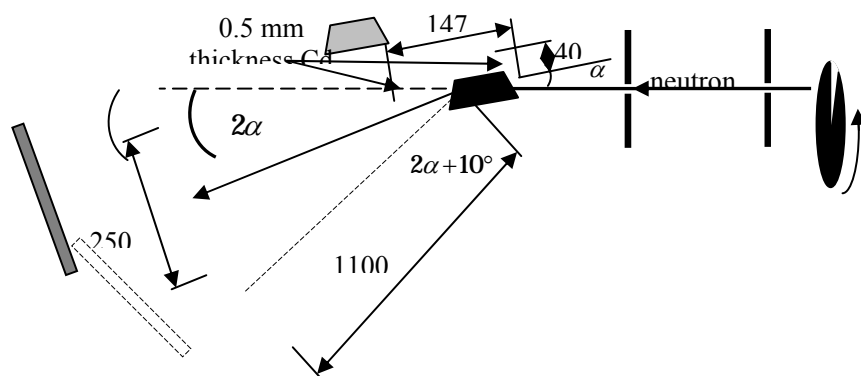
Подавление радиационной десорбции возможно обезгаживанием поверхности полости nn-рассеяния непосредственно перед импульсом реактора и заменой материала стенок на низкоабсорбционные материалы. Работы по исследованию радиационной десорбции на установке для измерения сечения nn-рассеяния планируется провести в следующем году.

### 1.2.2. Эксперимент по изучению квазизеркального отражения холодных нейтронов от поверхности нанопорошка

Последовательное рассеяние частиц/квантов на малые углы в среде – малоугловое рассеяние приводит к тому, что при падении пучка частиц/квантов на среду под скользким углом, угловое распределение отражённых частиц/квантов имеет выраженный максимум при угле, близком к углу падения. Аналогичная ситуация должна быть и для нейтронов при падении нейтронов под малым углом на среду с эффективным малоугловым рассеянием. Наночастицы с

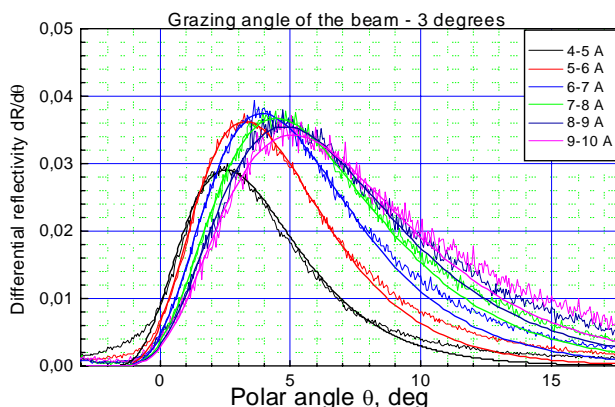
размером в несколько нанометров могут эффективно рассеивать на малые углы холодные нейтроны. В тоже время малость длины волны нейтрона по сравнению с частицей, обеспечивающая малость угла при рассеянии, позволяет рассматривать взаимодействие нейтронов с наночастицами в порошке как с независимыми частицами.

Мы попытались экспериментально определить параметры данного явления при отражении нейтронов от порошка ананоалмазов. Для этого измерили зависимость углового распределения нейтронов, отражённых от поверхности алмазного нанопоршка, для различных длин волн падающих нейтронов при углах падения нейтронного пучка на поверхность в  $2^\circ$ ,  $3^\circ$  и  $4^\circ$ . Схема измерения показана на **рис. 3**. Образец был изготовлен в виде призмы, габариты которой 15 см в длину, 5 см в высоту и 4 см в глубину и помещён в специальный криостат. Поверхность порошка закрыта алюминиевой фольгой толщиной 100 мкм. Рассеяние на стенках криостата пренебрежимо мало с рассеянием на образце. Пучок нейтронов имел выходную диафрагму 15 мм в высоту и 0.3 мм в ширину. Рассеянные нейтроны регистрировались в угле  $\pm 12^\circ$  от падающего пучка в вертикальной плоскости.

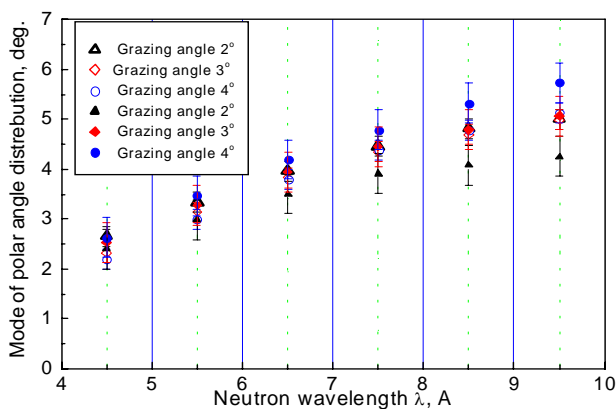


**Рис. 3** Схема измерения.

Результаты измерений представлены на **рис. 2**, **рис. 3** и **рис. 4**. Как и ожидалось, в результате многократного рассеяния на наночастицах нейтроны отражаются от поверхности с относительно узким угловым распределением, максимум которого находится под углом близким угол зеркального отражения. Чем меньше длина волны падающих нейтронов, тем шире угловое распределение рассеянных нейтронов. При увеличении угла падения нейтронного пучка угловое распределение так же уширяется. Таким образом для холодных нейтронов с длиной волны  $\lambda$  от  $4 \text{ \AA}$  до  $8 \text{ \AA}$  наблюдается квазизеркальное в плоскости рассеяния альbedo на малых углах падения (меньше  $6-7^\circ$ ) с вероятностью  $\sim 25\%$ . При длинах волн меньше  $4 \text{ \AA}$  квазизеркальное альbedo подавлено беговским рассеянием, а при  $\lambda$  больше  $8 \text{ \AA}$  угловое распределение становится слишком широким, что бы говорить о квазизеркальности. При падении нейтронов под углами большими чем  $6-7^\circ$  вероятность квазиупругого отражения становится соизмеримой с вероятностью рассеяния на углы много больше угла зеркального отражения.

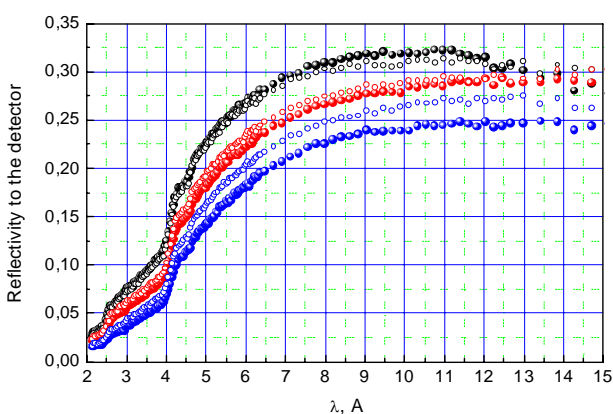


**Рис. 4** Зависимость потока отражённых нейтронов от полярного угла для нейтронов с энергиями в различных диапазонах (указано на картинке) при скользящем угле падения нейтронов на поверхность  $3^\circ$ . Экспериментальные зависимости аппроксимированы логнормальным распределением, дисперсия которого выбрана в качестве характеристики ширины углового распределения потока.



**Рис. 5** Положение максимума в распределении потока отраженных нейтронов от полярного угла в зависимости от длины волны нейтронов, при различных углах падения и температуре.

Открытые точки — результаты измерений при температуре жидкого азота, закрашенные точки — результаты измерений при комнатной температуре.



**Рис. 6** Зависимость вероятности отражения в детектор от длины волны нейтронов при различных углах падения и температуре.

Чёрные точки — угол падения 2°.

Красные точки — угол падения 3°.

Синие точки — угол падения 4°.

Открытые точки — результаты измерений при температуре жидкого азота, закрашенные

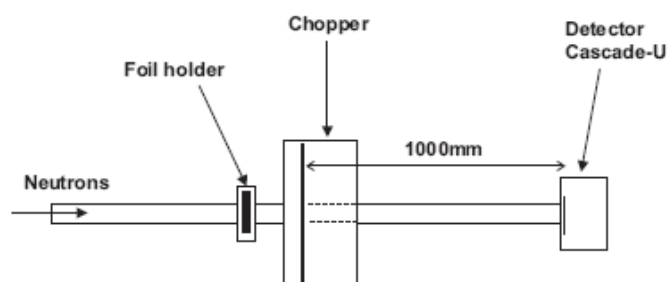
точки — результаты измерений при комнатной температуре.

Для больших углов и больших  $\lambda$  (когда поперечная составляющая скорости нейтрона превышает  $\sim 50$  m/s такое квазизеркальное альbedo превышает вероятность отражения от существующих суперзеркал (отражение от которых при таких скоростях также имеет квазизеркальный характер)

Измерения проводились дважды: при комнатной температуре на образце после его предварительной подготовки (длительной откачки и обезгаживании при  $150^\circ\text{C}$ ), а затем при температуре  $-150^\circ\text{C}$ . При охлаждении образца канал неупругого практически изотропного рассеяния на углероде и примесных атомах водорода должен быть подавлен. В противоположность нашим ожиданиям, охлаждение образца привело к увеличению вероятности отражения, в основном, за счёт квазизеркальной компоненты.

### 1.2.3. Эксперименты с ультрахолодными нейтронами

На созданном пучке УХН на реакторе TRIGA в Университете г. Майнц проведены времяпролётные измерения по исследованию свойств cBN – нитрида бора с кубической структурой как материала для построения камер УХН с высокой граничной энергией.



**Рис. 7** Схема эксперимента

Этот материал очень прочен, не магнитен, имеет высокое электрическое сопротивление, в том числе и по отношению к поверхностным токам и поэтому может быть перспективным материалом для построения камер для поиска ЭДМ нейтрона.

При известной плотности нитрида бора  $3.5 \text{ г/см}^3$  мы ожидаем величину граничной энергии 324 нэВ для вещества с естественным содержанием изотопов бора, а для обогащённого по изотопу В-11 значения  $E=351 \text{ нэВ}$ .

Исследуемые материалы наносились на поверхность монокристаллических пластин толщиной 380 мк методом магнетронного осаждения. Толщина слоёв была 300 нм.

На основе анализа времяпролётных спектров с образцом и без образца были определены граничные энергии нитрида бора:  $E=305 \pm 15 \text{ нэВ}$  и используемого для калибровки никеля:  $E=240 \pm 15 \text{ нэВ}$ .

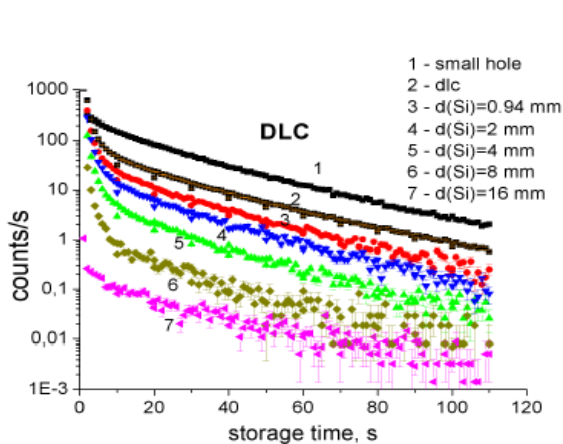


Рис. 9

Figure 4: The typical measured time dependent count rate (DLC sample foil): 1 – the UCN flux density measured through 2.5 mm diameter hole in the sample foil, 2 – the count rate through the DLC foil at the  $100 \mu\text{m}$  Al substrate, no additional absorber, 3-7 – the count rate through the DLC foil with different Si absorbers between the scatterer and the neutron detector. The time shown from the moment of opening of the UCN valve after the filling time 20 seconds.

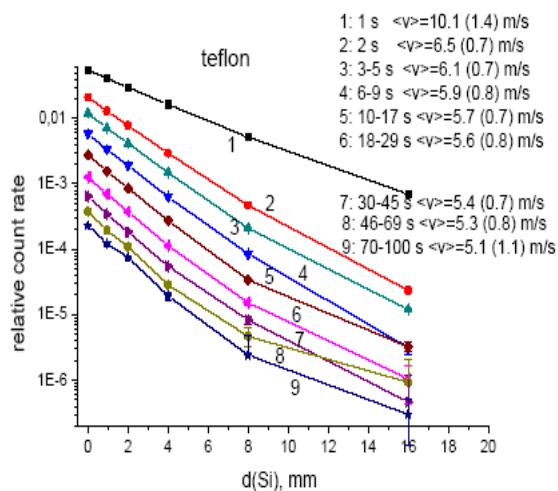


Рис. 8

Figure 8: The neutron count rate (relative to the incident UCN flux) for the teflon sample as a function of Si thickness after subtracting the contribution of up-scattering to the thermal energy range. The inferred neutron mean velocities and half-widths of the Gaussian distributions (in brackets) for corresponding storage time intervals are shown in the insert. The straight lines connect the experimental points.

На пучке реактора ИЛЛ проведены измерения «малого нагрева» УХН на образцах меди, тефлона и алмазоподобного углерода. Измерены спектры нагретых нейтронов при энергиях от УХН до тепловых а также эволюция во времени спектров УХН в ловушке. Разработан метод «калиброванных поглотителей» для измерения спектров нейтронов. В качестве поглотителей применялись монокристаллические пластины кремния и родиевые фольги. Спектры нейтронов определялись из кривых поглощения в моноэнергетическом и более детальном приближениях.

На рис. 8 показаны: пример скорости счета детектора в функции времени для разных поглотителей и кривые поглощения, из которых определяется энергия хранящихся и нагретых нейтронов.

Обнаружено, что разные материалы дают разные спектры нагретых нейтронов, а также, что спектр нагретых нейтронов простирается в область мкэВ-энергий.

### 1.2.4. Изучение механизма взаимодействия нейтронов с ядрами

Изучение механизма взаимодействия нейтронов с ядрами представляет большой интерес для понимания законов природы. К настоящему времени нейтронные реакции с вылетом заряженных частиц были исследованы недостаточно. Исследование реакций (n,p), (n,t), (n,альфа) на нейтронах, производящихся в различных лабораториях, дают ценную информацию о механизме протекания ядерных реакций и структуре атомного ядра, в частности, сведения о роли одночастичной и многочастичных компонент в возбуждении компаунд-ядер и выявлении эффектов селективного усиления и распада коллективно-кластерных состояний ядер



относительно чисто статистического распределения. Использование пучков нейтронов с энергией в несколько МэВ позволяет не только получить усреднение по большому числу начальных состояний возбужденного ядра, но и повысить на несколько порядков проникаемость кулоновского барьера ядра для реакций (n,p), (n,t), (n,альфа) по сравнению с реакциями, вызванными резонансными нейтронами, а так же проследить изменение характеристик распада с увеличением энергии возбуждения ядра по мере приближения к области гигантских дипольных резонансов. Планируется проведение экспериментальных исследований реакций (n,p), (n,t) или (n,альфа) на предельно легких ядрах (6Li, 9Be, 10B,) , легких (14N, 20,21Ne, 24Mg, 28Si, 35Cl), а так же на ядрах средней массы A~40-70 (39K, 54,57Fe, 58Ni, 63Cu, 64, 67Zn, 95Mo) и тяжелых A~150 (143Nd, 147,149Sm) в широком диапазоне энергии нейтронов от нескольких кэВ и пока до 6.5 МэВ. Сравнение существующих данных показывает, что в диапазоне энергий от 3 до 10 МэВ экспериментальные данные немногочисленны, и существуют значительные расхождения между значениями, приводимыми разными авторами. В большинстве случаев исследования этих реакций велись с использованием активационного метода, который оказался недостаточным для надежного разделения прямых, предравновесных и компаунд-процессов. Нами используется метод прямой регистрации и спектрометрии вылетающих частиц на пучках нейтронов, позволяющий непосредственно получать спектры вылетающих заряженных частиц, определять полное сечение реакций, угловое распределение продуктов реакций.

Эксперименты проводятся на ускорителях Ван-де-Граафа ЭГ-5 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ и ЭГ-4,5 Института физики тяжелых ионов Пекинского университета совместно с Пекинским университетом и при сотрудничестве с Лодзинским (Польша) и Монгольским национальным университетами.

#### В 2008 г.:

- Разработана система мишеней для получения быстрых нейтронов на канале ЭГ-5 (в стадии изготовления в ОП ЛНФ);
- Подготовлены чертежи Ионизационной камеры для работы на ЭГ-5 и ИРЕН;
- Подготовлены чертежи «протонного телескопа» для работы на ЭГ-5;
- По измерениям реакции  $64\text{Zn}(n,\alpha)$  при энергии нейтронов 2,54; 4,00 и 5,50 МэВ подготовлена и опубликована статья в журнале Nucl.Sci.Eng.
- Закончена обработка измерений реакции  $147\text{Sm}(n,\alpha)143\text{Nd}$  при энергии нейтронов 5,0 и 6,0 МэВ, подготовлена и принята к печати статья в журнале Applied Radiation and Isotopes (см. прилагаемую к отчету статью);
- Проведены измерения реакции  $143\text{Nd}(n,\alpha)140\text{Ce}$  при  $E_n=4, 5$  и  $6$  МэВ; начата обработка данных;
- Проведены измерения реакции  $95\text{Mo}(n,\alpha)92\text{Zr}$  при  $E_n=4, 5$  и  $6$  МэВ; готовится измерение фона;

#### 1.2.5. Подготовка экспериментов на первой очереди ИРЕН

В течение года проводились работы по подготовке к экспериментам на первой очереди нейтронного источника ИРЕН.

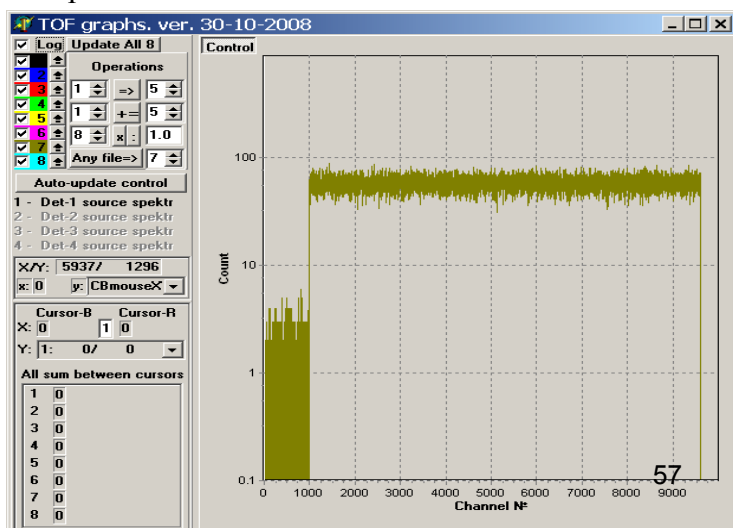


Рис. 10 Иллюстративное окно визуализации измеряемого спектра программы «Tof\_usb».

- а) Осуществлена модернизация измерительного модуля гамма-спектрометра «КОКОС», позволившая существенно увеличить его быстродействие: разработан и изготовлен интерфейс под USB-1 и создана новая программа накопления экспериментальной информации «Lada».
- б) Разработаны, изготовлены и испытаны блоки быстрого временного анализа с шириной канала 10 – 20 нс для проведения спектрометрии нейтронов по времени пролёта. Разработано программное обеспечение системы с быстрым временным анализом для регистрации 4-х TOF спектров «TOF\_usb». Система предназначена для исследования параметров пучка нейтронного источника ИРЕН. Помимо этого, разработаны дополнительные алгоритмы и включены в данную программу для выполнения прецизионных экспериментов.

### **1.2.6. Гамма-спектроскопия нейтронно-ядерных взаимодействий**

Продолжался анализ и интерпретация экспериментальных данных по интенсивностям двухквантовых каскадов при захвате тепловых нейтронов различными ядрами. Суммы радиационных силовых функций дипольных первичных гамма-переходов аппроксимированы с высокой точностью полуфеноменологической зависимостью в области энергий первичных гамма-переходов  $0.5 < E_1 < B_n - 0.5$  МэВ для большого количества ядер. В качестве основной гипотезы использована гипотеза: экспериментальные данные можно представить в виде суперпозиции двух сильно различающихся функций. Плавная изменяющаяся функция – описывает изменение вероятности эмиссии гамма-кванта, обусловленное возбуждениями ядра фермионного типа, ярко выраженные пики – обусловлены возбуждениями ядра бозонного типа.

Результаты аппроксимации дали внутренне согласованную и непротиворечивую картину происходящих в ядре процессов практически для всей периодической системы и подтвердили полученный ранее при анализе плотности уровней результат: параметры процесса каскадного гамма-распада нейтронного резонанса определяются сосуществованием и взаимодействием в нагретом ядре сверхтекучей и обычной его фазы.

Получено, что форма радиационных силовых функций в исследованных ядрах являются динамической величиной (циклически изменяющейся при изменении массы ядер), а значения  $k(E1)+k(M1)$  для конкретных энергий гамма-переходов и конкретных ядер определяются структурой распадающегося и возбуждаемого уровней, по крайней мере, до энергии связи нейтрона  $B_n$ . Результат определяет наименьшие размеры области возбуждений ядра, в которой необходимо учитывать и из которой можно получать информацию о динамике изменения процесса перехода ядра из бозе- в ферми-систему при его нагревании.

Эти же экспериментальные данные продолжают использоваться как для получения новой спектроскопической информации о деформированных ядрах в значительно большем интервале энергий возбуждения, чем доступно традиционной ядерной спектроскопии, так и для тестирования различных моделей ядра. В частности, получено, что экспериментальные полные гамма-спектры двух четных изотопов олова воспроизводятся в расчете с наибольшей точностью при использовании именно ступенчатой плотности уровней и радиационных силовых функций, учитывающих усиление силовых функций первичных и вторичных каскадных гамма-переходов в область возбуждений, соответствующей этой структуре спектра возбужденных уровней ядра.

Хотя в силу методических особенностей эксперимента по измерению интенсивности двухквантовых каскадов и плотности уровней, и силовые функции определяются с наибольшей точностью по сравнению с конкурирующими методиками, существует необходимость в выявлении основных источников систематических погрешностей и в существенном уменьшении их величины. В частности – разработке новых и независимых методик определения этих параметров ядра.

Независимое подтверждение наличия значительной ступенчатой структуры в плотности уровней получено при реанализе опубликованных к настоящему времени данных об экспериментальных интенсивностях первичных гамма-переходов, усредненных по нейтронным резонансам в районе их энергий 2 и 24 кэВ. Распределение разброса этих интенсивностей

относительно среднего значения впервые аппроксимировано в различных интервалах энергий первичных гамма-переходов в представлении о том, что их интенсивности зависят от структуры возбуждаемого уровня, а дисперсия их случайных отклонений не описывается  $\chi^2$  распределением с одной степенью свободы (как то предполагается до сих пор).

Определенные таким образом плотности уровней и суммы радиационных силовых функций подтверждают характерные особенности аналогичных данных, извлеченных из интенсивностей двухквантовых каскадов радиационного захвата тепловых нейтронов для ядер с  $40 \leq A \leq 200$ , и позволяют так же оценить знак и величину их результирующей систематической погрешности, обусловленной прежде всего очень сильной зависимостью радиационных силовых функций каскадных гамма-переходов от структуры возбуждаемого уровня. Заключение справедливо, во всяком случае, для энергий возбуждения, меньших половины энергии связи нейтрона. Сопоставление с модельными представлениями о плотности уровней показывает, например, что ядро  $^{174}\text{Yb}$  находится в сверхтекучем состоянии для основной части возбужденных уровней по крайней мере ниже 3.5-4 МэВ. Более того, впервые удалось получить предварительную информацию о соотношении числа уровней с доминирующими компонентами квазичастичного и фононного типа до этой же энергии возбуждения четно-четного деформированного ядра (определена зависимость коэффициента вибрационного усиления плотности квазичастичных уровней от энергии возбуждения).

Использование совместного анализа экспериментальных данных по интенсивностям двухквантовых каскадов обещает повысить точность определения свойств ядра, по крайней мере, ниже энергии связи нейтрона.

### ***1.2.7. Измерение ядерного заряда осколков деления на установке миниФОБОС***

Поиск и исследование редких, в том числе многотельных, мод распада слабо возбужденных ядер остается актуальной задачей экспериментальной ядерной физики. Именно в этой области энергий возбуждения можно ожидать ранее неизвестных проявлений кластеризации ядерных систем. Надежная идентификация необычных каналов распада предполагает одновременное измерение возможно большего числа различных параметров процесса – масс и энергий продуктов распада, их угловых распределений, множественности нейтронов и т.д. Естественно, весьма желательно измерение ядерного заряда образующихся фрагментов.

В серии экспериментов по поиску тройного коллинеарного кластерного распада (ТККР) тяжелых ядер использовался двух плечевой времяпролетный спектрометр заряженных продуктов ядерных реакций миниФОБОС на базе газонаполненных детекторов. Спектрометр позволяет измерять вектора скорости фрагментов и их энергии. Через скорости можно определить так называемые первичные массы осколков ( $M_{tt}$ ) бинарного деления, а через скорости и энергии – массы осколков после сброса нейтронов ( $M_{te}$ ). Для измерения энергии фрагментов служат большие ионизационные камеры (БИК), использовавшиеся в 4π-спектрометре ФОБОС.

Измерение ядерного заряда осколков деления по времени дрейфа образованного ими трека в ионизационной камере представляет собой технически более сложную задачу, чем измерение энергии. Разрешение по заряду непосредственно зависит от однородности электрического поля и постоянства массы газа в рабочем объеме камеры. Для обеспечения второго из условий недостаточно стабилизировать только давление и состав газовой смеси – дополнительно необходима термостабилизация камеры. Перечисленные условия были обеспечены в эксперименте на широкоапертурном спектрометре миниФОБОС по исследованию реакции  $^{235}\text{U}(n_{th},f)$  на пучке реактора ИБР-2. Для вычисления ядерного заряда фрагментов по полученным в эксперименте данным было разработано два варианта калибровки по заряду. Тестирование на модельных данных показало, что использованная параметризация заряда в рамках процедуры калибровки позволяет удовлетворительно восстанавливать ядерный заряд осколков деления в широком энергетическом диапазоне. Предсказываемые в рамках этого

подхода заряды легких ионов от He до C оказываются смещенными в большую сторону приблизительно на две зарядовых единицы.

### 1.2.8. Исследование свойств детектора *TIMEPIX* при регистрации излучения из источников $^{244}\text{Cm}$ и $^{252}\text{Cf}$

В ЛНФ ОИЯИ совместно с Политехническим институтом (г. Прага) ведутся исследования пиксельных детекторов *MEDIPIX* и возможности их применения в области ядерной физики, в частности, для изучения процесса деления. Детектор *MEDIPIX* представляет собой две кремниевые пластины, одна из которых является сенсорной частью, в которой регистрируются налетающие частицы, а другая состоит из множества пикселей, каждый из которых является спектрометрическим трактом, включающим в себя усилитель, дискриминатор и счетчик. Обе пластины соединены между собой в каждом пикселе методом “bump-bonding”.

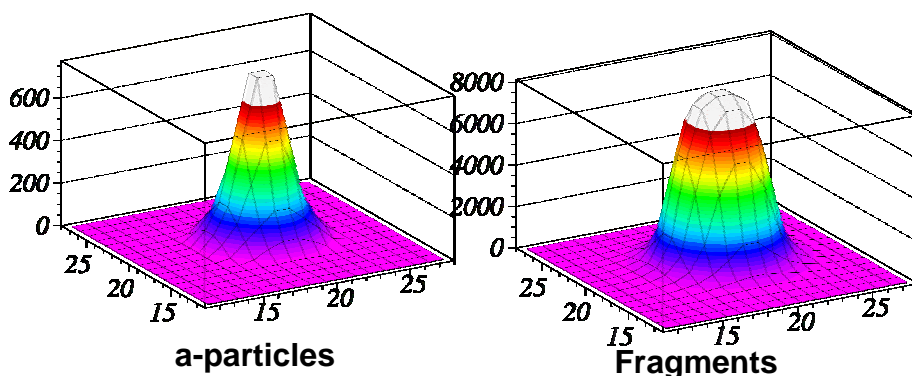


Рис. 11 Распределение энергии в кластере для альфа-частиц и осколков деления.

В ОИЯИ исследовалась возможность измерения осколков деления и легких заряженных частиц (из спонтанных источников  $^{244}\text{Cm}$  и  $^{252}\text{Cf}$ ) с помощью двух типов детекторов: *MEDIPIX2* и *TIMEPIX*. При попадании частицы в чувствительный слой детектора, возникает так называемый эффект распределения заряда (charge sharing effect), при котором заряд распределяется на несколько пикселей, формируя таким образом кластер. Размер кластера зависит от установленных порогов, а также от заряда и энергии налетающей частицы. В детекторе *MEDIPIX2* можно наблюдать двумерную картинку, на которой четко видна разница в размере кластера для альфа-частиц и для осколков деления. Более того, проведя соответствующую калибровку, удалось измерить двугорбую кривую энергетических распределений осколков деления, используя только размеры кластеров.

Новый тип *MEDIPIX* детекторов - *TIMEPIX* позволяет регистрировать время срабатывания дискриминатора в каждом пикселе. При соответствующих настройках это время можно конвертировать в амплитуду, таким образом измеряя величину заряда в пикселе. Получается трехмерная картинка (см. рис справа). Это позволяет более точно определять энергию налетающей частицы. Ведутся исследования по возможности идентификации частиц по заряду и массе, а также по определению угла вхождения частицы в детектор, используя такого рода трехмерные «снимки» каждого события.

В перспективе планируется использование такого рода детекторов в экспериментах по изучению редких мод деления ядер.

## II. Теоретические исследования

### 1.2.9. Исследование рассеяния нейтрона на протоне

Теоретически исследована спиновая структура амплитуды  $s$ -волнового упругого рассеяния медленного нейтрона на свободном протоне. Получена формула для эффективного

сечения рассеяния медленного поляризованного нейтрона на поляризованном протоне и показано, что в эффективном сечении вклады триплетного (полный спин  $S = 1$ ) и синглетного (полный спин  $S = 0$ ) рассеяния складываются некогерентно. При этом максимальное значение интегрального сечения  $\sigma_{max} \approx 37,1$  барн соответствует антипараллельной ориентации спинов ( $\mathbf{P}_n \mathbf{P}_p = -1$ , где  $\mathbf{P}_n$  and  $\mathbf{P}_p$  – векторы поляризации), а минимальное значение  $\sigma_{min} \approx 3,64$  барн – параллельной ориентации спинов ( $\mathbf{P}_n \mathbf{P}_p = +1$ ) полностью поляризованных нейтрона и протона. В случае, когда хотя бы один из нуклонов не поляризован, а также в случае, когда векторы поляризации взаимно перпендикулярны ( $\mathbf{P}_n \mathbf{P}_p = 0$ ), интегральное сечение  $s$ -волнового упругого рассеяния нейтрона на протоне при нулевой энергии составляет  $\approx 20,4$  барн.

Для сравнения, выполнен также анализ низкоэнергетического  $s$ -волнового рассеяния поляризованных нейтронов, которое с учетом тождественности возможно только в синглетном состоянии.

Существенное различие  $- |b^{(np)} / b^{(nn)}| \approx 1,4$  – между синглетной длиной  $s$ -волнового  $np$ -рассеяния  $b^{(np)} = -a^{(np)}(0) = -23,7$  Фм и длиной  $s$ -волнового  $nn$ -рассеяния  $b^{(nn)} = -a^{(nn)}(0) = -17,0$  Фм (которые, на первый взгляд, должны были бы совпадать ввиду изотопической инвариантности) объясняется тем, что длина рассеяния становится очень чувствительной к параметрам потенциала взаимодействия нуклонов при условии, что модуль амплитуды рассеяния нуклонов сильно превосходит радиус действия сил. В этом случае понятие изотопической инвариантности фактически применимо не к амплитудам рассеяния, а именно к потенциалам нейтрон-протонного и нейтрон-нейтронного взаимодействия, которые должны отличаться не более чем на  $(2 \div 3)\%$  – приводя, тем не менее, к отличию соответствующих амплитуд на несколько десятков процентов. Это подтверждается проведенными расчетами в модели сферической прямоугольной ямы: изменение глубины или ширины ямы всего на  $(1,5 \div 3)\%$  приводит к весьма значительному изменению длины рассеяния

### III. Прикладные исследования

#### 1.2.10. Аналитические исследования на реакторе ИБР-2

##### Подготовка к аккредитации сектора НАА

В рамках проекта Технической кооперации с МАГАТЭ «Гармонизация системы контроля качества в соответствии с ISO-17025 и международными стандартами в лабораториях Российской Федерации, использующих ядерно-физические аналитические методы» (RUS7003), сектор НАА провел три Рабочих совещания МАГАТЭ, на которых были заслушаны лекции экспертов МАГАТЭ по организационным вопросам аккредитации, включающим подготовку документации, оборудования, помещений и тренинга персонала. В 2008 году подготовлен большой пакет документов, план реконструкции химической лаборатории и приобретена при финансовой поддержке МАГАТЭ часть необходимого оборудования. Этот проект обеспечил стажировку трем сотрудникам сектора в аккредитованных ядерно-физических лабораториях Германии, Бельгии, Австрии и Нидерландов в конце 2008 и начале 2009 гг.

##### Развитие экспериментальной базы сектора НАА

**ИБР-2М** В 2008 году продолжались работы по усовершенствованию спектрометрического и сервисного оборудования установки РЕГАТА на реакторе ИБР-2. Приобретены полупроводниковый германиевый детектор и ряд электронных блоков фирмы *Canberra*. Проведена калибровка детектора по эффективности с занесением полученных данных в программу расчета концентраций элементов. Проведены измерения фонов в различных помещениях лабораторного корпуса, в том числе и в бомбоубежище с целью выбора места для проведения измерений естественной радиоактивности образцов. Для уменьшения фона во временное пользование получена и собрана защита германиевого детектора. Совершенствуется пакет программ для обработки экспериментальных данных. По разработанной ранее в КБ ЛНФ

конструкторской документации в Опытном производстве ОИЯИ в 2008 году были изготовлены новые каналы облучения для установки РЕГАТА на реакторе ИБР-2М. Изготовлена и смонтирована магистраль для заполнения детекторов жидким азотом. МАГАТЭ в рамках проекта Технической кооперации поставило лиофилизатор (сушка при низкой температуре) для пробоподготовки; в ближайшее время будет приобретено оборудование для гомогенизации образцов (шаровая мельница) и др.

**ИРЕН** За отчетный период была проведена теоретическая оценка возможности проведения НАА на новом источнике нейтронов ИРЕН. Были рассчитаны распределения плотностей потоков тепловых, резонансных и быстрых нейтронов вокруг мишени и выбрано оптимальное место расположения каналов облучения. Совместно с «Базой развития и внедрения по физике (БРВ-физика)», София, Болгария, и КБ ЛНФ проведена разработка технического проекта на изготовление пневмотранспорта для проведения НАА на установке ИРЕН.

### **Биомониторинг**

В 2008 году завершен цикл работ и публикаций, выполненных в рамках международной программы «Атмосферные выпадения тяжелых металлов в Европе – оценки на основе анализа мхов-биомониторов». Эти работы охватывают некоторые регионы Центральной России, Южного Урала, Белоруссии, Болгарии, Словакии, Польши, Румынии, Сербии, Македонии, Хорватии и Греции, а также Монголии и Вьетнама. Европейская часть результатов отражена в очередном выпуске 2008 года Атласа “Spatial and Temporal Trends in Heavy Metal Accumulation in Mosses in Europe (1990-2005)”, издаваемого Комиссией ООН по трансграничному переносу воздушных загрязнений в Европе.

Совместно с Университетом в Ополе (Польша) выполнено комплексное исследование по оценке состояния окружающей среды на «аномальной территории» на западе Польши, характеризующейся повышенным радиоактивным фоном вследствие Чернобыльской аварии и техногенного воздействия промышленности. Первые результаты опубликованы в 2008 году польским журналом «*Ecological Chemistry and Engineering*».

В 2008 году совместно с Институтом физики в Белграде, Сербия, и Норвежским Университетом науки и технологии в Трондхейме выполнена большая методическая работа по калибровочным измерениям содержания элементов в атмосферных осадках и мхах-трансплантах, используемых для оценки атмосферных выпадений тяжелых металлов и других элементов. Работа принята в печать международным журналом *Environmental Pollution* (IF 3.2).

Завершенная в 2008 году работа по изучению атмосферных загрязнений на территории Удмуртской Республики – оценки на основе анализа мхов-биомониторов – принята в печать российским общественно-научным журналом «*Проблемы региональной экологии*». В этой работе впервые метод мхов-биомониторов был применен для оценки экологической ситуации в районе полигона по уничтожению химического оружия.

### **Оценка состояния экосистем**

В рамках проекта РФФИ – Румынская Академия «Геохронология и изучение ретроспективных загрязнений незатвердевших донных отложений из кислородосодержащих и бескислородных акваторий западной части Черного моря» в 2008 проведена оценка ретроспективного загрязнения этого региона. Совместно с румынской стороной подготовлены шесть публикаций. РФФИ поддержал продление проекта на 2009 год.

Многолетнее сотрудничество с монгольскими учеными в области экологии привело в 2008 году к этапному проекту «Разработка системы комплексного мониторинга тяжелых металлов и радионуклидов в Монголии с использованием ядерно-физических аналитических методов», финансируемому РФФИ-Монголия.

В сотрудничестве с Македонией (Университет в Скопье) в 2008 году подготовлен и сдан в печать Атлас карт распределения ряда тяжелых металлов в районе свинцово-цинкового комбината в г. Велес.

Результаты многоэлементного НАА коллекции аэрозольных фильтров разных лет, полученных из Братиславы, отражены в статье, принятой в 2008 году к опубликованию в одном из наиболее престижных международных экологических журналов “*Atmospheric Environment*” (IF 2.6).

### **Продукты питания и здоровье человека**

В 2008 году на реакторе МИФИ (Москва) продолжены работы по анализу продуктов питания в связи с проектом сектора НАА с NECSA, ЮАР: «Сравнительное изучение воздействия на здоровье детей потребления продуктов питания, выращенных в некоторых промышленных районах России и Южной Африки, с использованием ядерно-физических аналитических методов». Результаты анализа продуктов питания подготовлены в виде обзора работ, выполненных в ОИЯИ и NECSA, ЮАР.

В рамках координационной программы МАГАТЭ «Воздействие токсичных и потенциально токсичных элементов на женщин репродуктивного возраста в развивающихся странах» совместно с Российским государственным медицинским университетом (Москва), Аналитическим центром Геологического института РАН и Медицинской Академией им. И.П. Сеченова в 2008 году завершена работа по определению многоэлементного анализа образцов крови специально подобранных пациентов из одного из промышленных районов Москвы. Эти исследования подтвердили гипотезу о корреляции таких токсичных элементов, как свинец, цинк и сурьма, с индексом массы тела (Body Mass Index) обследуемых пациентов. Результаты доложены на Всемирном конгрессе эпидемиологов в Бразилии в сентябре 2008 года и опубликованы в 2008 году в журнале “*Общественное здоровье и профилактика заболеваний*”, Москва.

### **Биотехнологии**

Работы по биотехнологии очистки окружающей среды от токсичных элементов (ртуть, хром и др.) ведутся в секторе НАА совместно со специалистами Института физики им. Э. Андроникашвили (Тбилиси, Грузия). Подготовлены к печати новые результаты по использованию природных штаммов бактерий, выделяемых из базальтов, для восстановления токсичного хрома (VI) в нетоксичную форму хром (III). Было установлено, что при увеличивающихся нагрузках бактерий *Arthrobacter oxidans* токсичным хромом (VI) существенно изменяется содержание других элементов, причем как в сторону увеличения, так и уменьшения. Эти эксперименты имеют большое значение для биохимиков, работающих в области биотехнологий.

### **Материаловедение**

#### *Синтез мелкокристаллических алмазов*

Выполненное совместно со специалистами Института твердого тела и полупроводников Беларуси исследование о поведении дефектов в мелкокристаллических алмазах под воздействием нейтронного облучения в присутствии катализаторов нашло завершение в виде отдельной главы в книге «*Diamond and Related Materials*» (США), находящейся в печати.

### **Радиоэкология**

Впервые на территории Беларуси был применен метод мхов-биомониторов для оценки атмосферных выпадений радионуклидов спустя 20 лет после Чернобыльской аварии. Измерения долгоживущих радионуклидов – продуктов деления ядерного топлива – были проведены в 2008 году совместно со словацкими специалистами в низкофоновой лаборатории Братиславского Университета. Часть проб была проанализирована специалистами NECSA в ЮАР. Показано, что уровни активности  $^{137}\text{Cs}$  в образцах мха, собранных на территории Гомельской области, в 4 раза превышают фоновые. Отмечено также повышенное содержание  $^{210}\text{Pb}$ . Эти результаты будут доложены на “The 22nd Task Force Meeting of the UNECE ICP Vegetation” в Германии, в феврале 2009 года.

### **Учебный процесс**

На базе установки РЕГАТА в 2008 году проводился Практикум для студентов старших курсов Университета «Дубна» и студентов Международных Летних Школ, организуемых УНЦ ОИЯИ (июль – Болгария, Чехия, Словакия; сентябрь-октябрь – ЮАР). За отчетный период на базе сектора НАА были выполнены две курсовых, одна бакалаврская и три магистерских работы.

### **Организация совещаний**

- Второе рабочее совещание в рамках проекта Технической кооперации сектора НАА ЛНФ с МАГАТЭ «Гармонизация системы контроля качества в лабораториях РФ, использующих ядерно-физические аналитические методы (26-30 мая 2008, Дубна).
- Третье одноименное совещание МАГАТЭ (27-31 октября 2008, Дубна).



## 2. ИСТОЧНИКИ НЕЙТРОНОВ

### 2.1. Импульсный реактор ИБР-2

В 2008 г. по модернизации ИБР-2 выполнены следующие работы:

#### 1. Завершен демонтаж всего заменяемого оборудования ИБР-2:

- 1.1. В соответствии с проектом НИКИМТ две откатные защиты (ОЗ), на которых размещались стационарные отражатели с блоками регулирования и аварийной защиты, водяные замедлители и пневмопочты (общий вес каждой ОЗ около 10 т) были последовательно выдвинуты в кольцевой коридор. Работа по их демонтажу осложнилась высокой наведенной активностью (~ 1000 р/час) и стесненными условиями для выполнения работ. Для снижения уровня излучения были применены специальные защитные приспособления, изготовленные в ОП ОИЯИ и ЛНФ. В январе-феврале 2008 г. обе ОЗ были успешно перенесены в хранилище персоналом МТО.
- 1.2. В I кв. 2008 г. было демонтировано оборудование в пультовой реактора: пульт управления и шкафы электронной аппаратуры системы управления и защиты.

#### 2. Монтаж нового оборудования реактора ИБР-2М:

- 2.1. После удаления ОЗ ИБР-2 (см. п. 1.1.) был выполнен последовательно монтаж новых ОЗ-1М и ОЗ-2М реактора ИБР-2М с новыми стационарными отражателями СО-1 и СО-2. Эта работа, продолжавшаяся с января по июнь 2008 г., потребовала существенной доводки оборудования для обеспечения технических требований конструкторской документации (КД) и четкой организации работ в условиях сложной радиационной обстановки. После монтажа ОЗ-1М и ОЗ-2М были опробованы в работе, проверена сопрягаемость (mating) СО-1 и СО-2 друг с другом, проверена сопрягаемость 1-го и 9-го шиберов с ОЗ-1М и ОЗ-2М соответственно. Работа выполнялась персоналом МТО.
- 2.2. Выполнены подготовительные работы к монтажу корпуса реактора: изготовлены необходимые монтажные приспособления, детали для кожуха коллектора, заключен договор со специализированной организацией «Энергоспецмонтаж» о сварке корпуса с натриевым коллектором.
- 2.3. Завершена подготовка помещения резервного пульта, начат монтаж оборудования.

#### 3. Изготовление нового оборудования ИБР-2М:

- 3.1. В середине ноября 2008 г. завершилось изготовление корпуса реактора в НИКИЭТ, а 17.11.2008 г. корпус был доставлен в ОИЯИ. Задержка с поставкой корпуса в 2008 г. на 6 месяцев не позволяет в полном объеме выполнить до конца 2008 г. сварку корпуса с натриевыми коллекторами.
- 3.2. Завершено изготовление 3-х водяных гребенчатых замедлителей. Наклонный замедлитель (пучки 4-6) прошел геометрическую примерку на штатном месте в защитном массиве реактора. Проверена сопрягаемость замедлителя со стационарным отражателем, полученные результаты положительные.
- 3.3. Завершено изготовление всех исполнительных механизмов СУЗ.
- 3.4. В основном завершено изготовление оборудования АСУЗ и нового пульта.
- 3.5. Изготовлено в ИНЭУМ оборудование системы контроля технологических параметров (СКТП), проведена заводская приемка СКТП, оборудование доставлено в ЛНФ, начат его монтаж.

#### **4. Комплекс криогенных замедлителей (КЗ) ИБР-2М.**

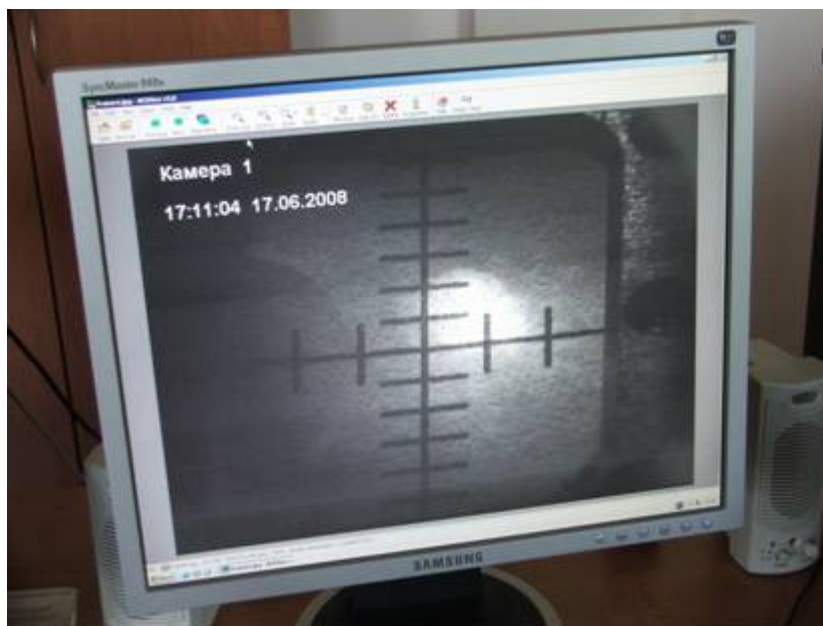
- 4.1. В 2008 г. завершен выпуск КД КЗ 202 для пучков 7-11. Заключен договор с НПО «Атом» на изготовление КЗ 202.
- 4.2. В НИКИЭТ начата разработка КД по КЗ 203 для пучков 2-3.
- 4.3. ГСПИ выпустил технологический проект (1 этап) комплекса КЗ.
- 4.4. Завершена КД по трубопроводам подачи мезитилена в КЗ 202 и КЗ 203 в КБ ЛНФ. КД передана в НПО «Атом» для изготовления.
- 4.5. В НПО «Атом» завершено изготовление откатных блоков для размещения в них КЗ 202 и КЗ 203.
- 4.6. От НПО «Гелиймаш» получено оборудование холодильной установки КГУ-700/15. Ведется монтаж металлоконструкций для установки КГУ-700/15. Заключен договор с «Энергоспецмонтаж» на монтаж криогенных трубопроводов для КЗ 202 и КЗ 203. В стадии завершения изготовление в НПО «Гелиймаш» криогенных трубопроводов и 2-х криостатов.

#### **5. Строительные работы:**

- 5.1. Завершена подготовка помещения резервного пульта.
- 5.2. Выполнены основные строительные работы по помещениям для системы надежного питания.
- 5.3. Выполнена большая часть запланированных работ по пультовой реактора.

## 2.2. Проект ИРЭН

Главными задачами Лаборатории нейтронной физики и Лаборатории физики частиц в 2008 году являлось завершение монтажа, тестирование и запуск оборудования первой очереди ускорителя ЛУЭ-200. К июню 2008 года были завершены работы по монтажу оборудования в ускорительных залах. С конца июня 2008 года велась работа по проводке пучка и тренировке различных систем ускорителя. 17 июня 2008 года был получен пучок электронов с заданными параметрами на выходе источника электронов (Рис. 1) после чего началась работа по настройке клистрона и модулятора первой ускоряющей секции.



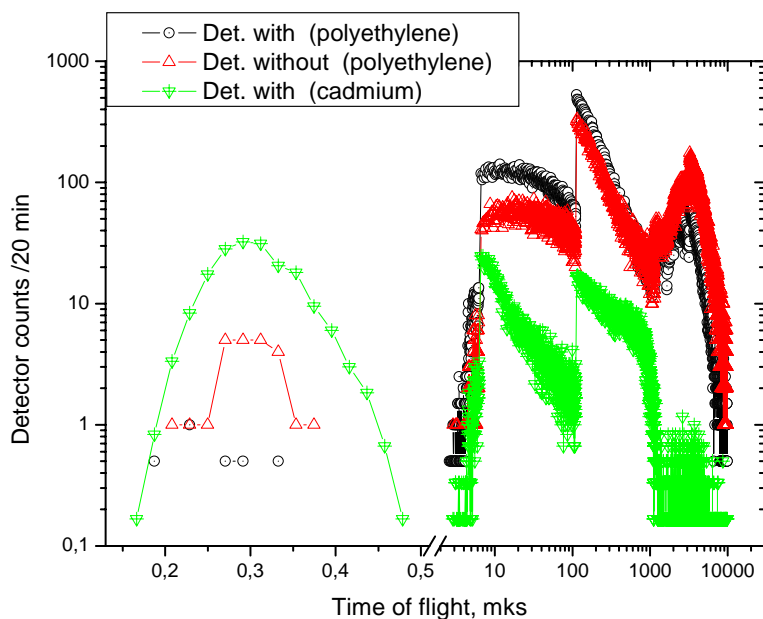
**Рис. 1:** изображение пучка электронов на люминофоре диагностического бокса после источника электронов (17 июня 2008г.)

К концу ноября 2008 года была завершена настройка ВЧ систем ускорителя, и пучок электронов в режиме ускорения был проведен через первую секцию. Для независимого подтверждения этих результатов была изготовлена временная мишень из вольфрама, которая была размещена в камере диагностического бокса на выходе из первой ускорительной секции. Пятого декабря 2008 года ускоренный пучок электронов был подан на временную мишень, при этом, измерительным модулем, подготовленным специалистами НЭОФЯ ЛНФ, во временных окнах, синхронизованных со стартом ускорителя, регистрировались жесткие гамма-кванты и нейтроны. Наличие жестких гамма-квантов и нейтронов было независимо подтверждено данными, полученными от аппаратуры дозиметрического контроля.

В качестве контрольного эксперимента были выполнены измерения гамма-квантов и нейтронов при перекрытии пучка электронов на выходе из источника диагностическим люминофором. При этом счет гамма-квантов и нейтронов в соответствующих регистрирующих каналах отсутствовал по сравнению со случаем, когда электроны от источника подавались в ускоряющую секцию.

К 15 декабря 2008 года был завершен этап проводки пучка ускоренных электронов до промежуточной вольфрамовой мишени, размещенной в перекрытии между нижним ускорительным и мишенным залами установки. По фокусному расстоянию квадрупольных линз и измеренной величине смещения центра тяжести пучка в зависимости от тока в корректирующих магнитах была оценена средняя энергия пучка ускоренных электронов,

которая составила 20 МэВ. Пятнадцатого декабря 2008 года пучок ускоренных электронов с импульсным током 300-400 мА при частоте до 5 Гц выводился на промежуточную мишень. Нейтроны, образованные в результате взаимодействия тормозных гамма-квантов с веществом мишени, регистрировались газовым пропорциональным нейтронным счетчиком, располагавшимся на расстоянии 11 метров от мишени на полу мишенного зала. Была оценена длительность вспышки по быстрым нейтронам и накоплен времяпролетный спектр с шириной временных каналов от 20 нс до 8 мкс. За полчаса измерений при частоте 5 Гц статистика отсчетов во временных каналах составила до двухсот отсчетов в области резонансных нейтронов.



**Рис. 2:** Времяпролетные спектры от промежуточной мишени, зарегистрированные гелиевым пропорциональным счетчиком в полиэтиленовом чехле (черные кружки), без полиэтиленового чехла (красные треугольники) и в кадмии (зеленые треугольники); резкие изменения величины отсчетов соответствуют изменению ширины временного канала.

В настоящее время завершен монтаж электропровода и фокусирующих элементов в мишенном зале и начата работа по проводке пучка на штатную неразмножающую мишень.

### 3. РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СПЕКТРОМЕТРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

В 2008 году по теме получены следующие основные результаты:

#### Системы формирования нейтронных пучков

В рамках проекта создания изогнутых зеркальных нейтронных спектрометров ЭПСИЛОН и СКАТ на канале 7а реактора ИБР-2 совместно с институтами ФРГ и ПИЯФ г. Гатчина продолжались работы по проектированию и изготовлению механических и оптических узлов нейтронных спектрометров. В частности, разработаны и изготовлены дополнительные вакуумные кожуха, несущая платформа и монтажно-загрузочный механизм однообъемного разборного вакуумного кожуха головной части нейтронной системы (сплиттера, *Рис.1*) 7 канала ИБР-2М. В ПИЯФ изготовлены также оптические элементы для головной и изогнутых частей нейтронного спектрометра.



**Рис.1.** Кожух сплиттера на участке вакуумных испытаний.

В ОП ОИЯИ изготовлены 44 юстировочные опоры изогнутых нейтронных спектрометров (*Рис.2*), а также сданы в производство чертежи стоек и юстировочных опор головной части. Произведен демонтаж головной части нейтронного спектрометра на канале №7б (спектрометр НЕРА-ПР) и частичный демонтаж защиты прерывателя в кольцевом коридоре реактора. Подготовлен технический проект реконструкции несущей колонны в здании 117.



**Рис.2.** Юстировочные опоры изогнутых нейтронных спектрометров

На 13 канале ИБР-2М предложено создать тестовый пучок для проведения испытаний нейтронных детекторов и других элементов спектрометров. Проектные параметры пучка: сечение нейтронотода – 314 см<sup>2</sup>; нейтронный поток с поверхности замедлителя –  $\sim 2 \times 10^{12}$  нейтр./см<sup>2</sup>/с, на расстоянии 10м – до 10<sup>8</sup> нейтр./см<sup>2</sup>/с. Определена инфраструктура тестового пучка и начата подготовка технического проекта.

### Криогенные исследования

По контракту с РНЦ «Курчатовский институт» выполнена конструкторская разработка и изготовлен шахтный криостат (**Рис.3**) для охлаждения камер высокого давления с сапфировыми наковальнями для работы в диапазоне температур 6,5-300К. Диаметр проходного отверстия криостата для загрузки камер высокого давления равен 120мм, он соответствует размерам самих камер и позволяет располагать камеры как в вертикальной, так и горизонтальной ориентации. Контроль и измерение температуры осуществляется при помощи контроллера Scientific Instruments модели 9700 и кремниевых диодов DT470. Для охлаждения в криостате применен криокулер SRP-062В фирмы SUMITOMO.



**Рис.3.** Общий вид криостата и вспомогательного оборудования

Продолжались работы по созданию криогенного стенда ЛНФ (**Рис.4**). В 2008 г. приобретен и установлен основной элемент стенда – криокулер РТ403 фирмы CRYOMECH, были также сконструированы и изготовлены основные детали криостата, позволяющего проводить тесты в диапазоне температур 2.5 – 300К.

Проведены испытания вакуумных швов титан - нержавеющая хромоникелевая сталь, выполненные при помощи взрыва. При этом производилось термоциклирование швов в диапазоне температур 6-300К в условиях, имитирующих реальные. Данная работа имеет решающее значение для ускорительной техники, использующей сверхпроводящие магниты и резонаторы, работающие в жидком гелии, а также открывает новые перспективы в технике сверхнизких температур.

### Системы управления исполнительными механизмами

Модернизировано программное обеспечение и проведены испытания разработанного в ЛНФ контроллера SMC-32-CAN для систем управления исполнительными механизмами на спектрометрах ИБР-2М:

- в состав комплекса Sonix+ введен модуль управления двигателями постоянного тока с регулируемыми параметрами (длительность импульса тока и длительность паузы);
- для повышения точности исполнительных механизмов в их конструкцию введен энкодер, устанавливаемый на валу шагового двигателя, что существенно улучшает разрешение.



**Рис.4.** Криогенный стенд

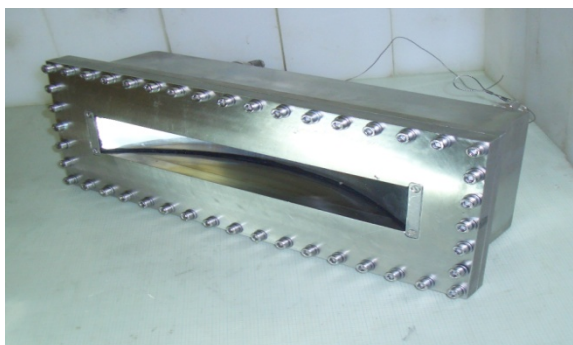
Проведены исследования, показавшие возможность использования приводов VFAS1-4370PL фирмы TOSHIBA для фазировки вращения двигателей с мощностью до 500Вт. Сделаны соответствующие рекомендации по замене устаревших и выработавших ресурс приводов ЭКТ2, используемых в прерывателях пучков на спектрометрах ИБР-2. Собран стенд для проверки характеристик прерывателей. Выполнен ряд работ по внедрению систем управления исполнительными механизмами на спектрометрах реактора ИР-8 в РИЦ «Курчатовский институт».

### **Газовые детекторы**

Создан прототип MWPC детектора с индивидуальным съемом информации с каждой нити. Детектор содержит 36(X)\*18(Y) катодных нитей, намотанных с шагом 1мм. Съем сигналов осуществляется через 8-канальные токовые предусилители и дискриминаторы; имеются также аналоговые выходы. Получены амплитудные спектры сигналов с нитей. Ширина импульсов около 200 нс. Прототип детектора подготовлен к испытаниям на стенде.

В сотрудничестве с INRNE BAS, Sofia разработан и изготовлен изогнутый ПЧД, предназначенный для рентгеновской и нейтронной дифрактометрии. Он представляет собой изогнутый однокоординатный газонаполненный позиционно-чувствительный детектор, выполненный на основе многопроволочной пропорциональной камеры. Съем сигналов осуществляется с линии задержки.

Конструктивно детектор выполнен в стальном корпусе, к передней стенке которого крепится сборка с системой электродов. Вывод сигналов осуществляется через разъемы BNC, высокое напряжение подается через разъемы SHV. На корпусе детектора имеются 2 разъема Swagelock, что позволяет использовать его в проточном режиме. Передняя стенка съемная, при работе в качестве рентгеновского детектора входным окном является алюминиевая пластинка, толщиной 0,1мм, при регистрации нейтронов толщина входного окна будет составлять 7мм. Для большей жесткости входное окно утоплено в корпусе детектора. Шаг намотки анодных и катодных нитей равен 1мм. Опытный образец детектора показан на **Рис.5**.



**Рис.5.** Опытный образец изогнутого ПЧД

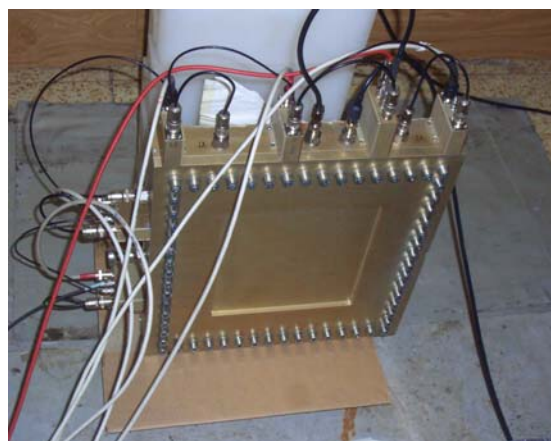
Так же как и в ранее разработанных в ЛНФ 1D и 2D ПЧД, в данном детекторе используются унифицированные электронные блоки и программное обеспечение:

- NIM крейт, дискриминатор с точной временной привязкой Phillips Scientific PS715, в/в источник питания Iseg NHQ206L, быстродействующие зарядо-чувствительные предусилители;
- персональный компьютер со встроенной платой PCI DAQ.

В настоящее время опытный образец детектора проходит тестовые испытания на стенде.

В 2008 г. изготовлены два MWPC ПЧД: для спектрометра GRAINS (финансирование из гранта Венгерской Академии Наук) и для системы мониторинга холодных замедлителей реактора ИБР-2М (финансирование по Госконтракту с Федеральным агентством по науке и инновациям Минобрнауки РФ). Основные характеристики детекторов и фотография корпуса детектора показаны на **Рис.6**. На реакторе филиала НИИФХИ им. Карпова, г. Обнинск успешно проведены испытания 2D ПЧД, предназначенного для контроля уровня мезитилена в камере холодного замедлителя.

Тип	2D MWPC
Рабочая область	200x200 мм <sup>2</sup>
Разрешение	2,0x2,0 мм <sup>2</sup>
Диапазон длин волн	0,4 - 12 Å
Эффективность ( $\lambda=2\text{Å}$ )	65%
Определение позиции	Линии задержки



**Рис. 6.** Двухкоординатный ПЧД для спектрометра GRAINS и системы мониторинга



## **Сцинтилляционные детекторы**

Оформлена рабочая документация на изготовление детекторной системы дифрактометра ДН-6. Выполнен ряд работ по оснащению оборудованием дифрактометра СТОИК на реакторе ИР-8 в РНЦ «Курчатовский институт», в частности, разработаны электроника и программное обеспечение системы управления дифрактометром на основе шаговых двигателей и сети CAN. Введен в эксплуатацию 10-канальный детектор высокой контрастности с разрешением 2мм.

## **Развитие локальной вычислительной сети, электроники систем сбора данных и программного обеспечения**

Завершены работы по прокладке и монтажу волоконно-оптических линий связи между зданием 119 и экспериментальными залами 1,2 и пультом управления ИБР-2М. После установки соответствующего коммуникационного оборудования в 2009/10 г.г. это позволит работать в данном сегменте сети со скоростью 1-10 Гбит/с. В сетевом сегменте установки ИРЕН также проложен оптический кабель и введен в эксплуатацию коммутатор на 100 Мбит/с; осуществлено подключение первоочередных пользователей сети. Выполнена модернизация сетевых коммутаторов нижнего уровня в зданиях 42 и 42а.

Разработаны firmware программы, а также изготовлены два комплекта новых электронных блоков для спектрометров ИБР-2М и выполнена их отладка с генератором событий. Разработаны драйверы и программные интерфейсы к Sonix+.

Продолжались работы по развитию комплекса Sonix+, как за счет включения новых модулей для управления устройствами, так и за счет совершенствования пользовательского интерфейса и средств визуализации. Расширены сервисные возможности системы удаленного управления WebSonix.

Совместно с HZB, Berlin продолжались работы по интеграции программного комплекса DeLiDAQ (сбор и накопление данных с ПЧД) с пакетами CARESS и SPEC.

В сотрудничестве с исследовательским центром FZ-Juelich выполнены разработка и предварительное тестирование модуля PHASE SPACE TRANSFORMER для программного комплекса VITESS и начаты работы по моделированию спектрометра обратного рассеяния. Улучшены параметры ряда других модулей VITESS (SPACE, SPACEWINDOW\_MULTIPLE и др.) и добавлены новые возможности (учет затухания на воздухе при разных температурах и влажности, моделирование геометрически неидеальных нейтронных труб и др.). С помощью вышеуказанных модулей проведены моделирование и оптимизация системы проводки пучка для канала 7а реактора ИБР-2. Продолжены работы по моделированию и развитию нейтронной спин-эхо спектроскопии с вращающимися/пульсирующими магнитными полями. Начаты работы по моделированию нового нейтронного рефлектометра для планируемого европейского источника нейтронов ESS.

# НЕУПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ МЕДЛЕННЫХ НЕЙТРОНОВ НИТРИДОМ УРАНА ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 293 – 1273К

В.А.Семенов<sup>а</sup>, В.М.Морозов<sup>а</sup>, А.В.Пучков<sup>а</sup>

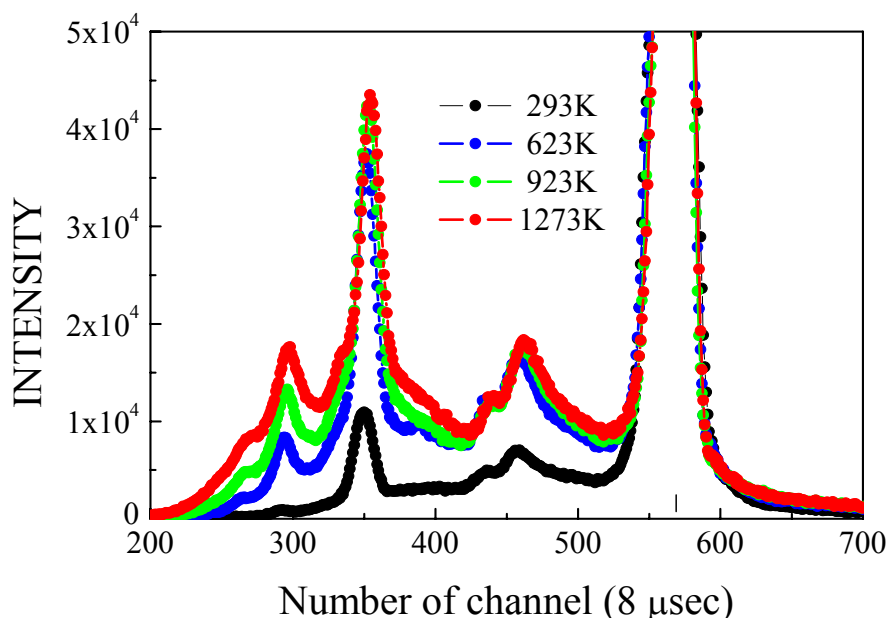
<sup>а</sup> State Scientific Centre – Institute for Physics and Power Engineering, 249033, Obninsk, Kaluga Region, Russia

Ж.А.Козлов<sup>б</sup>, Е.Л.Ядровский<sup>б</sup>

<sup>б</sup> Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

Нитрид урана рассматривается в настоящее время как базовый материал для создания комбинированного топлива реакторов на быстрых нейтронах, с которыми связывается перспектива развития крупномасштабной ядерной энергетики [1]. Поэтому, нейтронографические исследования, дающие прямую информацию о микроскопических параметрах вещества, имеют не только научное, но и большое практическое значение. В рамках общей задачи по созданию базы нейтронографических данных для ядерных топливных материалов, были измерены спектры неупругого рассеяния нейтронов для нитрида урана UN в интервале температур от комнатной до 1273К.

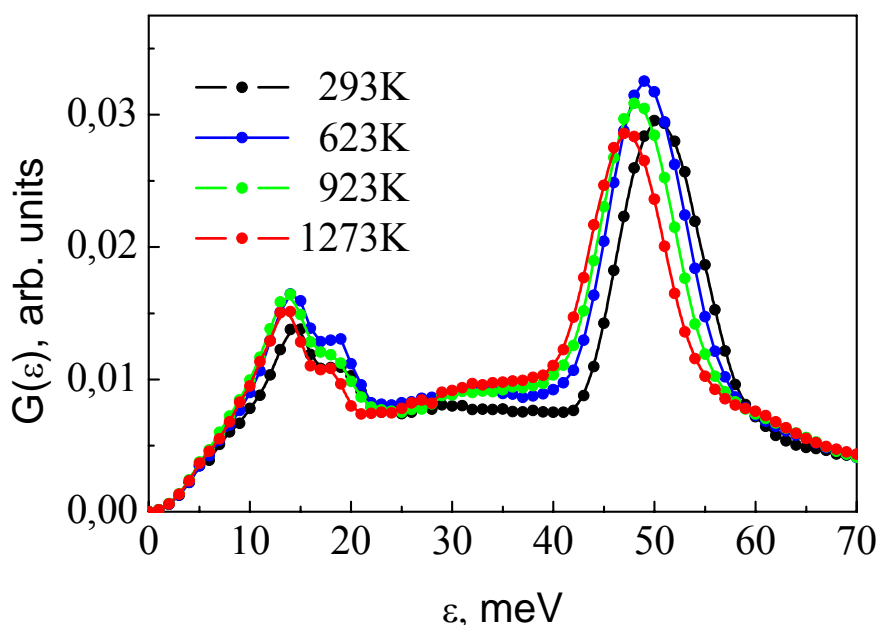
UN имеет кубическую кристаллическую решетку типа NaCl с постоянной решетки  $a_0 = 0,4890$  нм (при 300К) и расстоянием между атомами урана  $d = 0,345$  нм. Рентгеновская плотность равна  $14,4$  г/см<sup>3</sup>. Теплопроводность нитрида урана на порядок выше, чем у оксидного топлива, что позволяет снизить рабочие температуры в тепловыделяющих элементах активной зоны реактора. UN обладает магнитными свойствами, которые зависят от температуры, давления, радиационного облучения. Это создает предпосылки для их прикладного использования, в частности, создания новых магнитных методов неразрушающего контроля нитридного ядерного топлива в условиях радиационного облучения [2].



**Рис.1.** Экспериментальные спектры нейтронов, рассеянных UN. Учтены эффекты рассеяния нейтронов конструкционными материалами термостата и контейнером.

Измерения выполнены совместно с ЛНФ ОИЯИ на спектрометре ДИН-2ПИ с использованием термостата TS3000K [3]. Образцы моонитрида урана были изготовлены в ВНИИНМ им.А.А.Бочвара [4] в виде таблеток UN диаметром 7,9 мм, герметично запакованных в тонкостенные контейнеры из нержавеющей стали. Образец,

сформированный из пяти таких контейнеров, располагался на столике внутри цилиндрического танталового нагревателя, который, в свою очередь, был окружен четырьмя цилиндрическими тепловыми экранами из листового тантала толщиной 0,05 мм. Измерения с UN были выполнены при температурах 293, 623, 923 и 1273К. Предельная температура лимитировалась материалом оболочки (нержавеющая сталь ЭП-823). Предварительно обработанные спектры рассеянных нейтронов, просуммированные по всем углам рассеяния, приведены на рис.1. Из этих спектров с использованием программного комплекса SLOWN [5] впервые восстановлены функции плотности фононных состояний UN для высоких температур (рис.2). Основные детали спектра, полученного для комнатной температуры, находятся в согласии с данными работы [6]. Нитрид урана обладает заметным магнитным рассеянием, вклад которого не учитывался на данном этапе обработки экспериментальных спектров, поэтому эти данные носят предварительный характер.



**Рис.2.** Функции плотности фононных состояний UN при высоких температурах. Наблюдаются две области колебаний с максимумами при передачах энергии  $\varepsilon \approx 14$  мэВ и  $\approx 50$  мэВ. Первая (акустическая) отвечает колебаниям тяжелых атомов урана, вторая (оптическая) – легких атомов азота. С ростом температуры происходит смягчение спектра колебаний за счет сдвига оптической части в область меньших энергий и трансформации акустической части спектра.

### Литература

1. E.Adamov, V.Orlov et.al. The next generation of fast reactors, Nuclear Engineering and Design, 173 (1997), p. 143-150.
2. А.З.Солонцов, В.П.Силин. Препринт ФИАН-24, 2003, 40 с.
3. М.Ион, Ж.А.Козлов, Г.Матееску, И.Падуреану, В.А.Семенов, Л.Крачун, С.Н. Рыпеану, В.М. Морозов, А.И.Опреа, К.Опреа, А.В.Пучков. Сообщение ОИЯИ Р13-2008-66, Дубна, 2008, 11с.
4. Б.Д.Рогозкин., Н.М.Степеннова, А.А.Прошкин, Атомная энергия **95**(3), 208 (2003).
5. Ю.В.Лисичкин, А.Г.Довбенко, В.А.Ефименко, А.Г.Новиков, Л.Д.Смиреникина, С.И.Тихонова. Вопросы атомной науки и техники. Сер. «Ядерные константы», вып.2(33), 12 (1979).
6. F.A.Wedgwood, J.Phys.C: Solid State Phys. **7**, 3203 (1974).

# АВТОКОРРЕЛЯЦИОННАЯ МИКРОДИНАМИКА ЖИДКОГО ЛИТИЯ И РАСПЛАВА ЛИТИЙ–ВОДОРОД: ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ НЕУПРУГОГО РАССЕЯНИЯ НЕЙТРОНОВ

Н.М. Благовещенский, А.Г. Новиков, В.В. Савостин

*Государственный научный центр РФ – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского, 249034, Обнинск, Россия*

Среди различных микродинамических характеристик вещества важное место занимает автокорреляционная скоростная функция (АКСФ), которая описывает корреляции между скоростями частицы в два различных момента времени. АКСФ является весьма широко обсуждаемой микродинамической характеристикой вещества. Это объясняется тем, что АКСФ, с одной стороны, доступна для теоретического расчета, а с другой стороны, представляет собой прямой результат при молекулярно-динамическом (МД) моделировании. АКСФ как функция времени определяется через спектр частот колебаний атомов  $g(\omega)$  вещества следующим образом [1]:

$$\Psi_{ACVF}(t) = \frac{\langle V(0)V(t) \rangle}{\langle V^2(0) \rangle} = \int_0^{\infty} g(\omega) \frac{h\omega}{kT} \operatorname{cth}\left(\frac{h\omega}{2kT}\right) \cos(\omega t) d\omega . \quad (1)$$

На рис. 1 показана АКСФ атомов жидкого лития при различных температурах. Видно, что при  $t > 0,12$  пс атом «забывает» свою начальную скорость. Положение минимума автокорреляционной функции указывает характерное время нахождения атомов в режиме «ближайших соседей», а также позволяет определить доминирующую частоту колебаний атомов в жидкости, что делает возможной оценку средней энергии колебаний атомов исследуемой жидкости. Для сравнения на рис. 2 приведены АКСФ для жидкого лития при различных температурах, полученные в настоящей работе, и с помощью МД-моделирования [2] для близких по величине температур. Из рис. 2 видны три главных отличия эксперимента и расчета: во-первых, эксперимент демонстрирует заметно более слабую зависимость АКСФ от температуры, во-вторых, положение минимума АКСФ, полученных из экспериментальных данных, соответствует более высоким энергиям колебаний атомов жидкости, и, в-третьих, экспериментальные кривые имеют более глубокий минимум. Существование этих трех различий следует понимать как некоторую неадекватность потенциала межатомного взаимодействия, использованного при МД-моделировании.

На рис. 3 и 4 демонстрируются попытки описания АКСФ с помощью сравнительно простой аналитической модели: АКСФ представляется в виде суперпозиции одной или двух гармоник колебаний по формуле [3]:

$$\Psi(t) \sim \sum_{i=1}^2 \exp\left(-\frac{t}{t_0}\right) \cos\left(\frac{\varepsilon_i}{\hbar} t\right) \quad (2)$$

Из приведенных рисунков видно, что использование суперпозиции двух гармоник позволяет добиться лучшего описания формы АКСФ по сравнению с использованием однокомпонентной модели. Величина  $t_0$ , получаемая при таком описании АКСФ, обычно трактуется как время жизни частицы в данном окружении, что иными словами может быть названо временем жизни окружения (временем структурной релаксации).

В современной теории жидкости принято считать, что процесс релаксации флуктуаций плотности включает в себя два механизма: быстрый, связанный с бинарными соударениями, и медленный, идущий через взаимодействие движения частицы с микродинамикой окружения [2]. Соответственно, предполагается, что существуют и два различных времени структурной релаксации, относящихся к быстрому и медленному процессам.

Использованная в данной работе методика обработки экспериментальных данных включает в себя разделение спектра рассеянных нейтронов на собственно неупругую и квазиупругую составляющие и их последующий отдельный анализ. В этой связи

анализируемые АКСФ не содержат в себе диффузионных эффектов, а носят чисто колебательную природу. На основании этих соображений можно предположить, что извлекаемое из анализа АКСФ время  $t_0$  относится к быстрому (т.е. бинарному) процессу.

Различие частотных спектров для лития и водорода в расплаве лития [4], находит свое полное отражение и в форме АКСФ, показанных на рисунке 5. Разница времен релаксации в чистом литии и расплаве литий-водород свидетельствует о том, что ближайшее окружение в литии оказывается более долгоживущим, чем это имеет место в расплаве литий-водород.

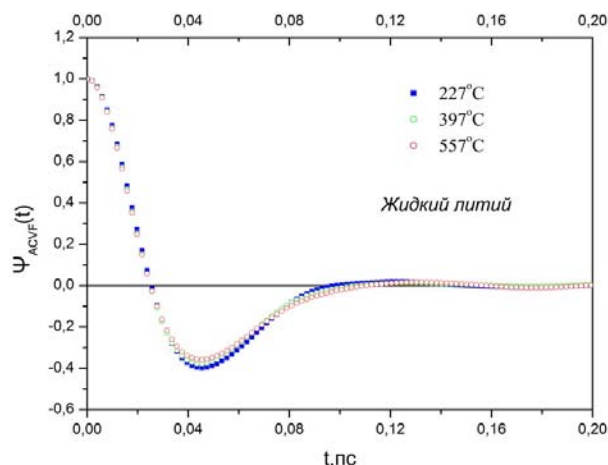


Рис. 1. АКСФ атомов жидкого лития при различных температурах.

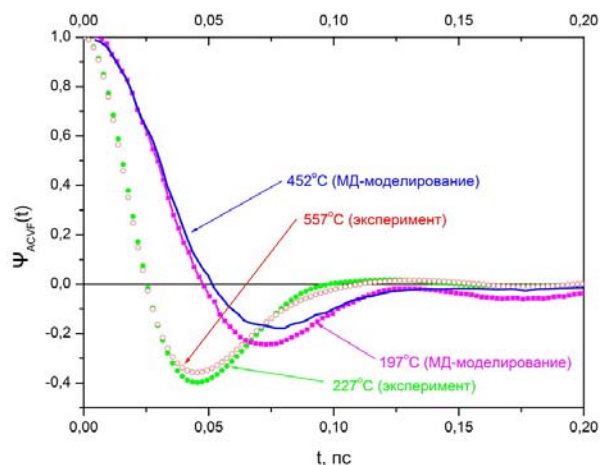


Рис. 2. АКСФ атомов жидкого лития в сравнении с результатами МД-моделирования для близких температур [2].

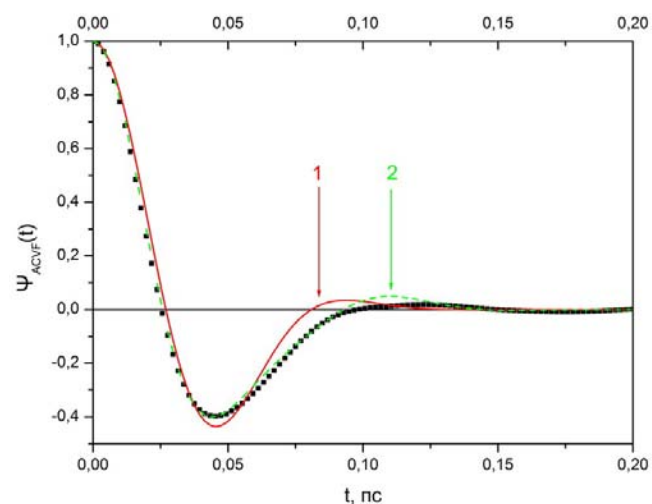


Рис. 3. Описание экспериментальной АКСФ при  $T = 227^\circ\text{C}$  однокомпонентной моделью (2) – 1, и двухкомпонентной моделью (2) – 2:  $\varepsilon_1 = 35.1$  мэВ,  $\varepsilon_2 = 66.3$  мэВ,  $t_0 = 0.067$  пс.

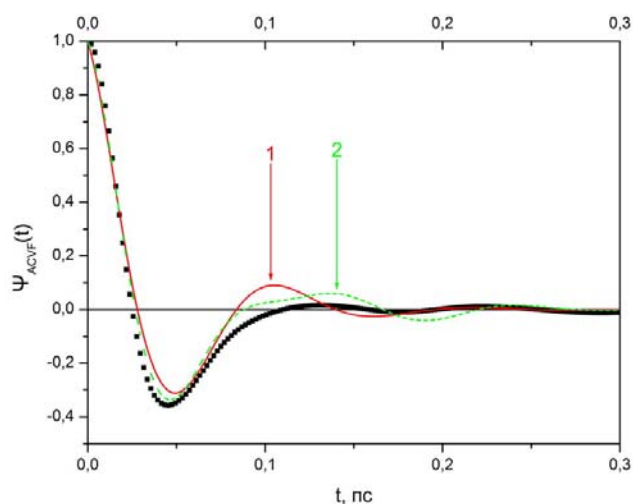


Рис. 4. Описание экспериментальной АКСФ при  $T = 557^\circ\text{C}$  однокомпонентной моделью (2) – 1, и двухкомпонентной моделью (2) – 2:  $\varepsilon_1 = 32.7$  мэВ,  $\varepsilon_2 = 52.5$  мэВ,  $t_0 = 0.061$  пс.

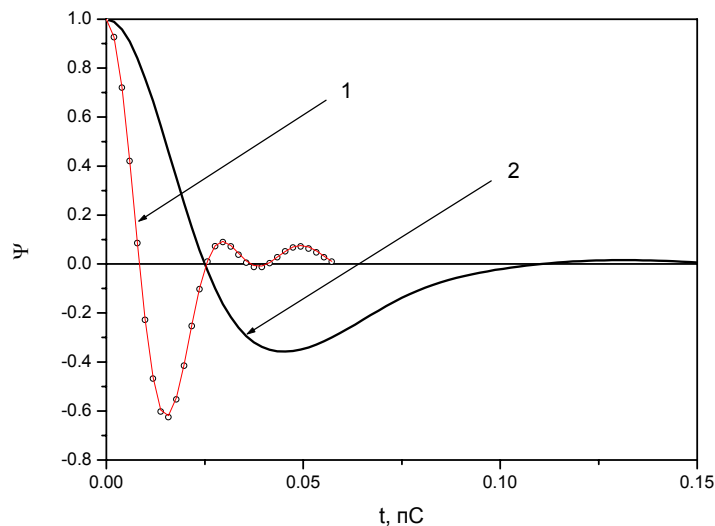


Рис. 5. Сравнение АКCF для лития и водорода в расплаве литий–водород: 1 – водород, 2 – литий.  $T = 830$  К.

### Литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
2. Canales M., Gonzalez D., Gonzalez L., Alemany M., Gallego L. Density fluctuations and single-particle dynamics in liquid lithium. 2000, Phys. Rev. B, v. 62, p. 12095.
3. Sharma S.K., Tankeshwar K. Self-diffusion coefficients of expanded rubidium. J. Phys.: Condens. Matter, 1996, v. 8, p. 1089.
4. Благовещенский Н.М., Морозов В.А., Новиков А.Г., Пашнев М.А., Савостин В.В., Шимкевич А.Л. Изучение микродинамики жидкого лития и расплава литий–водород методом неупругого рассеяния нейтронов: Кристаллография.2007, т. 52(3), с. 498 – 504.

## 5. PUBLICATIONS

### CONDENSED MATTER PHYSICS

#### 1. Atomic and magnetic structures (diffraction)

1. Dmitriev A.I., Lashkarev G.V., Butorin P.E., Sichkovskiy V.I., Radchenko M.V., Kovalyuk Z.D., Beskrovni A.I., Aleshkevych P., Szymczak R., Dobrowolski D., Minikaev R. Neutron Diffraction Study of Magnetic Transformations in InSe Layered Semiconductor. *Ukrainian Journal of Physics* 2008, vol.53, N 6 , p.562-568
2. Jazdzewska M., Sliwinska-Bartkowiak M., Beskrovnyy A.I., Vasilovskiy S.G. Melting behavior of water confined in carbon nanopores; structure of the confined ice. *Appl. Phys. Lett.* (in press).
3. Kichanov S.E., Kozlenko D.P., Wasicki J., Nawrocik W., Czarnecki P., Savenko B.N., Glazkov V.P. and Lathe C. Structural phase transitions in pyridinium perchlorate at high pressure. *Journal of Molecular Structure* (2008), v. 875, pp. 58-62.
4. Kozlenko D.P., Dubrovinsky L.S., Savenko B.N., Voronin V.I., Kiselev E.A., Proskurnina N.V.. Pressure-induced suppression of Wigner-crystal antiferromagnetic state in  $\text{La}_{0.33}\text{Ca}_{0.67}\text{MnO}_3$ . *Phys. Rev. B* (2008), v. 77, pp. 104444-1-6.
5. Kozlenko D.P., Mirebeau I., Park J.-G., Goncharenko I.N., Lee S., Park J., Savenko B.N. High pressure induced spin liquid phase of multiferroic  $\text{YMnO}_3$ . *Phys. Rev. B* (2008), v. 78, pp. 054401-1-5.
6. Nietz V.V. Precessing ball solitons in ferromagnet at the first order transition. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, (in press).
7. Nietz V.V. Transformation of precessing ball solitons into domains of new phase during the spin-flop phase transition in antiferromagnets. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, (in press).
8. Nietz V.V., Osipov A.A. Ball solitons and kinetics of the first order magnetic phase transition. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2008, v.320, pp 1464-1471.
9. Nietz V.V., Osipov A.A. Ball solitons in kinetics of the first order magnetic phase transition. *Communication JINR*, E17-2007-63, Dubna, 2007.
10. Nikolaev Ivan V., D'Hondt Hans, Abakumov Artem M., Hadermann Joke, Balagurov Anatoly M., Bobrikov Ivan A., Sheptyakov Denis V., Pomjakushin Vladimir Yu., Pokholok Konstantin V., Filimonov Dmitry S., Tendeloo Gustaaf Van, Antipov Evgeny V. . Crystal structure, phase transition and magnetic ordering in the perovskitelike  $\text{Pb}_{2-x}\text{Ba}_x\text{Fe}_2\text{O}_5$  solid solution. *Phys. Rev. B*, 2008, v.78, p. 024426 (1-12).

11. Trukhanov S.V., Kozlenko D.P., Trukhanov A.V. High hydrostatic pressure effect on magnetic of anion-deficient  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_x$  perovskite manganites. *J. Magn. Magn. Mater.* (2008), v. 320, pp. e88-91.
12. Wasicki J., Kozlenko D.P., Pankov S.E., Bilski P., Pajzderska A., Hancock B.C., Medek A., Nawrocik W., and Savenko B.N.. NMR search for polymorphic phase transformations in chlorpropamide form-A at high pressures. *J. Pharm. Sci.*, published (2008) online DOI 10.1002/jps.21471. (что это?)
13. Балагуров А.М., Бобриков И.А., Карпинский Д.В., Троянчук И.О., Помякушин В.Ю., Шептяков Д.В.. Последовательные структурные фазовые переходы в  $\text{Pr}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$  в диапазоне 10 – 1120 К. Письма в ЖЭТФ, 2008, т. 88(8), с. 607 - 613. (Balagurov A.M., Bobrikov I.A., Karpinsky D.V., Troyanchuk I.O., Pomjakushin V.Yu., Sheptyakov D.V.. Successive Structural Phase Transitions in  $\text{Pr}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$  in the Range 10–1120 K. *JETP Letters*, 2008, Vol. 88, No. 8, pp. 531–536).
14. Балагуров А.М., Бобриков И.А., Помякушин В.Ю., Шептяков Д.В., Бабушкина Н.А., Горбенко О.Ю., Картавцева М.С., Кауль А.Р. Влияние изотопического состава и микроструктуры на кристаллическое и магнитное фазовое состояние в  $\text{R}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ . ЖЭТФ, 2008, т.133 (3), с. 605-621. (A.M.Balagurov, I.A.Bobrikov, V.Yu.Pomjakushin, D.V.Sheptyakov, N.A.Babushkina, O.Yu.Gorbenko, M.S.Kartavtseva, A.R.Kaul “Effect of Isotopic Composition and Microstructure on the Crystalline and Magnetic Phase States in  $\text{R}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ ” *JETP*, 2008, Vol. 106, No. 3, pp. 528–541).
15. Благовещенский Н.М., Морозов В.А., Новиков А.Г., Савостин Д.В., Шимкевич А.Л.. Исследования микроструктуры расплава литий–азот методом дифракции нейтронов. Кристаллография, 2008, т. 53, № 1, с. 25 – 28. (Blagoveshchenskii N.M., Morozov V.A., Novikov A.G., Savostin V.V., Savostin D.V., Shimkevich A.L. Investigation of the lithium-nitrogen melt microstructure by neutron diffraction. *Crystallography Reports*, 2008, v. 53, № 1, pp. 14 – 17).
16. Благовещенский Н.М., Морозов В.А., Новиков А.Г., Савостин Д.В., Шимкевич А.Л.. Исследование микроструктуры расплава свинец–калий, барботированного тяжелой водой, методом дифракции нейтронов. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2008, № 2, с. 3 – 8. (Blagoveshchenskii N.M., Morozov V.A., Novikov A.G., Savostin V.V., Savostin D.V., Shimkevich A.L. Neutron diffraction investigation of the microstructure of lead-potassium melt bubbled with heavy water. *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2008, v. 2, № 1, pp. 80 – 85).



17. Галиева Е.А., Данилова Н.А., Пряничников С.В., Титова С.Г., Титов А.Н., Бобриков И.А., Балагуров А.М. Аномалии структуры и свойств диселенида титана, интеркалированного железом. Физика твердого тела, 2008, т.50(2), с.303-306. Galieva E.A., Danilova N.A., Prayanichnikov S.V., Titova S.G., Titov A.N., Bobrikov I.A., Balagurov A.M. Anomalies in the structure and properties of titanium diselenide intercalated by iron. Physics of the Solid State, 2008, v.50(2), pp.314-317.
18. Нитц В.В. Мощные импульсные источники нейтронов для исследований с импульсным магнитным полем. Кристаллография, 2008, том 53, № 3, с.562-565; V.V.Nietz. Power pulsed neutron sources for research with a pulsed magnetic field. Crystallography Reports, 2008, v. 53, No 3, pp. 526-529.
19. Нитц В.В., Осипов А.А. Шаровые солитоны в кинетике магнитных фазовых переходов первого рода. Новый механизм фазовой перестройки. Кристаллография, 2008, том 53, № 2, с.292-296; (V.V.Nietz, A.A.Osipov Ball Solitons in the Kinetics of Magnetic First-Order Phase Transitions:A New Mechanism of Phase Reconstruction. Crystallography Reports, 2008, v. 53, No 2, pp. 266-270).

## **2. Soft matter (small angle scattering and diffraction)**

1. D. V. Lebedev, M. V. Filatov, A. I. Kuklin, A. Kh. Islamov, J. Stellbrink, R. A. Pantina, Yu. Yu. Denisov, B. P. Toperverg, and V. V. Isaev-Ivanov. Structural Hierarchy of Chromatin in Chicken Erythrocyte Nuclei Based on Small-Angle Neutron Scattering: Fractal Nature of the Large-Scale Chromatin Organization. Crystallography Reports, 2008, Vol. 53, No. 1, pp. 110–115.
2. Gordeliy V. I. and Moiseeva E. S.. Crystallization of Membrane Proteins. In: Soft Matter: From Synthetic to Biological Materials, 2008, / ed.: J. K. G. Dhont, G. Gompper, G. Nägele, D. Richter, R. G. Winkler. – FZJ Juelich.
3. Gordeliy V. I. and E. S. Moiseeva. In meso Approaches to Membrane Protein Crystallization. In: "Molecules: Aggregation, Nucleation, Crystallization – Beyond Medical and Other Implications". WORLD SCIENTIFIC PUBLISHING CO. Singapor, 2008, New Jersey, London, In Press.
4. Karelov D. V., Lebedev D. V., Suslov A. V., Shalguev V. I., Kuklin A. I., Islamov A. Kh., Lauter H., Lanzov V. A. and Isaev-Ivanov V. V.. Large-scale structure of RecA protein from Deinococcus radiodurance and its complexes in solution. J. Phys.: Condens. Matter. Vol.20. Issue 10, 2008, p. 104215
5. Kessner D., Ruettinger A., Kiselev M.A., Wartewig S., Neubert R.H.H.. Properties of ceramides and their impact on the stratum corneum structure. A review, Part II: Stratum corneum lipid

- mixtures. *Skin Pharmacology and Physiology* 21 (2008) 58-74.
6. Kiselev M.A., Zemlyanaya E. V., Ryabova N.Y., Hauss T., Dante S., Lombardo D.. Water distribution function across the curved lipid bilayer: SANS study. *Chemical Physics* 345 (2008) 185-190.
  7. Moiseeva E. S., Reshetnyak A. B., Borshchevskiy V. I., Baeken C., Büldt G., Gordeliy V. I. Comparative Analysis of Quality of Membrane Protein Bacteriorhodopsin Crystals Obtained in Octylglucoside and Octylthioglucoside. *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2009, v 1, pp. 1-5 In Press.
  8. Reshetnyak A.B. , Borshchevskii V.I., Klare J., Moiseeva E.S., Engelhardt M., Buldt G., Gordeliy V.I.. Comparative Analysis of Sensory Rhodopsin II Structures in Complex with a Transducer and without It. *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2008, Vol. 2, No. 6, pp. 894–899.
  9. Ruettinger A., Kiselev M.A., Hauss Th., Dante S., Balagurov A.M., Neubert R.H.H. . Fatty acid interdigitation in stratum corneum model membranes: A neutron diffraction study. *Eur. Biophys. J.*, 2008, v. 37, pp. 759-771.
  10. Schroeter Annett, Kessner Doreen, Kiselev Mikhail A., Hauss Thomas, Dante Silva, Balagurov Anatoliy M., Neubert Reinhard H.H..Basic nanostructure of CER[EOS]/ CER[AP]/ CHOL/ FFA multilamellar membranes. A neutron diffraction study. *Biophysical Journal*, September-2008, (in press).
  11. Uhríková D., Kucherka N., Teixeira J., Gordeliy V., Balgavy P. Structural changes in dipalmitoylphosphatidylcholine bilayer promoted by Ca<sup>2+</sup> ions: a small-angle neutron scattering study. *Chemistry and Physics of Lipids* , 2008, 155, pp 80–89.
  12. Горшкова Ю. Е., Горделий В. И.. Исследование взаимодействия диметилсульфоксида с липидными мембранами с помощью малоуглового рассеяния нейтронов. *Кристаллография*, 2007, том 52, № 3, с. 584–588. (Gorshkova J. E., Gordeliy V. I. Investigation of the Interaction of Dimethyl Sulfoxide with Lipid Membranes by Small-Angle Neutron Scattering, ISSN 1063-7745, *Crystallography Reports*, 2007, Vol. 52, No. 3, pp. 535–539)
  13. Киселев М.А., Ермакова Е.В., Филиппова С.Н., Сургучева Н.А., Данте С., Хаус Т., Гальченко В.Ф., Структурная организация фосфолипидной компоненты клеточных мембран *Streptomyces hygroscopicus* по данным дифракции нейтронов, (направлено в журнал *Биофизика*). (название и ссылка English)
  14. Лебедев Д. В., Филатов М. В., Куклин А. И., Исламов А. Х., Штеллбринк И., Пантина Р. А., Денисов Ю. Ю., Топерверг Б. П., Исаев-Иванов В. В. Структурная иерархия хроматина ядер

эритроцитов курицы по данным малоуглового рассеяния нейтронов: фрактальная природа. Кристаллография, 2008, том 53, №1, с.111-116.

15. Рябова Н.Ю., Киселев М.А., Бескровный А.И., Балагуров А.М. Исследование структуры многослойных липидных мембран методом дифракции нейтронов в реальном времени. Физика твердого тела, ноябрь 2008, принята к печати.

### 3. Nanostructured materials (small-angle scattering)

1. Anitas E. M., Islamov A. Kh., Balasoiu M., Muresan C., Bica I., Kovalev Yu. S., Orelovich O. L., Kuklin A. I., Small angle neutron scattering and electron microscopy study of magnetic elastomers, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials* 2008, Vol.10, Issue 12, (to appear).
2. Avdeev M.V., Bica D., Vekas L., Aksenov V.L., Feoktystov A.V., Rosta L., Garamus V.M., Willumeit R.. Structural aspects of stabilization of magnetic fluids by mono-carboxylic acids. *Advanced Materials Research*, 2008, (in press).
3. Bakeeva R. F., E. M. Kosacheva, I. S. Razina, D. B. Kudryavtsev, Yu. S. Kovalev, A. I. Kuklin, L. A. Kudryavtseva, and V. F. Sopin. Influence of the Fluoride Ion on the Aggregation and Catalytic Properties of Micellar Solutions of Cetyltrimethylammonium Bromide. 2008, T.49, №5, pp.661-669.
4. Balasoiu M., Anitas E. M., Bica I., Osipov V. A., Orelovich O. L., Savu D., Savu S., Erhan R., Kuklin A. I. SANS of interacting magnetic micro-sized Fe particles in a stomaflex creme polymer matrix, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials Rapid Communications*, 2008, (in press).
5. Balasoiu M., Anitas E. M., Bica I., Osipov V. A., Orelovich O. L., Savu D., Savu S., Erhan R., Kuklin A. I. SANS of interacting magnetic micro-sized Fe particles in a stomaflex creme polymer matrix. Preprint JINR E3-2008-138.
6. Balasoiu M., Barsov S. G., Bica D., Vekas L., Vorobev S. I., Gritsaj K. I., Duginov V. N., Zhukov V. A., Komarov E. N., Koptev V. P., Kotov S. A., Mamedov T. N., Petrescu K., Shcherbakov G. V., MSR Study of the Properties of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Based Nanostructured Magnetic Systems”, Preprint JINR P14-2008-89.
7. Balasoiu M., Craus M. L., Kuklin A. I., Plestil J., Haramus V., Islamov A. Kh., Erhan R., Anitas E. M., Lozovan M., Tripadus V., Petrescu C., Savu D., Savu S., Bica I. Microstructure of magnetite doped elastomers investigated by SAXS and SANS. *JOAM*, vol.10, No.11, 2008, pp.2932-2936.

8. Balasoiu M., Craus M. L., Plestil J., Haramus V., Erhan R., Anitas E. M., Lozovan M., Kuklin A. I., Bica I. Microstructure of magnetite doped elastomers investigated by SAXS and SANS. Preprint JINR E14-2008-123.
9. Balasoiu M., Aksenov V.L, Bica D., Duginov D.N., Gritsaj K.I., Mamedov T.N., Tripadus V., Vekas L., Zhukov L.A.. Muon spectroscopy of a frozen ferrofluid. *Magneto hydrodynamics*, 2008, v.44, issue 1, 61-67.
10. Balasoiu M.. Aspecte ale microstructurii lichidelor magnetice. Editura Semne, ISBN 9789736245633, 2008, p. 130. Монография.
11. Balasoiu M., Barsov S. G., Bica D., Vekas L., Vorobev S. I., Gritsaj K. I., Duginov V. N., Zhukov V. A., Komarov E. N., Koptev V. P., Kotov S. A., Mamedov T. N., Petrescu K., Shcherbakov G. V..  $\mu$ SR Study of the Properties of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Based Nanostructured Magnetic Systems. *JETP Lett*, Vol. 88., Issue 3 , 2008, pp. 243-247. М.Балашою, С.Г.Барсов, Д.Бика, Л.Векаш, С.И.Воробьев, К.И.Грицай, В.Н.Дугинов, В.А.Жуков, Е.Н.Коморов, В.П.Коптев, С.А.Котов, Т.Н.Мамедов, К.Петреску, Г.В.Щербаков, Исследование свойств наноструктурированных магнитных систем на основе Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>  $\mu$ SR- методом, Письма в ЖЭТФ, Том 88, Вып.3, 2008, с.243-247.
12. Feoktystov A.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Petrenko V.I., Bulavin L.A., Bica D., Vekas L., Garamus V.M., Willumeit R.. Contrast Variation in Small-Angle Neutron Scattering from Magnetic Fluids Stabilized by Different Mono-Carboxylic Acids. *Advanced Materials Research*, 2008, accepted.
13. Kyzyma O.A., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Avdeev M.V., Tropin T.V., Korobov M.V., Snegir S.V., Rosta L.. Aggregation in C<sub>60</sub>/NMP, C<sub>60</sub>/NMP/water and C<sub>60</sub>/NMP/Toluene mixture. *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, 2008, v.16, pp 610-615.
14. Kyzyma O.A., L.A.Bulavin, V.L.Aksenov, M.V.Avdeev, T.V.Tropin, M.V.Korobov, S.V.Snegir, L.Rosta. Organization of fullerene clusters in the system C<sub>60</sub>/N-metyl-2-pyrrolidone. *Materials structure*, 2008, v.15, pp 17–20.
15. M. Balasoiu, V. L. Aksenov, Neutron depolarization and mSR studies of ferrofluids, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, Vol.10, Issue 12, 2008 (to appear).
16. Petrenko V.I., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Rosta L.. Effect of surfactant excess in non-polar ferrofluids probed by small-angle neutron scattering. *Advanced Materials Research*, 2008 (in press).

17. Petrenko V.I., Avdeev M.V., Almásy L., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Rosta L., Garamus V.M.. Interaction of mono-carboxylic acids in benzene. Data of small-angle neutron scattering. *J. Col. Surf. A*, 2008, (in press).
18. Petrenko V.I., Avdeev M.V., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Almasy L., Rosta L., Garamus V.. Structure features of ferrofluids stabilization. Труды VIII всероссийской научной конференция молодых ученых и специалистов, ОИЯИ Дубна Дубна, Россия, 2008. с.154-157.
19. Rajewska A. SANS study of two nonionic surfactants in water micellar solutions. *Pramana J. of Physics*, v.71, № 5 ( 2008 ) 15.
20. Rogachev A. V., Cherny A. Yu., Ozerin A. N., Muzafarov A. M., Tatarinova E. A., Islamov A. Kh., Gordeliy V. I., Kuklin A. I. Revealing inner structure of the polycarbosilane dendrimers from small-angle neutron scattering data. *Journal of Physics: Conference Series* 129, 2008, 012041.
21. Soloviev A.G., Stadnik A. V., Islamov A. H. and Kuklin A. I. Fitter. The package for fitting a chosen theoretical multi-parameter function through a set of data points. Application to experimental data of the YuMO spectrometer. Version 2.1.0. Long Write-Up and User's Guide. Communication of JINR E10-2008-2, Dubna.
22. Tropin T.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L.. Small-angle Neutron Scattering Study of C60/CS2 Solutions. *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, 2008, v. 16, pp 616-621.
23. Vekas L., Avdeev M.V., Bica D.. Magnetic Nanofluids: Synthesis and Structure, in: *Nanoscience and Its Applications in Biomedicine*. Ed. Donglu Shi, Springer Verlag, 2008, Chapter 25, pp. 645-704.
24. Авдеев М.В., Боднарчук И.А., Петренко В.И., Холмуродов Х.Т., Ярадайкин С.П. Определение предельного парциального молярного объема растворов монокарбокислых кислот в бензоле методом молекулярно-динамического моделирования. *Журнал физической химии*. (Принято в печать). (Avdeev M.V., Bodnarchuk I.A., Petrenko V.I., Kholmurodov Kh.T., Yradaikin S.P. Limit partial molar volume of mono-carboxylic acids in benzene by molecular dynamics simulation. *Russian Journal of Physical Chemistry A*. (in press).
25. Авдеев М.В., Тропин Т.В., Аксенов В.Л., Рошта Л., Холмуродов М.Т.. К вопросу об образовании кластеров фуллерена в сероуглероде. Данные малоуглового рассеяния нейтронов и молекулярной динамики. *Поверхность.Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*, 2008, т.12, с 5-8 (Avdeev M.V., Tropin T.V., Aksenov V.L., Rosta L., Kholmurodov M.T.. On the question of fullerene cluster formation and growth in carbon disulfide solutions. Small-angle neutron scattering and molecular dynamics data. *J. Surf. Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2008, v.2, pp 819-825.)

26. Аксенов В.Л., Тропин Т.В., Кизима Е.А., Авдеев М.В., Коробов М.В., Рошта Л.К вопросу об образовании кластеров фуллерена C60 в азот-содержащих растворителях, Физика твердого тела, (2008) Принято в печать. (Aksenov V.L., Tropin T.V., Kyzyma O.A., Avdeev M.V., Korobov M.V., L.Rosta. On fullerene cluster formation in nitrogen-containing solvents. Physics of the Solid State. 2008, (in press).)
27. Бакеева Р. Ф, Косачева Э. М., Разина И. С., Кудрявцев Д. Б., Ковалев Ю.С., Куклин А. И., Кудрявцева Л. А., Сопин В. Ф. Влияние фторид-иона на агрегационные и каталитические свойства мицеллярных растворов цетилтриметиламмоний бромида. Кинетика и катализ, 2008, Т.49, №5, с.661-669.
28. Кизима О.А., Булавин Л.А., Авдеев М.В., Снегир С.В., Аксьонов В.Л..Эффект добавления воды в систему C60/N-метил-2-пирролидон. Вісник Київ. ун-ту, серія: фіз.-мат. науки 2007, т. 4 , с 331–333. (Kyzyma O.A., Bulavin L.A., Avdeev M.V., Snegir S.V., Aksenov V.L.. Effect of water addition in the system C60/N-methyl-2- pyrrolidone. Bulletin of University of Kyiv Series: Physics & Mathematics 2007, v.4, pp 331-333, published in 2008, in Ukrainian)
29. Кизима Е.А., Авдеев М.В., Аксенов В.Л., Булавин Л.А., Снегир С.В.. Реорганизация кластеров фуллерена в системе C60/N-метил-пирролидон/вода. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2008,т. 12, с 1-4.(О.А.Кyzyma, М.В.Аvdeev, V.L.Aksenov, L.A.Bulavin, S.V.Snegir. Reorganization of fullerene clusters in the system C60/N-metyl-2-pyrrolidone/water. J. Surf. Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2008 (in press))
30. Куклин А.И.. Исследование структуры нанодисперсных пористых полимерных объектов методом малоуглового нейтронного и рентгеновского рассеяния. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. 14-2008-151, Издательский отдел ОИЯИ, Дубна.
31. Петренко В.И., Авдеев М.В., Аксенов В.Л., Булавин Л.А., Рошта Л.. Магнитные жидкости при избытке поверхностно-активных веществ по данным малоуглового рассеяния нейтронов. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2008. Принято в печать. (Petrenko V.I., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Rosta L., Magnetic fluids with the excess of surfactants. Data of small-angle neutron scattering. J. Surf. Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2008 (in press))
32. Петренко В.И., Аксенов В.Л., Авдеев М.В., Булавин Л.А., Рошта Л., Векаш Л., Гарамус В.М., Виллумайт Р.. Анализ структуры водных феррожидкостей методом малоуглового нейтронного рассеяния. Физика твердого тела, 2008. Принято в печать. (Petrenko V.I.,

Aksenov V.L., Avdeev M.V., Bulavin L.A., Rosta L., Vekas L., Garamus V.M., Willumeit R.. Structure analysis of water-based ferrofluids by means of small-angle neutron scattering. *Physics of the Solid State*, 2008, (in press.)

33. Петренко В.І., Булавін Л.А., Авдєєв М.В., Аксьонов В.Л., Векаш Л., Рошта Л.. Аналіз структури магнітних рідинних систем методом нейтронного розсіяння. Вісник Київ. ун-ту, серія: фіз.-мат. науки 2007, т.4. с. 362-364 (издано в 2008); (Petrenko V.I., Bulavin L.A., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Vekas L., Rosta L.. Analysis of the structure of ferrofluids by neutron scattering. *Bulletin of University of Kyiv Series: Physics & Mathematics* 2007, v.4, pp 362-364, published in 2008, in Ukrainian)
34. Петренко В.І., Булавін Л.А., Авдєєв М.В., Аксьонов В.Л., Рошта Л., Нейтронні дослідження взаємодії молекул поверхнево-активних речовин в неполярному розчиннику. Укр. фіз. Журнал, 2008, т.53, с 229-234. (Petrenko V.I., Bulavin L.A., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Rosta L.. Neutron investigations of the interaction of surfactant molecules in non-polar solvent. *Ukr. J. Phys.*, 2008, v.53, pp 229-233)
35. Петренко В.І., Булавін Л.А., Авдєєв М.В., Аксьонов В.Л., Рошта Л.. Нейтронні дослідження стабільності рідинної системи. Журнал фізичних досліджень, 2008, т.12, с. 3201-3205. (Petrenko V.I., Bulavin L.A., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Rosta L.. Neutron investigations of magnetite/oleic acid/benzene ferrofluids stability with the excess of surfactant. *J. Phys. Stud*, 2008, v. 12, pp 3201-3205, in Ukrainian)
36. Феоктистов А.В., Авдеев М.В., Аксенов В.Л., Булавин Л.А., Бика Д., Векаш Л., Гарамус В.М., Виллумаит Р.. Вариация контраста в малоугловом рассеянии нейтронов на магнитной жидкости магнетит/миристиновая кислота/бензол. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2008. Принято в печать. (Feoktystov A.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Bica D., Vekas L., Garamus V.M., Willumeit R.. Contrast variation in small-angle neutron scattering from magnetic fluid magnetite/myristic acid/benzene. *J. Surf. Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2008, (in press))
37. Феоктистов А.В., Булавин Л.А., Авдеев М.В., Векаш Л., Гарамус В.М., Виллумаит Р.. Малокутове Розсіяння Нейтронів Магнітними Водними Системами, які Стабілізовані Монокарбоксільними Кислотами. Український Фізичний Журнал, 2008, прийнято в печать. Feoktystov A.V., Bulavin L.A., Avdeev M.V., Vekas L., Garamus V.M., Willumeit R.. Small-Angle Neutron Scattering on Magnetic Water Systems Stabilized by Monocarboxylic Acids. *Ukr. J. Phys.*, 2008 (in press)

#### 4. Thin films (reflectometry, polarized neutrons)

1. Aksenov V. L., Nikitenko Yu.V., Proglyado V.V., Khaidukov Yu.N., Gavrilov V.N., Raitman E., Bottyan L., Nagy D.L. Investigation of the Ultrasonic Wave Influence on Magnetic Ordering in a  $20 \times [\text{Fe}(20\text{\AA})/\text{Cr}(12\text{\AA})]/\text{MgO}$  Layered Structure. *Crystallography Reports*, 2008, vol. 53, No. 5, pp. 729-733; published in *Kristallografiya*, 2008, vol.53, No. 5, pp. 775-779. (русское название и журнал)
2. Bodnarchuk V.I., Kraan W.H., Rekveldt M.T., Ioffe A., Neutron spin turners with a rotating magnetic field: first experiments. *Meas. Sci. Technol*, 2008, v.19, p 03401.
3. Deak L., Spiering H., Bottyan L., Nagy D.L., Khaidukov Yu. N. and Yoda Y.. Perturbative Theory of Grazing-Incidence Diffuse Nuclear Resonant Scattering of Synchrotron Radiation. *Phys. Rev.*, 2008, B 76 (22) pp.
4. Ignatovich V.K., Nikitenko Yu.V.. Experimental opportunity to investigate layered magnetic structures with the help of oscillating magnetic field. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 2008, (in press).
5. Ioffe A., Bodnarchuk V., Bussmann K., Mueller R., Georgii R.. A new neutron spin-echo spectrometer with time-gradient magnetic fields: First experimental test. *Nucl. Instr. Methods*, 2008, A 586, pp 36-40.
6. Jernenkov M., Klimko S., Lauter-Pasyuk V., Toperverg B.P., Milyaev M., Romashev L., Ustinov V., Lauter H., Aksenov V.. Larmor precession reflectometry for magnetic film studies. *Nucl. Instr. Methods*, 2008, A 586, pp 116-118.
7. Kozhevnikov S.V., Ott F., Paul A., Rosta L.. Resonances and off-specular scattering from neutron waveguides. *European Journal of Physics Special Topics*. 2008 (in press).
8. Kozhevnikov S.V., Ott F.. Data representations in off-specular neutron reflection. 2008, принято в журнал *Физика Твёрдого Тела*.
9. Аксенов В.Л., Никитенко Ю.В., Хайдуков Ю.Н., Вдовичев С.Н., Борисов М.М., Морковин А.Н., Мухамеджанов Э.Х.. Сосуществование сверхпроводимости и ферромагнетизма в наноструктуре  $\text{Nb}(500\text{\AA})/\text{Fe}(39\text{\AA})/[\text{Si}(34\text{\AA})/\text{Mo}(34\text{\AA})]_{40}/\text{Si}$ , 2008, направлено в *Поверхность*. (английское название)
10. Жерненков М.Н., Аксёнов В.Л., Климко С., Лаутер-Пасюк В.В., Лаутер Х., Топерверг Б.П., Миляев М.А., Ромашев Л.Н., Устинов В.В., Рефлектометрия с ларморовской прецессией для исследования многослойных структур. *Кристаллография*, 2008, т .53, с 334-341. (Zhernenkov M.N., Aksenov V.L., Klimko S., Lauter-Pasyuk V.V., Lauter H., Toperverg B.P., Milyaev M.A.,



Romashev L.N., Ustinov V.V.. Larmor procession reflectometry for studying multilayers. *Crystallography Reports*, 2008, v.53, pp 308-315.)

## 5. Atomic and magnetic dynamics (inelastic neutron scattering)

1. Blagoveshchenskii N.M., Morozov V.A., Novikov A.G., Pashnev M.A., Shimkevich A.L., Sobolev O.V.. Quasielastic neutron scattering and diffusion in liquid lithium and lithium–hydrogen melt, *J. of Physics: Condens. Matter*, 2008, v. 20, p. 104201 – 104204.
2. Blagoveshchenskiy N.M., Loginov N.I., Morozov V.A., Novikov A.G., Pashnev M.A., Savostin V.V. and Shimkevich A.L.. Investigations of diffusion processes in liquid lithium and lithium–hydrogen melt by quasielastic neutron scattering. *J. Phys. Conf. Series*. 98, 2008, 022014.
3. Hołderna-Natkaniec K., Natkaniec I., Jakubas R., Nowak D., Medycki W.. Internal dynamics of (C<sub>3</sub>N<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>5</sub>Bi<sub>2</sub>Cl<sub>11</sub> studied by IINS, H<sup>1</sup>NMR and QC methods. *Journal of Molecular Structure*, 2008, v. 891, pp 143-150.
4. Holderna-Natkaniec K., Natkaniec I., Mikuli E., Swiergiel J., Khavryutchenko V.D., Jakubas R.. IINS, FT-IR and DFT study of the internal dynamics of [4apyH]SbCl<sub>4</sub>. *Acta Physica Polonica A*, 2008, v. 113, p 1117.
5. Juszynska E., Holderna-Natkaniec K., Massalska-Arodz M., Natkaniec I., Sciesinska E., Sciesinski J.. IINS, MIR and DFT investigations of vibrational spectra of 3,3-dimethyl-1-butanol and 3,3-dimethyl-2-butanol. *Acta Physica Polonica A*, 2008, v.113, pp 1131-1143.
6. Juszynska E., Massalska-Arodz M., Natkaniec I., Krawczyk J. Neutron scattering studies of solid-state polymorphism in dimethyl butanol glass formers. *Physica B*, 2008, v. 403, pp 109–114.
7. Khavryuchenko V.D., Natkaniec I., Tarasenko Yu.O., Khavryuchenko O.V., Alekseev S.A., Lisnyak V.V.. Characterization of sol-gel-derived polyhydridosiloxane pre-ceramic polymer. *Materials Chemistry and Physics*, 2008, v. 108, pp 24-28.
8. Majerz I., Natkaniec I.. Vibrations of the OHO hydrogen bond in t-butanol. *Chemical Physics Letters*, 2008, v. 465, pp 86-91.
9. Okwieka U., Szostak M.M., Misiaczek T., Turowska-Tryk I., Natkaniec I., Pavlukoje A.. Spectroscopic, structural and theoretical studies of 2-methyl-4-nitroaniline (MNA) crystal. Electronic transitions in IR. *J. Raman Spectrosc.*, 2008, v. 39, pp 849-862.
10. Pokotilovski Yu. N., Natkaniec I., Hołderna-Natkaniec K. The experimental and calculated density of states and UCN loss coefficients of perfluoropolyether oils at low temperatures. *Physica B*, 403 (2008), pp 1942-1948.

11. Prager M., Grimm H., Natkaniec I., Nowak D., Unruh T. The dimensionality of ammonium reorientation in  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ : the view from neutron spectroscopy. *J. Phys.: Condens. Matter* 20 (2008) 125218, pp11.
12. Skomorokhov A.N., Trots D.M., Sashin I.L., Fuess H., Jadrowskii E.L., Ovchinnikov S.G.. Phonon density of states in  $\gamma$ -,  $\beta$ - and  $\alpha$ -  $\text{AgCuS}$ . *Физика Твёрдого Тела*, 50, вып.2, 2008, с.307-310. (русское название)
13. Благовещенский Н.М., Морозов В.А., Новиков А.Г., Пашнев М.А., Савостин В.В., Савостин Д.В. Исследование микродинамики жидкого лития методом неупругого рассеяния нейтронов. Труды регионального конкурса научных проектов в области естественных наук, Издательство АНО "Калужский научный центр", Вып.13, 2008, с.361.
14. Ион М., Козлов Ж.А., Матиеску Г., Падуреану И., Семенов В.А., Рапеану С.Н., Крачун Л., Морозов В.М., Опря А.И., Опря К., Пучков А.В., Высокотемпературный термостат для нейтронных измерений TS3000K на спектрометре ДИН-2ПИ реактора ИБР-2. Сообщение ОИЯИ Р13-2008-66, 2008, 17с.
15. Калинин И.В., Кац Е., Коза М., Лаутер В.В., Лаутер Х., Пучков А.В., Обнаружение сверхтекучей фазы в твердом гелии. Письма в ЖЭТФ, 87, вып.11, 2008, с.743-746. (английское название)
16. Калинин И.В., Лаутер-Пасюк В.В., Пучков А.В.. Нейтронография атомарных пленок жидкого гелия в терморасширенном графите. Труды регионального конкурса научных проектов в области естественных наук, Издательство АНО "Калужский научный центр", 2008, Вып.13, с.90.
17. Смирнов Л.С., Возник К., Доминиак П., Лоозе А., Натканец И., Фронтасьева М.В., Помякушина Е.В., Баранов А.И., Долбина В.В. Уточнение кристаллической структуры  $[\text{Rbx}(\text{NH}_4)_{1-x}]\text{H}(\text{SO}_4)_2$ . I. Рентгеновская и нейтронная монокристаллическая дифракция фазы II с  $x=0.11$  при 300. *Кристаллография*, 53(2), 2008, с. 232-241. Smirnov L.S., Wozniak K., Dominiak P., Loose A., Natkaniec I., Frontasyeva M. V., Pomyakushina E.V., Baranov A. I., Dolbinina V V. Refinement of the Crystal Structure of  $[\text{Rbx}(\text{NH}_4)_{1-x}]\text{H}(\text{SO}_4)_2$  ( $x = 0.11$ ) by Single-Crystal X-ray and Neutron Diffraction: I. Phase II at 300 K. *Crystallography Reports*, 2008, Vol. 53, No. 3, pp. 418–427.

## 6. Applied studies (texture, stresses, geological materials)

1. Taran Yu.V., Balagurov A.M., Sheverev S.G., Schreiber J., Korsunsky A.M., Vorster W.J.J., Bomas H., Stoeberl C. Neutron diffraction investigation of an in-plane biaxial fatigued stainless steel sample of cruciform geometry. *J. Phys.: Condens. Matter*, 2008, v.20, p.104257 (6).
2. Taran Yu. V., Balagurov A. M., Schreiber J., Stuhr U.. Residual stresses in a shape welded steel tube by neutron diffraction. *J. Phys.: Condens. Matter*, 2008, v.20, p.104258 (4).
3. Taran Yu.V., Balagurov A.M., Schreiber J., Korsunsky A.M. .Neutron diffraction analysis of stresses in an in-plane biaxially-fatigued stainless steel sample of cruciform geometry. *Materials Science Forum*, 2008, v. 571-572, pp. 131-136.
4. Sheverev S.G., Markova G.V., Sumin V.V. .In Situ Neutron Diffraction Study of Internal Stresses in 60% Mn-40% Cu Alloy Introduced by Ageing. *Solid State Phenomena: Interaction Between Defects and Inelastic Phenomena in Solids*, 2008, v. 137, pp 163 – 168.
5. Сумин В.В., Шеверев С.Г., Ведерников П.А., Schneider R., Wimproy R., Балагуров А.М. Результаты измерения остаточных деформаций в корпусе реактора ВВЭР-1000. *Физика твердого тела*, ноябрь 2008, принята к печати.
6. Никишин А.В., Николаев Д.И. Анализ вычисления усредненных упругих свойств материалов, имеющих не круговой характер полюсных фигур. *Кристаллография*, 2008, том 53, № 3, с. 526-529. Nikishin, A.V., Nikolaev D.I. Calculation of averaged elastic properties of materials having noncircular character of pole figures. *Crystallography Reports*, 2008, 53 (3), pp 493-496.
7. Scheffzük Ch., Walther K., Frischbutter A., Naumann R., Brovkin, I.V. Residual strain and texture of an anhydrite-dolomite-specimen, sampled in the Piora-syncline (Central Switzerland). *Z. geol. Wiss*, 2008, v. 36 (1-2), pp 39-60.
8. Siegesmund S., Mosch S., Scheffzük Ch. , Nikolayev D.I... The bowing potential of granitic rocks: Rock fabrics, thermal properties and residual strain. *Environ. Geol.* 2008, v. 55, pp 1437-1448.
9. Walther K., Scheffzük Ch., Frischbutter A., Naumann R., Brovkin I.V. A “Zuckerdolomit”-sample from the Piora Mulde (Switzerland), studied by an in situ applied load experiment using neutron time-of-flight diffraction. *Z. geol. Wiss*, 2008, v. 36 (3), pp 123-138.
10. Никитин А.Н., Иванкина Т.И., Уллемайер К., Васин Р.Н. Аналогичные кристаллографические текстуры кварца в горных породах континентальной земной коры по данным нейтронографии. Часть I. Типизация текстур в мономинеральных горных породах. *Кристаллография*, 2008, т. 53, № 5, с 902-909. Nikitin A.N., Ivankina T.I., Ullemeyer K., Vasin

- R.N. Similar quartz crystallographic textures in rocks of continental Earth's crust (by neutron diffraction data): I. Quartz textures in monomineral rocks. *Crystallography Reports*, 2008, Vol.53, № 5, pp 812-818.
11. Никитин А.Н., Иванкина Т.И., Уллемайер К., Васин Р.Н. Аналогичные кристаллографические текстуры кварца в горных породах континентальной земной коры по данным нейтронографии. Часть II. Типизация текстур в многофазных горных породах. *Кристаллография*. 2008, т. 53, № 5, с 910-918. Nikitin A.N., Ivankina T.I., Ullemeyer K., Vasin R.N. Similar quartz crystallographic textures in rocks of continental Earth's crust (by neutron diffraction data): II. Quartz textures in multiphase rocks. *Crystallography Reports*, 2008, Vol.53, № 5, pp 819-827.
  12. Никитин А.Н., Иванкина Т.И., Уллемайер К., Васин Р.Н. Аналогичные кристаллографические текстуры кварца в горных породах континентальной земной коры по данным нейтронографии. Часть III. Связь типов текстур кварца с механизмами и условиями текстурообразования. *Кристаллография*. 2008, т. 53, № 5, с 919-928. Nikitin A.N., Ivankina T.I., Ullemeyer K., Vasin R.N. Similar quartz crystallographic textures in rocks of continental Earth's crust (by neutron diffraction data): III. Relation of quartz texture types with means and conditions of texture formation. *Crystallography Reports*, 2008, Vol.53, № 5, pp 828-836.
  13. Kern H., Ivankina T.I., Nikitin A.N., Lokajicek T., Pros Z. The effect of oriented microcracks and crystallographic and shape preferred orientation on bulk elastic anisotropy of a strongly foliated biotite gneiss. *Tectonophysics*. 2008, Vol.457, № 3-4, pp 143-149.
  14. Родкин М.В., Никитин А.Н., Васин Р.Н. Сейсмотектонические эффекты твердотельных превращений в геоматериалах. М.: Геос, 2008, 220 с. (Монография, поддержана грантом РФФИ, № 08-05-07049).
  15. Базалеев Н.И., Бандурян Б.Б., Воробьев И.Б., Иванкина Т.И., Клепиков В.Ф., Литвиненко В.В., Лонин Ю.Ф., Никитин А.Н. и др. Радиационные методы оценки рисков захоронения радиоактивных отходов в горных породах. *Энергетика, економіка, технології, екологія. Науковий журнал. Національний технічний університет України*. 2008, № 2 (21), с.78-84.
  16. Никитин А.Н., Иванкина Т.И., Игнатович В.К. Особенности распространения продольных и поперечных упругих волн в текстурированных горных породах. *Физика Земли*, 2008, принято к печати. *Сообщения ОИЯИ*, 2008, P18-2008-50.
  17. Никитин А.Н., Васин Р.Н., Родкин М.В. Возможное влияние полиморфных переходов в минералах (на примере кварца) на сейсмотектонические процессы в литосфере. *Физика Земли*, 2008, принято к печати.

18. Kern H., Mengel K., Strauss K.W., Ivankina T.I., Nikitin A.N., Kukkonen I.T. 2008: Elastic wave velocities, chemistry and modal mineralogy of crustal rocks sampled by the Outokumpu Scientific Drill Hole: evidence from lab measurements and modeling. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* (in press).
19. Rudaev V., Locajicek T., Vasin R.V., Nikitin A.N. Application of acoustic emission and ultrasonic sounding for assessment of heating influence to rock samples fracturing. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2008 (in press).

## 7. Reports at Schools and Conferences

1. Anitas E, Islamov A.Kh, Erhan R. BalasoIU M., Bica I, Osipov V.A., Kuklin A.I.. SANS of interacting microsized particles in a polymer matrix., Moscow International Symposium on Magnetism (MISM'08), June 20-25 2008, Book of Abstracts, p. 462, 23 PO-3-17.
2. Avdeev M.V. Introduction to small-angle neutron scattering. Lecture, 2008 Summer Student Practice in JINR Fields of Research, 29.06.-20.07.2008, Dubna, Russia.
3. Avdeev M.V. Structure research of magnetic colloidal systems for biomedical applications, JINR days in Hungary, December 3-7, Budapest, Hungary.
4. Avdeev M.V., Bica D., Vekas L., Aksenov V.L., Feoktystov A.V., Rosta L., Garamus V.M., Willumeit R. Structural aspects of ferrofluids stabilization with mono-carboxylic acids, 4th International Conference «Physics of Liquid Matter: Modern Problems (PLMMP-2008)», May 23-26, Kyiv, Ukraine.
5. Avdeev M.V., Bica D., Vekas L., Aksenov V.L., Feoktystov A.V., Rosta L., Garamus V.M., Willumeit R. Structural aspects of stabilization of magnetic fluids by monocarboxylic acids, Moscow International Symposium on Magnetism 2008 (MISM-2008), June 20-25, Moscow, Russia.
6. Avdeev M.V., Feoktystov A.V., Aksenov V.L., Vekas L., Garamus V.M., Willumeit R. Structural Aspects of Stabilization of Ferrofluids by Small-Angle Neutron Scattering, Deutsche Neutronenstreutagung 2008, September 15-17, Garching, Germany.
7. Avdeev M.V., Petrenko V.I., Feoktystov A.V., Bodnarchuk V.I., Tropin T.V., Willumeit R., Garamus V.M., Schuster A., Mucha B., Aksenov V.L., Porokhova A.V., Lamszus L. Structural aspects of biocompatible ferrofluids by scattering methods: stabilization, properties control and applications, Workshop Helmholtz-JINR, June 24, 2008, Dubna, Russia.
8. Avdeev M.V., Rozhkova N.N., Aksenov V.L., Garamus V.M., Willumeit R., Ōsawa E. Aggregate Structure in Concentrated Liquid Dispersions of Ultrananocrystalline Diamond by Small-Angle

- Neutron Scattering, 3rd International Symposium on Detonation Nanodiamonds: Technology, Properties and Applications, July 1–4, 2008, St Petersburg, Russia.
9. Balagurov A.M. ADVANCED NEUTRON DIFFRACTION AT PULSED SOURCES: NEW IDEAS, NEW TECHNIQUE, NEW SCIENCE. 13th International Seminar on “Neutron Scattering Investigation in Condensed Matter”, Adam Mickiewicz University, May 8 –10, 2008, Poznan, Poland.
  10. Balagurov A.M. NEUTRON DIFFRACTION AT PULSED SOURCES. 53rd Annual Conference of the South African Institute of Physics (SAIP), 8 – 11 July 2008, University of Limpopo, Polokwane, SA.
  11. Balasoïu M, Aksenov V.L., Bica D., Vekas L., Barsov S.G., Vorobev S.I., Gritsaj K.I., Duginov V.N., Komarov E.N., Koptev V.P., Kotov S.A., Mamedov T.N., Mikirtychyants C.M., Shcherbakov G.V., Tripadus V. Muon and muonium fractions behavior in ferrofluids. Moscow International Symposium on Magnetism (MISM’08), June 20-25 2008, Book of Abstracts, pag.401, 23RP-F-4
  12. Balasoïu M, Craus M.L., Anitas E.M, Erhan R., Kuklin A.I., Islamov A.Kh, Kovalev Yu.S., Ivankov A.I., Lozovan M., Muresan C., Tripadus, Savu D., Savu S., Bica I. Physical modifications induced in elastomers by Fe particles doping. Moscow International Symposium on Magnetism (MISM’08) June 20-25 2008, Book of Abstracts, pag.454, 23 PO-3-9
  13. Balasoïu M, Craus M.L., Haramus V, Plestil J., Kuklin A.I., Erhan R., Anitas E.M, Lozovan M., Schreyer A., Tripadus V., Bica I. Magnetic microstructure of magnetite doped elastomers investigated by SANS and SAXS. Moscow International Symposium on Magnetism (MISM’08), June 20-25 2008, Book of Abstracts, pag.234, 22RP-E-7
  14. Balasoïu M. Magnetic fluids and their applications. Invited lecture, 13 International Seminar on Neutron Scattering 8-10 May , Poznan, Poland.
  15. Balasoïu M., Aksenov V.L., Bica D., Vekas L., Barsov S.G., Vorobev S.I., Gritsaj K.I., Duginov V.N., Zhukov V.A., Komarov E.N., Koptev V.P., Kotov S.A., Mamedov T.N., Shcherbakov G.V., Petrescu C. Investigation of magnetite ferrofluid by means of positive polarized muons. IBWAP2008, Constanta 7-9 July 2008.
  16. Balasoïu M., Anitas E., Bica I., Erhan R., Orelovich O.L., Osipov V., Kuklin. A.I. SANS of interacting magnetic micro-sized Fe particles in a stomaflex creme polymer matrix. ERM08 Dresden, 25-29 August 2008.
  17. Balasoïu M., Bica I., anitas E.M., Islamov A.Kh., Erhan R., Osipov V.A., Kuklin A.I. SANS of interacting magnetic micro-sized Fe particles in a stomaflex creme polymer matrix. CNF 2008 Bucuresti, September

18. Balasoiu M., Craus M.L., Kuklin A.I., Plestil J., Haramus V., Islamov A.H., Erhan R., Anitas E.M., Lozovan M., Tripadus V., Petrescu C., Savu D., Savu S., Bica I. Physical modifications induced in elastomers by magnetic particles doping. IBWAP2008, Constanta 7-9, July 2008.
19. Budziak A., Krawczyk J., Natkaniec I., Zielinski P. Sieverts apparatus at the IFJ, Krakow. HyCones (Hydrogen Storage in Carbon Cones), SINTEF/NTNU – Technical University, 24-Month Meeting, 12-13 November 2008, Trondheim, Norway.
20. Bulkin A.P., Schebetov A.F., Kudryashev V.A., Pleschanov N.K., Zhuravlov V.V., Frischbutter A., Walther K. Проект нейтронной системы 7 канала реактора ИБР-2М. Abstract at the XX. Conference for using neutron diffraction for investigations of condensed states. PIKS-2008, Gatchina (Russia), October 13-19, 2008 Met-22, p. 152.
21. Craus M.L., Cornei N., Lozovan M., Balasoiu M. Magnetoresistance of  $\text{La}_{0.54}\text{Ho}_{0.11}(\text{Sr}/\text{Ca})_{0.35-x}(\text{K}/\text{Na})_x\text{MnO}_3$  manganites. Moscow International Symposium on Magnetism (MISM'08), June 20-25 2008, Book of Abstracts, pag.642, 24PO-7-28
22. Feoktystov A., Avdeev M., Aksenov V., Bulavin L., Bica D., Vekas L., Garamus V., Willumeit R. Contrast variation in small-angle neutron scattering from magnetic fluids as polydisperse superparamagnetic systems, Deutsche Neutronenstreutagung 2008, September 15-17, Garching, Germany.
23. Feoktystov A.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Bica D., Vekas L., Garamus V.M., Willumeit R. Small-angle neutron scattering contrast variation on polydisperse superparamagnetic systems, 4th International Conference «Physics of Liquid Matter: Modern Problems (PLMMP-2008)», May 23-26, Kyiv, Ukraine.
24. Feoktystov A.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Bica D., Vekas L., Garamus V.M., Willumeit R. Contrast variation in small-angle neutron scattering from magnetic fluids as polydisperse and superparamagnetic systems, Moscow International Symposium on Magnetism 2008 (MISM-2008), June 20-25, Moscow, Russia.
25. Internal dynamics study of ethisterone by IINS, QC and  $^1\text{H}$  NMR methods. 13th International Seminar on Neutron Scattering Investigations in Condensed Matter, UAM, 8 -10 May, 2008 Poznań, Poland.
26. K. Hołderna-Natkaniec, I. Natkaniec, R. Jakubas, E. Grech, E. Mikuli, J. Swiergiel, Dynamics of hydrogen bonds of 4-aminopiridinium with different anions studied by IINS, IR, NMR and QC methods. Polish conference on molecular crystals (KM2008), Poznań-Błażejewko, 8 – 12 September 2008.
27. Kern H., Mengel K., Strauss K.W., Ivankina T.I., Nikitin A.N., I.T. Kukkonen. Elastic wave velocities, chemistry and modal mineralogy of crustal rocks sampled by the Outokumpu Scientific

- Drill Hole: evidence from lab measurements and modeling. IX международная конференция “Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле”, 9-11 октября, 2008, Москва.
28. Kozhevnikov S.V., Ott F. Data representations in off-specular neutron reflection. РНИКС-2008, 13-19 октября 2008, г. Гатчина, Россия. Стендовый доклад.
  29. Kozhevnikov S.V., Ott F., Paul A., Rosta L. Resonances and off-specular scattering from neutron waveguides. International Conference on Surface X-Ray and Neutron Scattering (SXNS-10), 2-5 July 2008, Paris, France, poster
  30. Kyzyma O.A., Avdeev M.V., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Tropin T.V., Snegir S.V., Korobov M.V., Rosta L. Reorganization of fullerene clusters in the system C60/NMP after addition of water, 4th International Conference «Physics of Liquid Matter: Modern Problems (PLMMP-2008)», May 23-26, Kyiv, Ukraine.
  31. Kyzyma O.A., Avdeev M.V., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Tropin T.V., Snegir S.V., Korobov M.V., Rosta L. Reorganization of fullerene clusters in the system C60/NMP/water after addition of water, Joint International Summer School-Conference “Advanced Materials and Technologies”, August 27-31, 2008, Palanga, Lithuania.
  32. Murugova T.N., Gordeliy V.I., Kuklin A.I., Ivankov A.I., Solodovnikova I.M., Yurkov V.I., Yaguzhinsky L.S. Study of mitochondrial membrane structure by small angle neutron scattering. The 28th meeting of PAC for Condensed Matter Physics, 16–17 June 2008, Dubna, Russia.
  33. Natkaniec I. Development of inelastic neutron scattering methods for research of molecular dynamics of condensed matter. Programme Advisory Committee for Condensed Matter Physics, 28th meeting, June 16-17, 2008, Dubna, Russia.
  34. Natkaniec I., Hołderna-Natkaniec K. Quantum chemistry modeling of the INS and IR spectra of carbon cone clusters. HyCones Meeting (Hydrogen Storage in Carbon Cones), Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, May 27-28, 2008, Kraków, Poland.
  35. Natkaniec I., Hołderna-Natkaniec K., Juszyńska E., Massalska-Arodź M., Ściesińska E., Ściesiński J., Hydrogen bonds and molecular dynamics of dimethyl-butanols. Polish conference on molecular crystals (KM2008), Poznań-Błażejewko, 8 – 12 September 2008.
  36. Natkaniec I., Hołderna-Natkaniec K., Rachwalska M., Urbanek Z., Zborowski K. The structure and molecular dynamics of bioactive (E)-2-hydroxyimino-2-cyanoacetic acid ethyl ester as seen by NPD and IINS neutron scattering methods. 13th International Seminar on Neutron Scattering Investigations in Condensed Matter, UAM, 8 -10 May, 2008, Poznań, Poland.



37. Natkaniec I., Hołderna-Natkaniec K., Rachwalska M., Urbanek Z., Zborowski K. The structure and molecular dynamics of bioactive (E)-2-hydroxyimino-2-cyanoacetic acid ethyl ester as seen by NPD and IINS neutron scattering methods. 13th International Seminar on Neutron Scattering Investigations in Condensed Matter, UAM, 8 -10 May, 2008, Poznań, Poland.
38. Nowak D., Hołderna-Natkaniec K., Natkaniec I., Jurga K., Peplińska B., Internal dynamics study of ethisterone by IINS, QC and 1H NMR methods. 13th International Seminar on Neutron Scattering Investigations in Condensed Matter, UAM, 8 -10 May, 2008 Poznań, Poland.
39. Petrenko V.I., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Rosta L. Effect of surfactant excess in non-polar ferrofluids by small-angle neutron scattering, Moscow International Symposium on Magnetism 2008 (MISM-2008), June 20-25, Moscow, Russia.
40. Petrenko V.I., Avdeev M.V., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Rosta L. Behavior of mono-carboxylic acids in non-polar organic solvent by small-angle neutron scattering, Joint International Summer School-Conference “Advanced Materials and Technologies”, August 27-31, 2008, Palanga, Lithuania.
41. Petrenko V.I., Avdeev M.V., Bulavin L.A., Rosta L. Solutions of dodecylbenzene sulfonic acid in polar carrier studied by small-angle neutron scattering, 4th International Conference «Physics of Liquid Matter: Modern Problems (PLMMP-2008)», May 23-26, Kyiv, Ukraine.
42. Ryabova N.Yu., Kiselev M.A., Dante S., Hauß Th., Balagurov A.M. Investigation of stratum corneum lipid model membranes with free fatty acids composition by neutron diffraction. 6th Euro Fed Lipid Congress, 07-11 September, 2008, Athens, Greece.
43. Scheffzük Ch., Walther K., Frischbutter A., Bulkin A.P., Schilling F. The new neutron guide system for the time-of-flight diffractometers at the beamline 7 of the pulsed neutron source IBR-2M Dubna. German Neutron Scattering Conference, september 15-17, 2008, Garching, Germany.
44. Авдеев М.А., Мартынов П.Н., Мельников В.П., Новиков А.Г., Пучков А.В. Исследование микроструктуры активированных углей методом малоуглового рассеяния медленных нейтронов. РНИКС-2008, 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
45. Авдеев М.В. Нейтронография магнитных жидкостей для биомедицинских приложений. Лекция, Высшие курсы стран СНГ «Синхротронные и нейтронные исследования наносистем (СИН-нано)», 7-26 июля, 2008, Москва-Дубна, Россия.
46. Авдеев М.В. Нейтронография магнитных жидкостей. VIII научная конференция молодых ученых и специалистов ОИЯИ. Лекция, 4–8 февраля, 2008 г, Дубна, Россия.
47. Авдеев М.В., Аksenov В.Л., Векаш Л., Феоктистов А.В., Петренко В.И., Рошта Л., Гарамус В.М., Виллумайт Р. Структурные аспекты стабилизации магнитных жидкостей моно-карбоксильными кислотами по данным малоуглового рассеяния нейтронов, Российское

- Совещание по Использованию Рассеяния Нейтронов в Исследованиях Конденсированных Сред (РНИКС-2008), 13-19 октября, Гатчина, Россия.
48. Аксенов В.Л., Тропин Т.В., Кизима О.А., Авдеев М.В., Коробов М.В., Рошта Л. К вопросу об образовании кластеров фуллерена C<sub>60</sub> в азот-содержащих растворителях, Российское Совещание по Использованию Рассеяния Нейтронов в Исследованиях Конденсированных Сред (РНИКС-2008), 13-19 октября, Гатчина, Россия.
49. Балагуров А.М. Мезоскопическое фазовое расслоение в сложных магнитных оксидах марганца. XI МЕЖДУНАРОДНЫЙ, МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ СИМПОЗИУМ «ПОРЯДОК, БЕСПОРЯДОК И СВОЙСТВА ОКСИДОВ» (ОДРО-11), 16-21 сентября 2008 г, Ростов-на-Дону, Россия.
50. Балагуров А.М. Нейтронные исследования мезоскопического фазового расслоения в сложных оксидах переходных металлов. Международная школа-семинар «Современные импульсные источники нейтронов (PANS III)», 29.01-4.02.2008, Дубна, Россия.
51. Балагуров А.М. Спектрометры на реакторе ИБР-2М: статус и перспективы . XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС-2008), 13 – 19 октября 2008, Гатчина, Россия.
52. Балашою М., Краус М.Л., Гарамус В., Плештил Ж., Исламов А.Х., Куклин А.И., Ерхан Р., Анитас Е.М., Осипов В.А., Бика И., Аксенов В.Л. Исследование магнитных эластомеров методами МУРН и МУРР, XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС-2008), 13 – 19 октября 2008, Гатчина, Россия., Тезисы, ISBN 978-5-86763-212-0, PNPI (2008) p.38
53. Балашою М., Куклин А.И., Грабчев Б., Ионита И., Ука О., Охмс К., Юцос Г. Наблюдение нанофазных структур в бинарных сталях МУРН методом, XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС-2008), 13 – 19 октября 2008, Гатчина, Россия., Тезисы, ISBN 978-5-86763-212-0, PNPI (2008) p.127
54. Балашою М., Санду В., Горделий В.И., Петренко А.В., Куклин А.И. Исследование магнитных структур в YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-d</sub>. XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС-2008), 13 – 19 октября 2008, Гатчина, Россия., Тезисы, ISBN 978-5-86763-212-0, PNPI (2008) p.122
55. Благовещенский Н.М., Новиков А.Г., Осава Е., Рожкова Н.Н. Квазиупругое рассеяние нейтронов водной дисперсией наноалмазов. РНИКС-2008, 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
56. Благовещенский Н.М., Новиков А.Г., Савостин В.В. Коллективные моды в жидком литии:

- исследование методом неупругого рассеяния нейтронов. РНИКС-2008, 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
57. Благовещенский Н.М., Новиков А.Г., Савостин В.В., Шимкевич А.Л. Структурные и микродинамические особенности жидких металлов из экспериментов по рассеянию нейтронов. XI1 Российская конференция по теплофизическим свойствам веществ (РКТС-12), октябрь 2008, Москва, Россия.
58. Василовский С. Г., Бескровный А. И., Симкин В. Г., Кодесс Б. Н. Особенности водородной связи в кристаллах твердых растворов КДП-ДКДП. XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС 2008), 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
59. Васин Р.Н., Никитин А.Н. Нейтронографические исследования кристаллографических текстур кварца в горных породах континентальной коры Земли. «XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС-2008)», 13-19 октября 2008 г, Гатчина, Россия.
60. Васин Р.Н., Никитин А.Н., Локаичек Т. Деформации и акустическая эмиссия в моно- и поликристаллическом кварце при температурах 20-600°C и одноосных нагрузках до 120 МПа. IX международная конференция “Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле”, 7-10 октября, 2008, Москва.
61. Дубовский О.А., Орлов А.В. Излучение пучков сверхзвуковых и дозвуковых солитонных волн – генераторов реструктуризации нанокристаллов при бомбардировке атомами. Российский Семинар ТММ – 2008 (Теория и многоуровневое моделирование дефектов, явлений и свойств материалов ядерной техники), ВНИИМ, июнь 2008, Москва, Россия.
62. Дубовский О.А., Орлов А.В. Излучение пучков сверхзвуковых солитонных волн - генераторов реструктуризации нанокристаллов при бомбардировке атомами и самоорганизация динамической суперрешетки комплексов солитонных колебаний атомов. РНИКС-2008, 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
63. Иваньков О. И., Горделий В. И., Мачулин А. В., Соловьев Д. В., Утробин П. К., Куклин А.И. Исследование липидных мембран под высоким гидростатическим давлением. Тезисы докладов XX совещания по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния. РНИКС-2008, 13-19 окт. 2008г. Гатчина, Россия, с.173.
64. Калинин И.В., Кац Е., Коза М., Лаутер В.В., Лаутер Х., Пучков А.В. Сверхтекучесть в твердом гелии. РНИКС-2008, 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
65. Кизима А.А. Организация кластеров фуллерена в системе C60/N-метил-2-пирролидон. VIII

научная конференция молодых ученых и специалистов ОИЯИ, 4–8 февраля, 2008 г, Дубна, Россия.

66. Киселев М.А. Наноструктура однослойных фосфолипидных везикул и четырехкомпонентных липидных мембран на основе церамида 6. XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС 2008), 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
67. Киселев М.А., Ермакова Е.В., Данте С., Хаус Т., Балагуров А.М.. Исследования наноструктуры бислоя фосфолипид/лизофосфолипид методом дифракции нейтронов. XX Совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС 2008), 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
68. Киселев М.А., Ермакова Е.В., Филиппова С.Н., Сургучева Н.А., Данте С., Хаус Т., Гальченко В.Ф.. Структурная организация липидных мембран, построенных на основе фосфолипидной фракции клеточных мембран *Streptomyces hygroscopicus*. IV Молодежная школа-конференция с международным участием «Актуальные аспекты современной микробиологии», 20-22 октября, 2008, ИНМИ им. С.Н. Виноградского, Москва.
69. Кичанов С.Е. Исследование структуры молекулярных кристаллов солей пиридина  $\text{RuHNO}_3$  и  $\text{RuHReO}_4$  при высоких давлениях. РНИКС-2008, 13-19 октября, 2008, Гатчина, Россия.
70. Козленко Д.П. Подавление антиферромагнитного состояния и спиновый переход в  $\text{Y}_0.3\text{Sr}_{0.7}\text{CoO}_{2.62}$ . РНИКС-2008, 13-19 октября, 2008, Гатчина, Россия.
71. Козленко Д.П. Структурные исследования с использованием нейтронографии, лекция. Высшие курсы для стран СНГ Син-Нано, 7-25 июля, 2008, Дубна, Россия.
72. Куклин А. И., Исламов А. Х., Ковалев Ю. С., Муругова Т. Н., Рогачев А.В., Иваньков А. И., Горшкова Ю. Е., Балашою М., Соловьев Д. В., Кутузов С. А., Соловьев А. Г., Сиротин А. П., Кирилов А. С., Горделий В. И. Исследование структуры и свойств наноматериалов с помощью малоуглового рассеяния нейтронов. Роснанофорум, 3-5 декабря 2008 г. Москва т.1.стр.257-258.
73. Куклин А. И., Исламов А. Х., Утробин П. К., Кутузов С. А., Ковалев Ю. С., Рогачев А. В., Иваньков О. И., Горделий В. И. Позиционно-чувствительный детектор в двухдетекторной системе регистрации нейтронов на малоугловом спектрометре ЮМО. Тезисы докладов XX совещания по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния. РНИКС-2008, 13-19 окт. 2008г. Гатчина, Россия, с.135-136.
74. Куклин А. И., Пепи Ж., Костромин С., Шван Д., Черезов В. Г., Рогачев А. В., Шibaев В.П.. Прецизионное определение параметров гребнеобразного жидкокристаллического полимера.

- Тезисы докладов XX совещания по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния РНИКС-2008, 13-19 окт. 2008г, Гатчина, Россия, с.71.
75. Лашкарёв Г.В., Дмитриев А.И. Буторин П. Е., Бескровный А. И., Миникаев Р.. Исследование магнитных превращений в слоистом полупроводнике InSe<Mn> методами нейтронной дифракции. XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС 2008), 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
76. Лохматов В.И., Новиков А.Г., Пучков А.В., Сиротин А.П. Механический монохроматор для малоуглового спектрометра на реакторе SAFARI-1 (NECSA, Южная Африка). РНИКС-2008, 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
77. Лукин Е.В. Влияние высокого давления на кристаллические и магнитные свойства манганита  $\text{La}_{0.55}\text{Ca}_{0.45}\text{MnO}_3$ . РНИКС-2008, 13-19 октября, 2008, Гатчина, Россия.
78. Муругова Т. Н., Иваньков О. И., Исламов А. Х., Дроздов А. В., Горделий В. И., Куклин А. И. Восстановление структуры белков из данных МУРН, полученных на модернизированном спектрометре ЮМО. Тезисы докладов XX совещания по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния. РНИКС-2008, 13-19 окт. 2008г. Гатчина, Россия, с.160.
79. Муругова Т.Н., Горделий В.И., Исламов А.Х., Куклин А.И., Солодовникова И.М., Юрков В.И., Ягужинский Л.С. Изучение структуры сердечных митохондрий с помощью метода малоуглового рассеяния нейтронов. XLII Зимняя школа ПИЯФ, 25 февраля-1 марта 2008, Репино, Россия.
80. Муругова Т.Н., Иваньков О.И., Исламов А.Х., Дроздов А.В., Горделий В.И., Куклин А.И. Восстановление структуры белков из данных МУРН, полученных на модернизированном спектрометре ЮМО. XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС-2008), 13 – 19 октября 2008, Гатчина, Россия.
81. Натканец И., Холдерна-Натканец К., Новак Д. Нейтронные исследования конденсированных фаз и квантово-химическое моделирование структуры и динамики изомеров гексана – С<sub>6</sub>H<sub>14</sub>, XX Совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС–2008), 13–19 октября, 2008, Гатчина, Россия.
82. Никитенко Ю.В. Зимняя школа ПИЯФ, март 2008, Санкт-Петербург, Репино.
83. Никитенко Ю.В. Нейтронная рефлектометрия слоистых структур с использованием стоячих волн поляризованных нейтронов. XII Международный Симпозиум, 10-14 марта 2008, Нижний Новгород, Россия, устный доклад.

84. Никитин А.Н., Иванкина Т.И., Игнатович В.К. Квазипродольные и квазипоперечные упругие волны в текстурированных горных породах. IX международная конференция “Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле”, 7-10 октября, 2008, Москва.
85. Папушкин И.В., Попа Н., Сумин В.В., Шеверёв С.Г., Вимпори Р., Балагуров А.М. Новый метод определения остаточных деформаций в сильно - текстурированных образцах. XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС-2008), 13 – 19 октября 2008, Гатчина, Россия.
86. Петренко В.И. Структурные особенности стабилизации магнитных жидкостей. VIII научная конференция молодых ученых и специалистов ОИЯИ, 4–8 февраля, 2008 г, Дубна, Россия.
87. Петренко В.И., Аксенов В.Л., Авдеев М.В., Булавин Л.А., Рошта Л., Векаш Л., Гарамус В.М., Виллумайт Р. Нейтронные исследования влияния структуры магнитных жидкостей на их стабильность, Российское Совещание по Использованию Рассеяния Нейтронов в Исследованиях Конденсированных Сред (РНИКС-2008), 13-19 октября, Гатчина, Россия.
88. Рогачев А. В., Черный А. Ю., Озерин А. Н., Музафаров А. М., Татарина Е. А., Исламов А. Х., Горделий В. И., Куклин А. И. Внутренняя структура поликарбосилановых дендримеров. Тезисы докладов XX совещания по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния. РНИКС-2008, 13-19 окт. 2008г, Гатчина, Россия, с.75.
89. Рябова Н.Ю., Киселев М.А., Бескровный А.И., Балагуров А.М. Исследование липидных мультислоев методом нейтронной дифракции в реальном времени. XX совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС 2008), 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
90. Семенов В.А., Козлов Ж.А., Крачун Л., Матеску Г., Морозов В.М., Опря А.И., Опря К., Пучков А.В. Спектр частот тантала при температурах 293-2300К. РНИКС-2008, 13-19 октября 2008, Гатчина, Россия.
91. Хайдуков Ю.Н. Исследование магнетизма сверхпроводящих и магнитных наноструктур методом рефлектометрии поляризованных нейтронов. XII Международный Симпозиум, 10-14 марта 2008, Нижний Новгород, Россия, стендовый доклад.
92. Холдерна-Натканец К., Юшиньска Е., Массальска-Ародзь М., Натканец И., Сцесиньска Е., Сцесиньски Я. Нейтронная спектроскопия и квантово-химические расчеты водородных связи и вибрационных спектров молекулярных кластеров изомеров диметил-бутанола – С<sub>6</sub>H<sub>13</sub>ОН. Совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС–2008), 13–19 октября, 2008, Гатчина, Россия.
93. Шеверев С.Г., Сумин В.В., Ведерников П.А., Schneider R., Wimporoy R.C., Балагуров А.М. Результаты измерения остаточных деформаций в корпусе реактора ВВЭР-1000. XX

совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния (РНИКС-2008), 13 – 19 октября 2008, Гатчина, Россия.

## NEUTRON NUCLEAR PHYSICS

### 1. Experimental investigations

1. Andrianov V. R., Druzhinin A. A., Furman V. I., Gundorin N. A., Lihachev A. N., Pikelner L. B., Rebrova N. V., Salamatin I. M., Vyachin V. N., Zhdanova K. V., «Yield of delayed neutrons in the reaction  $^{245}\text{Cm}(n,f)$  on thermal neutrons», *Physics of atomic nuclei*, 2008, V.71, No.10, pp.1-9.
2. Bondarenko V., Tomandl I., Wirth H.-F., Honzatko J., Sukhovej A.M., Malov L.A., Simonova L.I., Hertenberger R., T. von Egidy, Berzics J. Nuclear structure of  $^{187}\text{W}$  studied with  $(n,\gamma)$  and  $(d,p)$  reactions, *Nucl. Phys. A*, 811 (2008) p. 28-76.
3. Guohui Zhang, Jiaguo Zhang, Rongtai Cao, Li'an Guo, Jinxiang Chen, Gledenov Yu. M., Sedysheva M. V., Khuukhenkhuu G., Szalanski P. J.. Measurement of Differential Cross Section for the  $^{64}\text{Zn}(n,a)$   $^{61}\text{Ni}$  Reaction at 2.54, 4.00, and 5.50 MeV. *NUCLEAR SCIENCE AND ENGINEERING*: 160, 123–128 (2008).
4. Lee Y.S., Kim G.N., Ko I. S., Cho M. H., Namkung W., Gledenov Yu.M.. Development of a Plate-Parallel Gridded Ionization Chamber with Gaseous Samples for Fusion Neutronics. *Journal of the Korean Physical Society*, v.53 (4), p. 1848-1853 (2008).
5. Mutterer M., Kopatch Yu. N., Yamaledtinov S. R., Lyapin V. G., J. von Kalben, Khlebnikov S. V., Sillanpaa M., Tyurin G. P., Trzaska W. H. Energy distribution of ternary  $\alpha$  particles in spontaneous fission of  $^{252}\text{Cf}$ , *Physical Review C*, 788, 6, 064616 (2008).
6. Pokotilovski Yu. N., Natkaniec I., Holderna-Natkaniec K. „The experimental and calculated density of states and UCN loss coefficient of perfluoropolyether oils at low temperature”, *Physica B*409 (2008) 1942-1948.
7. Pokotilovski Yu. N., Novopoltsev M. I., Geltenbort P. „Test of the fast thin-film ferromagnetic shutters for ultracold neutrons”, *JINR Comm.* P3-2008-139.
8. Pokotilovski Yu. N., Novopoltsev M. I., Geltenbort P. “A study of the ultracold neutron upscattering at reflection from solid surfaces“, *Eur. Phys. Journ. AP*, accepted.
9. Nesvizhevsky V.V. , Lychagin E.V., Musychka A.Yu., Strelkov A.V., Pignol G. , Protasov K.V. “The reflection of very cold neutrons from diamond powder nanoparticles” // *NIM A* 595, (2008) 631-636.

10. Serebrov K., Varlamov V. E., Kharitonov A. G., Fomin A. K., Pokotilovski Yu. N., Geltenbort P., Krasnoschekova I. A., Lasakov M. S., Taldaev R. R., Vassiliev A. V., Zherebtsov O. M. "Neutron lifetime measurement using gravitationally trapped ultracold neutrons", *Phys. Rev. C* 78 (2008) 035505.
11. Sheets S.A., Agvaanluvsan U., Becker J.A., Becvar F., Bredeweg T.A., Haight R.C., Jandel M., Krlicka M., Mitchell G.E., O'Donnell J.M., Parker W., Reifarh R., Rundberg R.S., Sharapov E.I., Ullmann J.L., Vieira D.J., Wilhelmy J.B., Wouters J.M., Wu C.Y.. "Test of the statistical model in  $^{96}\text{Mo}$  with the DANCE array". Submitted to *Phys. Rev. C* (2008).
12. Sukhovoј A. M. Main parameters of the gamma-decay process and the property of nucleus  $^{174}\text{Yb}$ , which are manifested in the radiative capture of resonance and thermal neutrons. *Physics of atomic nuclei*, 2008, V.71, pp.1907-1917.
13. Sukhovoј A.M., Furman W.I., Khitrov V.A. Semiphenomenological approximation of the sums of experimental radiative strength functions for dipole gamma transitions in the region around  $E_{\gamma} \sim B_n$  for masses number in the range  $40 \leq A \leq 200$ , *Physics of atomic nuclei*, 2008, V.71(6), pp.982-997
14. Vesna V. A., Gledenov Yu. M., Nesvizhevsky V. V., Petoukhov A. K., Sedyshev P. V., Soldner T., Zimmer O., Shulgina E. V.. *Measurement of the parity-violating triton emission asymmetry in the reaction  $^6\text{Li}(n, \alpha)^3\text{H}$  with polarized cold neutrons*. *Phys. Rev.*, 2008, v. 77, p. 035501.
15. Анджеевски Ю., Гледенов Ю. М., Попова В. М., Суховой А.М., Хуухэнхуу Г.. Юрий Павлович Попов (к 80-летию со дня рождения). *ЭЧАЯ*, 2008, т. 39, вып.4, с. 1215-1232.
16. Андрианов В. Р., Вячин В.Н., Гундорин Н. А., Дружинин А. А., Жданова К. В., Лихачёв А. Н., Пикельнер Л. Б., Реброва Н. В., Саламатин, Фурман В. И. «Выход запаздывающих нейтронов в реакции  $^{245}\text{Cm}(n, f)$  на тепловых нейтронах», *Ядерная Физика*, 2008, том 71, №10, с.1-9.
17. Гундорин Н.А., Дикусар Н.Д., Мазный Н.Г., Пикельнер Л.Б., Саламатин И.М., Цулаиа М.И. «Экспресс-анализ спектров в прецизионных экспериментах» Подписано к печати в *Известия АН, сер. Физическая*, №2, 2009.
18. Петров Г.А., Гагарский А.М., Гусева И.С., Копач Ю.Н., Генненвайн Ф., Муттерер М. О перспективах дальнейших исследований эффектов Т-нечетной асимметрии эмиссии легких частиц в тройном делении тяжелых ядер поляризованными нейтронами, *Ядерная Физика*, 71, 7, 1149-1155 (2008).
19. Суховой А. М. Основные параметры процесса гамма-распада и свойства ядра  $^{174}\text{Yb}$ , проявляющиеся при радиационном захвате резонансных и тепловых нейтронов, *ЯФ*, 2008, 71, с. 1937-1947.



20. Суховой А.М., Хитров В.А., Каскадный гамма-распад компаунд-состояния  $^{191}\text{Os}$ . Известия РАН, серия физическая, 2008, т.72, N 3, с. 392-401. A.M.Sukhovoï, V.A.Khitrov, Cascade  $\gamma$  decay of the  $^{191}\text{Os}$  compound state. Bull.Rus.Acad.Sci.Phys. 72, 366 (2008)ю
21. Суховой А.М., Фурман В.И., Хитров В.А. Полуфеноменологическая аппроксимация сумм экспериментальных радиационных силовых функций дипольных гамма-переходов в диапазоне  $E_{\gamma} \sim V_n$  для области масс  $40 \leq A \leq 200$ , ЯФ, 2008, 71(6), 1009-1024.
22. Тюкавкин А.Н., Пятков Ю.В., Каманин Д.В., Копач Ю.Н., Александров А.А., Александрова И.А., Борзаков С.Б., Воронов Ю.Н., Денисов С.В., Ефимов Г.Л., Жучко В.Е., Кондратьев Н.А., Кузнецова Е.А., Лаврова Ю.Е., Митрофанов С.В., Пантелеев Ц., Саламатин В.С. Измерение ядерного заряда осколков деления большой ионизационной камерой в составе двухплечевого времяпролетного спектрометра, JINR Preprint, P15-2008-88, 17(2008).
23. Франк А.И., Гелтенборт П., Жентшель М., Кустов Д.В., Кулин Г.В., Носов В.Г., Стрепетов А.Н. Эффект ускоряющегося вещества в нейтронной оптике. Ядерная Физика, 71 (2008), 1686- 1704. Frank A.I., Geltenbort P., Jentschel M., Kustov D.V., Kulin G.V., Nosov V.G., Strepetov A.N.. Effect of Accelerated Matter in Neutron Optics. Physics of Atomic Nuclei, 71 (2009). 1656-1654.
24. Франк А.И., Кулин Г.В., Кустов Д.В., Гелтенборт П., Жентшел М., Носов В.Г., Стрепетов А.Н. Первое наблюдение нового оптического эффекта с ультрахолодными нейтронами. Новости ОИЯИ, 2008, №1 С.17-19

## 2. Theoretical investigations

1. Bunatian G.G. «The Ward-Takahashi identities to describe nucleon and pion electroweak transitions». Preprint of JINR E2-2008-36, 2008.
2. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “On the pair correlations of nuclear fission neutrons with small relative momenta” . Ядерная физика, т. 71 (3), 2008 , сс. 478-483 [Physics of Atomic Nuclei , v. 71, No. 3, 2008 , pp. 454-459 ].
3. Бунатян Г.Г. «Тождества Уорда-Такахаша в описании электрослабых переходов нуклонов и пионов». Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики, том 134, вып.4(10), 2008 г., стр. 660-679.
4. Игнатович В.К. По поводу парадокса ЭПР , неравенств Белла и экспериментов, которые ничего не доказывают. Concepts of Physics, the old and new, v. 5, No 2, pp. 227-272, 2008.
5. Игнатович В.К. Фаза Берри. Простейший вывод и значение фазы Берри для поиска ЭДМ нейтрона с помощью УХН. Am.J.Phys. v.76, No 3, pp. 258-264, 2008.

6. Игнатович В. К. Одномерный периодический потенциал в квантовой механике. Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Физика, Т. 3, № 2, С. 99-107, 2008.
7. Игнатович В.К. О нейтронных поверхностных волнах. ОИЯИ Р4-2008-48.
8. Игнатович В.К. Аналитические расчеты нейтронных спектров для прямого измерения n-n рассеяния на импульсном реакторе ЯГУАР. ОИЯИ Е4-2008-49.
9. Игнатович В. К., Раду Ф. Отражение нейтронов от магнитных систем с веероподобной намагниченностью. Оияи р4-2008-63.
10. Никитин А.Н., Иванкина Т.И., Игнатович В.К. Особенности распространения продольных и поперечных упругих волн в текстурированных горных породах. Сообщение ОИЯИ Р4-2008-50.

### 3. Applied research

1. Aničić M., Tasić M., Frontasyeva M.V., Tomašević M., Rajšić S., Strelkova L.P., Steinnes E.. Active biomonitoring with wet and dry moss: a case study in an urban area. Accepted by *Environmental Chemistry Letters*, <http://dx.doi.org/10.1007/s10311-008-0135-4>, 2008.
2. Baljinnyam N., Belov A.G., Ganbold G., Gerbish Sh., Maslov O.D., Shvetsov V.N. Possibility of some radionuclides production using high energy electron Bremsstrahlung. Book of Abstracts, ISINN-16, 10-14 June, 2008, JINR Preprint, E18-2008-119, Dubna, 2008, pp. 11.
3. Barandovski L., Cekova M., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S., Stafilov T., Steinnes E., Urumov V. Atmospheric deposition of trace element pollutants in Macedonia studied by the moss biomonitoring technique. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 138, 2008, p. 107-118, <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-007-9747-6>.
4. Boháček P., Huran J., Kobzev A.P., Balalykin N.I., and Petzold J. PECVD silicon carbon nitrid thin films: properties. In: ASDAM 2008. The 7th Inter. Conf. Advanced Semicond. Devices Microsyst. Eds. Š. Haščík and J.Osvald. Piscataway: IEEE 2008. ISBN: 978-1-4244-2325-5. P. 291-294.
5. Budzynski P., Polanski K., Kobzev A.P. Changes in Surface Properties of Nitrogen-Implanted AISI316L Stainless Steel. *Journal of Surface Investigations. X – ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2008, Vol. 2, No. pp. 657 – 662. Pleiades Publishing, Ltd., 2008.
6. Gerbish Sh., Baljinnyam N., Ganbold G., Ganchimeg G. Determination major and minor elements in sediments of central and northern Mongolian some rivers using INAA. Book of Abstracts, ISINN-16, 10-14 June, 2008, JINR Preprint, E18-2008-120, Dubna, 2008, pp. 9.
7. Harmens H., Norris D., Frontasyeva M.V., Vergel K.N., Pankratova Yu.S. et al. European Atlas: Spartial and temporal trends in heavy metal accumulation in mosses in Europe (1990-2005),

- UNECE ICP Vegetation. Centre for Ecology & Hydrology, University of Wales Bangor, United Kingdom, July 2008, pp. 51, ISBN: 978-1-85531-239-5.
8. Huran J., Kobzev A.P., Balalykin N.I. and Petzold J. Hydrogenated amorphous carbon films prepared by plasma-enhanced chemical vapor deposition. In: ASDAM 2008. The 7th Inter. Conf. Advanced Semicond. Devices Microsyst. Eds. Š. Haščík and J.Osvald. Piscataway: IEEE 2008. ISBN: 978-1-4244-2325-5. P.127-130.
  9. Klos A., Rajfur M., Waclawek M., Waclawek W., Frontasyeva M.V., Pankratova Ju.S. The influence of unidentified pollution sources on the irregularity of biomonitoring test results. *Water, Air, and Soil pollution*, Vol. 191, No. 1-4, June, 2008, p. 345-352, <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-008-9629-8>.
  10. Krzyzanowska H., Kobzev A.P., Zuk J., Kulik M. Hydrogen and oxygen concentration analysis of porous silicon. *Journal of Non – Crystalline Solids*, Vol. 354, 2008, pp. 4367 – 4374.
  11. Meresova J., Florek M., Holy K., Ješkovský M., Sýkora I., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S., Bujdoš M. Evaluation of elemental content in airborne particulate matter in low-level atmosphere of Bratislava. JINR Preprint, E18-24-2008, Dubna, 2008, pp. 18. Accepted by Atmospheric Environment, ATMENV-D-08-00266R1.
  12. Bystritsky V.M., Gerasimov V.V., Kadyshvsky V.G., Kobzev A.P., Nozdrin A.A., Rogov Yu.N., Rapatsky V.L., Sadovsky A.B., Salamatin A.V., Sapozhnikov M.G., Sissakian A.N., Slepnev I.V., Slepnev V.M., Utkin V.A., Zamyatin N.I., Peredery A.N., Likhachev N.P., Romanov I.V., Safonov M.V., Sedin A.N. and Scherbakov A.G. DVIN – STATIONARY SETUP FOR IDENTIFICATION OF EXPLOSIVES. *Physics of Particles and Nuclei Letters*. Vol. 5, No. 5, pp. 441 – 446, (2008).
  13. Dutov A.G., Komar V.A., Shipilo N.V., Azarko I.I., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S. Synthesis of fine crystalline diamonds. Chapter in the Book “Diamond and Related Materials”. Editor Frank Columbus, Nova Science Publishers, Inc., USA, 2008 (in print).
  14. Frontasyeva M.V. Radioanalytical investigations at FLNP JINR for Life Sciences. Workshop Proceedings “Nuclear Physics and Society”, (Plovdiv, Bulgaria, September 9-11, 2007), Plovdiv, 2008, p.117-125. ISBN 978-954-423-467-6.
  15. Mosulishvili L.M., Tsibakhashvili N.Ya., Kirkesali E.I., Tsertsvadze L.A., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S. Biotechnology in Georgia for various applications. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, Vol. 2, No. 3, 2008 (in English).
  16. Mosulishvili L.M., Belokobylsky A.I., Kirkesali E.I., Khizanishvili A.I., Ginturi E.N., Kuchava N.E., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S., Aksenova N.G. Development of pharmaceutical substances based on blue-green alga *Spirulina platensis*. JINR Preprint, E18-2008-8, 2008, pp.13.

17. Popovic D., Todorovic D., Frontasyeva M., Ajtic J., Tasic M., Rajsic S. Radionuclides and heavy metals in Borovac, Southern Serbia. Environmental Science and Pollution Research – International (ESPR – Environ Sci Pollut Res), Vol. 15, No. 6, September. 2008, p. 509-520. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-008-0003-6>
18. Stafilov T., Šajn R., Pančevski Z., Boev B., Frontasyeva M.V., Strelkova L.P.. Geochemical Atlas of Veles and Environs. Submitted to "2nd August", Stip, Macedonia, 2008, pp. 130.
19. Steinnes E., Frontasyeva M.V., Gundorina S.F., Pankratova Y.S. Identification of metal emissions from closely located sources using moss biomonitoring and factor analysis. JINR Preprint, E18-2008-4, 2008, pp. 8; Accepted by Chemia Analityczna/Chemical Analysis (Warsaw), 2008
20. Tsibakhashvili N., Mosulishvili L., Kalabegishvili T., Kirkesali E., Murusidze I., Kerkenjia S., Frontasyeva M., Holman H.-Y. Biotechnology of Cr(VI) transformation into Cr(III) complexes. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 278, No. 3, 2008, p. 357-370.
21. Будзински П., Полянски К., Кобзев А.П. Изменение свойств поверхности нержавеющей стали марки AISI316L, имплантированной азотом. ПОВЕРХНОСТЬ. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2008, № 8, с. 80-85.
22. Ильченко И.Н., Былова Н.А., Фронтасьева М.В., Ляпунов С.М., Окина О.И., Горбунов А.В., Павлов С.С., Куликов О., Арутюнов Г.П. Концентрации тяжелых металлов в крови московских женщин и риск развития низкой массы тела. Общественное здоровье и профилактика заболеваний. 2008, № 2, стр. 8-11.
23. Ион М., Козлов Ж.А., Матиеску Г., Падуреану И., Семенов В.А., Кречун Л., Рыпеану С., Морозов В.М., Опра А.И., Опра К., Пучков А.В. Высокотемпературный термостат для нейтронных измерений TS-3000k на спектрометре ДИН-2ПИ реактора ИБР-2, Preprint JINR, P13-2008-66, Дубна, 2008, сс. 11.
24. Панкратова Ю.С., Зельниченко Н.И., Фронтасьева М.В., Павлов С.С. Атмосферные загрязнения на территории Удмуртской Республики – оценки на основе анализа мхов-биомониторов. Препринт ОИЯИ, P18-2008-96, Дубна, 2008, сс 8. Принято в печать общественно-научным журналом «Проблемы региональной экологии».
25. Семенов В.А., Козлов Ж.А., Кречун Л., Матиеску Г., Морозов В.М., Опра А.И., Опра К., Пучков А.В. Спектр частот тантала при температурах 293 – 2300 К ФААЭ ГНЦ РФ – ФЭИ, Препринт ФЭИ, Обнинск, Россия, 2008 г.
26. Смирнов Л.С., Возник К., Доминиак П., Лозе А., Натканец И., Фронтасьева М.В., Помякушина Е.В., Баранов А.И., Долбина В.В.. Уточнение кристаллической структуры  $[Rbx(NH_4)_{1-x}]_3H(SO_4)_2$ . I. Рентгеновская и нейтронная монокристаллическая дифракция фазы II с  $x=0.11$  при 300 К. Кристаллография, том 53, № 2, 2008, с. 232-241.

27. Фронтасьева М. В. Эпитепловой нейтронный активационный анализ на реакторе ИБР-2 ЛНФ ОИЯИ. Ядерная физика, том. 71, вып. 10, 2008, с. 1714-1725.

#### 4. Reports at Schools and Conferences

1. Alexandrov A.A., Alexandrova I.A., Borzakov S.B., Efimov G.L., Kamanin D.V., Kopatch Yu.N., Kuznetsova E.A., Panteleev Ts., Pyatkov Yu.V., Tyukavkin A.N., Voronov Yu.N., Zhuchko V.E. Experimental setup and data processing in studying of the reaction  $^{235}\text{U}(n, f)$  at the IBR-2 beam, Proceedings of 15th International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei: "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics", p. 248-255, (2008).
2. Alexandrov Yu. A., Oprea C., Oprea I.A. Determination of n-e scattering length from neutron diffraction on a tungsten isotopic mixture in magnetic field. Proceedings of the ISINN-16, May 11-16, Dubna, 2008 (in press).
3. Aničić Mira, Tasić Mirjana, Tomašević Milica, Frontasyeva Marina, Rajšić Slavica, Popović Aleksandar (2008): Active biomonitoring of heavy metal and other elements atmospheric deposition with moss *Sphagnum girgensohnii* in urban area of Belgrade and industrial zones (Obrenovac, Pancevo), Book of Abstracts of the 5th Symposium Chemistry and Environmental Protection (May 27-30, 2008, Tara, Ireland), pp. 98-99.
4. Crawford B.E., Sharapov E.I., Stephenson S.L. "On the coincidence measurement in the YAGUAR nn-experiment". XVI International Seminar on Interactions of Neutrons with Nuclei, ISINN-XVI Abstracts, 2008-47, p.19, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, 2008.
5. Cristach C. I., Dului O. G., Culicov O. A., Frontasyeva M. V., Ricman C., Toma M. Epithermal neutron activation, radiometric, correlation and principal component analysis applied to the distribution of major and trace elements in some igneous and metamorphic rocks from Romania. Submitted to Proceedings of 5th International Conference on Radionuclide Metrology Low-Level-Radioactivity Measurement Techniques ICRM-LLRMT'08, September 22 - 26, 2008, Braunschweig, Germany, to be published in Applied Radiation and Isotopes 2008.
6. Culicov O.A., Frontasyeva M.V., Pantelica A., Badita C.R., Szoke R., Laszlo I., Baranyai R. Instrumental neutron activation analysis interlaboratory comparison based on short-lived isotopes. Book of Abstracts, ISINN-16, 10-14 June, 2008, Dubna.
7. Dului O.G., Culicov O., Olteanu C., Ricman C., Mihailescu N., Frontasieva M.V., Dinescu L., Oaie G. Instrumental neutron activation analysis applications to environmental and geological studies. Book of Abstracts, ISINN-16, 10-14 June, 2008, Dubna.

8. Duliu O.G., Culicov O.A., Frontasyeva M.V., Ricman C., Szobotca S. and Cristache C.I., Toma M. ENAA of ocean sediments and volcanic rocks. Submitted to FLNP Annual Report, 2008.
9. Florek M., Meresova J., Holy K., Sykora I., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S. Application of NAA and AAS in environmental research in Slovakia. Book of Abstracts of the 16th Conference of Czech and Slovak Physicists (September 8-11, 2008, Hradec Králové, University of Hradec Králové), p 19-20.
10. Florek M., Merešová J., Holý K., Ješkovský M., Sýkora I., Burda C., Melicherová T., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S.. Comparison of elemental concentrations in the atmosphere in Bratislava with other Slovakian and European sites. Proceedings of International Conference "Contaminated sites - Bratislava 2008" (Bratislava, Slovakia, June 16-18, 2008). The conference is organized under the auspices of the Ministry of the Environment of the Slovak Republic and Ministry of the Environment of the Czech Republic.
11. Frank, Geltenbort P., Kulin G. V., Kustov D. V., Nosov V. G. and Strepetov A. N. First Observation of the Acceleration Matter Effect in Neutron Optics. Доклад на международном семинаре «Физика частиц с медленными нейтронами», Гренобль, май 2008г. Направлено в печать в журнал Nuclear Instrument and methods.
12. Frank A.I., Geltenbort P., Jentschel M., Kulin G. V., Kustov D.V., Nosov V. G. and Strepetov A.N. New Test of the Weak Equivalence Principle for Neutron. Доклад на международном семинаре «Физика частиц с медленными нейтронами», Гренобль, май 2008г. Направлено в печать в журнал Nuclear Instrument and methods.
13. Frank A.I. and Kozlov A.V. Dynamic reflection and diffraction of neutrons. Доклад на международной конференции «Polarized Neutrons for Condensed Matter Investigations, PNCMI 2008, Tokai, Japan», сентябрь 2008г. Будет опубликовано в трудах конференции.
14. Frontasyeva M.V., Aleksiyenak Yu.V., Faanhof A., Florek M. Moss biomonitoring of long-lived radionuclides in Belarus: 20 years after Chernobyl. Book of Abstracts of The 22nd Task Force Meeting UNECE ICP Vegetation (February 2-5, 2009, Braunschweig, Germany).
15. Frontasyeva M.V. Current status and future needs of nuclear analytical techniques and their applications. The 4th National Conference on Applied Physics (September 25-26, 2008, Galati, Romania) (Invited talk).
16. Frontasyeva M.V., Lodoysamba S., Baljinnyam N., Ganbold G., Kobzev A.P., Pavlov S.S., Shovoodoi G. A system of complex monitoring heavy metals and radionuclides in Mongolia based on nuclear and related analytical techniques. Book of Abstracts of the 4th National Conference on Applied Physics (September 25-26, 2008, Galati, Romania), p. 37-38.

17. Frontasyeva M.V., Bylova N.A., Ilchenko I.N., Lyapunov S.M., Okina O.I., Gorbunov A.V., Pavlov S.S., Aroutiounov G.P. Assessment of exposure to toxic elements in women of fertile age with different nutritional status in Russia using nuclear and related analytical techniques. 9-th International Conference on Nuclear Analytical Methods in the Life Sciences (NAMLS-9), Book of Abstracts, p. A-11, Lisbon, Portugal, 7-12 September, 2008.
18. Frontasyeva M.V. Trace element atmospheric pollution in the Balkans studied by the moss technique, ENAA and AAS. Book of Abstracts 21st Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Oulu, Finland, February 26-29, 2008), p. 12.
19. Furman W.I., Lychagin E.V., Muzichka A.Yu., Nekhaev G.V., Strelkov A.V., Sharapov E.I., Shvetsov V.N., Chernukhin Yu.I., Kandiev Ya.Z., Litvin V.I., Lyzhin A.E., Howell C.R., Mitchell G.E., Tornow W., Crawford B.E., Stephenson S.L. and Bowman C.D. "Status of the experiment on direct measurement of neutron-neutron scattering." // Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics; ISINN-16 June 11-14, (to be published).
20. Gheboianu A., Popescu I.V., Stihl C., Belc M., Bancuta I., Vlaicu Gh., Frontasyeva M., Culicov O. Atomic Absorption Spectrometry And Neutron Activation Analysis Methods Applied In Environmental Studies Using Mosses As Bioindicators, 9th International Balkan Workshop On Applied Physics, July, 7-9, 2008, Constanta, Romania.
21. Gledenov Yu. M., Sedysheva M.V., Khuukhenkhoo G., Jiaguo Zhang, Rongtai Cao, Li-an Guo, Jinxiang Chen, Jianyong Wang, Guohui Zhang. Differential and Angle-Integrated Cross-Section Measurement for the  $^{64}\text{Zn}(n,\alpha)^{61}\text{Ni}$  Reaction at 2.5, 4.0 and 5.5 MeV. In: Proc. of the "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics". XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, 2008, p.147-150.
22. Goryaynova Z.I., Pavlov D.F., Frontasyeva M.V. Heavy metals and ree in bottom sediments and dreissenids of the Rybinsk reservoir. Submitted to FLNP Annual Report, 2008.
23. Ilchenko, Bylova N., Frontasyeva M., Lyapunov S., Okina O., Gorbunov A., Pavlov S., Aroutiounov G., Gorobech P. Blood Concentrations of selected heavy metals in blood of Moscow women with different nutritional status. In the Book of Abstracts of the XVIII IEA World Congress of Epidemiology, (September 20-24, 2008, Porto Alegre-RS, Brazil), p. 2662.
24. Kamanin D.V., Kopach Yu.N., Pyatkov Yu.V., Alexandrov A.A., Borzakov S.B., Lavrova J.E., Panteleev Ts., Tyukavkin A.N. Study of the multy-cluster decays in the neutron induced fission of  $^{235}\text{U}$ , p. 274-280, Proceedings of 15th International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei: "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics", (2008).
25. Kamanin D.V., Pyatkov Yu.V., Tyukavkin A.N., Kopatch Yu.N. Experimental evidences of clustering in low excited heavy nuclear systems, 2250-2254, Int. Journal of Modern Physics E.

- Proceedings of the First Workshop on State of the Art in Nuclear Cluster Physics "SOTANCP2008", France, Strasbourg, 13-16 May, 2008, 17, 10 (2008),
26. Khuukhenkhoo G., Odsuren M., Munkhbat B., Gledenov Yu.M., Sedysheva M.V.. Nuclear reaction models for systematic analysis of the fast neutron induced (n,p) reaction cross sections. In: Proc. of the International Conference on Nuclear Data for Science and Technology (ND2007), Nice, France, 2007, p. 215-218.
  27. Khuukhenkhoo G., Bayarbadrakh B., Odsuren M., Gledenov Yu.M., Sedysheva M.V. Statistical Model Analysis for (n, $\alpha$ ) Reaction Cross Sections. In: Proc. of the "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics". XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, 2008, p.157-162.
  28. Kobzev A.P., Huran J., Maczka D., Turek M. Investigation of light element contents in subsurface layers of silicon. ION2008. VII – th International Conference “Ion Implantation and other Applications of Ions and Electrons”. Kazimierz Dolny, Poland June 16 – 19, 2008. Submitted to Vacuum.
  29. Lychagin E., Musychka A.Yu., Nesvizhevsky V.V., Pignol G., Protasov K.V., Strelkov A.V. “Storage of Very Cold Neutrons in bottles. First experimental results.” // Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics; ISINN-16 June 11-14 (to be published).
  30. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Low-energy scattering of a polarized neutron on a polarized proton”. Proceedings of the XVI International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei – ISINN-16 (Dubna, June 11 – 14, 2008).
  31. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Sign of the singlet length of neutron scattering on the proton, neutron radiative capture by the proton and problem of the virtual level of the (np) system”. Proceedings of the XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei – ISINN-15 (Dubna, May 16 – 19, 2007), JINR E3-2008-26, Dubna, 2008, pp. 37-43 .
  32. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “The coherent inelastic processes on nuclei at ultrarelativistic energies” . Proceedings of the XII International Conference on Elastic and Diffractive Scattering ( “Forward Physics and QCD” ) – EDS’07 ( DESY, Hamburg, Germany, May 21 – 25, 2007 ) , DESY-PROC-2007-02 ( Hamburg , December 2007 ) , pp. 336-341, 2008. .
  33. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Spin structure of the “forward” charge-ex-change reaction  $n + p \rightarrow p + n$  and the deuteron charge-exchange breakup  $d + p \rightarrow (pp) + n$  ”. Proceedings of the XII Advanced Research Workshop on High Energy Spin Physics – DUBNA-SPIN-07 (Dubna, September 3 – 7, 2007 ) , JINR E1,2-2008-57 , Dubna, 2008, pp. 106-111 .
  34. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “The coherent inelastic processes on nuclei at ultrarelativistic energies”. Proceedings of the XVIII International Baldin Seminar on High Energy Physics



Problems – ISHEPP-18 ( Dubna, September 25 – 30, 2006 ), JINR E1,2-2008-113 , vol. II , Dubna, 2008, pp. 60-68 .

35. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “The coherent inelastic processes in collisions of particles and nuclei at ultrarelativistic energies” . In Proceedings of the VII International Workshop “Very High Multiplicity Physics” – VHMP’07 ( Dubna, September 17 – 19, 2007 ) , Dubna, 2008
36. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “The coherent inelastic processes in collisions of particles and nuclei at ultrarelativistic energies” .Talk at the 6-th International Conference on Perspectives in Hadronic Physics – Hadron’08 ( ICTP, Trieste, Italy, May 12 – 16, 2008 ) ; allocated on the Hadron’08 website <http://www.pg.infn.it/hadronic08>.
37. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Low-energy scattering of a polarized neutron on a polarized proton”. Talk at the XVI International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei – ISINN-16 ( Dubna, June 11 – 14, 2008 ) .
38. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Angular correlations in the decays of  $\Lambda\Lambda$  and  $\Lambda\bar{\Lambda}$  pairs produced in relativistic heavy ion collisions”. Talk at the XIII International Conference on Selected Problems of Modern Theoretical Physics, dedicated to the 100-th anniversary of the birth of D.I.Blokhintsev – SPMT-2008 ( Dubna, June 23–27, 2008).
39. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Spin correlations in the  $\Lambda\Lambda$  and  $\Lambda\bar{\Lambda}$  systems generated in relativistic heavy ion collisions” Talk at the Helmholtz International Summer School “Dense Matter in Heavy Ion Collisions and Astrophysics” – Dense Matter 2008 ( Dubna, July 14 – 26, 2008 ) ; allocated on the Dense Matter 2008 website <http://theor.jinr.ru/~dm2008>.
40. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Pair correlations of neutral K, D, B and Bsmesons with close momenta generated in inclusive multiparticle processes”. Talk at the Helmholtz International Summer School “Heavy Quark Physics” – HQ-2008 ( Dubna, August 11 – 21, 2008 ) ; allocated on the HQ-2008 website <http://theor.jinr.ru/~hq2008>.
41. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Angular correlations in the decays of  $\Lambda\Lambda$  and  $\Lambda\bar{\Lambda}$  pairs produced in relativistic heavy ion collisions” . Poster presentation at the International Conference “Strong and ElectroWeak Matter 2008” – SEWM-2008 ( Amsterdam, the Netherlands, August 26 – 29, 2008 ) ; allocated on the SEWM-2008 website <http://staff.science.uva.nl/~sewm08>.
42. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Strangeness conservation and pair correlations of neutral kaons with close momenta produced in inclusive multiparticle processes”. Poster presentation at the International Conference “Strong and ElectroWeak Matter 2008” – SEWM-2008 (Amsterdam, the Netherlands, August 26–29, 2008); allocated on the SEWM-2008, <http://staff.science.uva.nl/~sewm08>.

43. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “The coherent inelastic processes in collisions of particles and nuclei at ultrarelativistic energies”. Poster presentation at the International Conference “Strong and ElectroWeak Matter 2008” – SEWM-2008 ( Amsterdam, the Netherlands, August 26 – 29, 2008 ); allocated on the SEWM-2008 website <http://staff.science.uva.nl/~sewm08>.
44. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “ Spin correlations of muons produced in the annihilation process  $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$  ”. Talk at the XIX International Baldin Seminar on High Energy Physics Problems – ISHEPP-19 ( Dubna, September 29 – October 4, 2008 ); allocated on the ISHEPP-19 website <http://relnp.jinr.ru/ishepp>.
45. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Spin correlations of muons generated in the process of electron-positron pair annihilation”. Poster presentation at the 18-th International Conference on Particles and Nuclei – PANIC-08 (Eilat, Israel, November 9–14, 2008) .
46. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Strangeness conservation and pair correlations of neutral kaons with close momenta produced in inclusive multiparticle processes”.
47. Poster presentation at the 18-th International Conference on Particles and Nuclei – PANIC-08 ( Eilat, Israel, November 9 – 14, 2008).
48. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “The coherent inelastic processes in collisions of particles and nuclei at ultrarelativistic energies”. Poster presentation at the 18-th International Conference on Particles and Nuclei – PANIC-08 (Eilat, Israel, November 9 – 14, 2008) .
49. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Spin structure of the nucleon charge-exchange reaction at zero angle and the deuteron charge-exchange breakup”. Poster presentation at the 18-th International Conference on Particles and Nuclei – PANIC-08 (Eilat, Israel, November 9 – 14, 2008) .
50. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “The process of Coulomb dissociation of weakly bound relativistic hypernuclei within the two-cluster model” . Poster presentation at the 18-th International Conference on Particles and Nuclei – PANIC-08 ( Eilat, Israel, November 9 – 14, 2008 ) .
51. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “The coherent inelastic processes in collisions of particles and nuclei at ultrarelativistic energies” . Sixth International Conference on Perspectives in Hadronic Physics ( ICTP, Trieste, Italy, May 12 – 16, 2008 ) . Abstracts of Talks. Trieste, 2008, p. 13 ; also online on the Conference website: <http://www.pg.infn.it/hadronic08/abstracts/pdfs/Lyuboshitz-1.pdf> .
52. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “Low-energy scattering of a polarized neutron on a polarized proton” . Abstracts of the XVI International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei – ISINN-16 ( Dubna, June 11 – 14, 2008 ), JINR E3-2008-47, Dubna, 2008 , p. 34.
53. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V. “ Spin correlations of muons produced in the annihilation process  $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$  ” . Book of Abstracts of the XIX International Baldin Seminar on High

Energy Physics Problems – ISHEPP-19 ( Dubna, September 29 – October 4, 2008 ) , JINR E1,2-2008-128 , Dubna, 2008 , p.77 .

54. Mankovska B., Oszlányi J., Florek M., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S. Neutron activation analysis as method for critical evaluation of pollution of ecosystem. International Conference "Contaminated sites - Bratislava 2008" (Bratislava, Slovakia, June 16-18, 2008). The conference is organized under the auspices of the Ministry of the Environment of the Slovak Republic and Ministry of the Environment of the Czech Republic.
55. Mitsyna L.V., Nikolenko V.G., Parzhitski S.S., Popov A.B., Samosvat G.S. "Neutron-electron scattering length extraction from the neutron diffraction data measured on noble gases", report on ISINN-16 (2008): Nucl.Phys.A (in print).
56. Mosulishvili L., Tsibakhashvili N., Kalabegishvili T., Kirkesali E., Frontasyeva M., Pavlov S. Neutron Activation Analysis in Biotechnology. Book of Abstracts of the International Scientific Conference – Actual Problems of Experimental and Theoretical Biolog (Tbilisi, Georgia, October 3-4, 2008), p. 71-72.
57. Mutterer M., Kopatch Yu. N., Yamaledtinov S. R., Lyapin V. G., J. von Kalben, Khlebnikov S. V., Sillanpaa M., Tyurin G. P., Trzaska W. H. On the Ternary a Spectrum in  $^{252}\text{Cf}(\text{sf})$ , World Scientific, Seminar in Fission Corsendonk Priory, Belgium 18 - 21 September 2007 edited by Cyriel Wagemans (University of Gent, Belgium), Jan Wagemans & Pierre D'hondt (SCK•CEN, Mol, Belgium), p. 89-98, (2008).
58. Oprea A. I., Oprea C., Gledenov Yu. M., Sedyshev P. V. Multilevel Approach in the Evaluation of the Asymmetry Effects on (n,p) Reaction for  $^{35}\text{Cl}$  and  $^{14}\text{N}$  Nuclei. In: Proc. of the "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics". XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, 2008, p.296-303.
59. Oprea, C., Gledenov Yu. M., Sedyshev P.V. A Monte Carlo Simulation of the Asymmtry Coefficients Measurements in the (n,p) reaction. Proceedings of the ISINN-16, May 11-16, Dubna, 2008 (in press).
60. Oprea, C. Oprea, Gledenov Yu. M., Sedyshev P.V., Sedysheva M. V., Szalansky P. J. Statistical Model Evaluation of the Cross-section in (n, $\square$ ) reaction on  $^{64}\text{Zn}$ . Proceedings of the ISINN-16, May 11-16, Dubna, 2008 (in press).
61. Oprea C., Maslov O. D., Gustova M. V., Belov A. G, Oprea I.A., Mihul A., Loghin V., Nicolescu C., Gorghiu G. Impact evaluation of the toxic and biologic active elements consumed through food crops on the consumer`s health using nuclear methods and neural network technique. Proceedings of the ISINN-16, May 11-16, Dubna, 2008 (in press).

62. Oprea C., Velichkov A., Oprea I.A., Filosofov D. V. The perturbation angular correlations for HFI and biological researches. Proceedings of the ISINN-16, May 11-16, Dubna, 2008 (in press).
63. Oprea, Oprea C., Sedyshev P.V., Szalansky P. J. Asymmetry effects. Proceedings of the ISINN-16, May 11-16, Dubna, 2008 (in press).
64. Oprea C., Gustova M. V., Maslov O. D., Belov A. G, Oprea I.A., Szalansky P. J. IGAA and XRF analysis of Sea lettuce algae samples. Proceedings of the ISINN-16, May 11-16, Dubna, 2008 (in press).
65. Oprea C., Gustova M. V., Maslov O. D., Oprea I.A., Belov A. G. Comparison of inorganic chemical constituents of different herbal medicines. Proceedings of the ISINN-16, May 11-16, Dubna, 2008 (in press).
66. Oprea C., Gustova M. V., Maslov O. D., Oprea I.A., Belov A. G., Szalansky P. J. A statistical analysis of regional oil impacts on environment. Proceedings of the ISINN-16, May 11-16, Dubna, 2008 (in press).
67. Oszlanyi J., Mankovska B., Frontasyeva M.. Use of mosses as biomonitors of heavy metal deposition in the Carpathians Mountains (Slovak Part). Book of Abstracts 21st Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Oulu, Finland, February 26-29, 2008), p. 41.
68. Pankratova Yu.S., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S.. Air pollution studies in the republic of udmurtia (rf) using the moss biomonitoring technique and NAA. Submitted to FLNP Annual Report, 2008.
69. Pantelica A., Badita C.R., Culicov O., Frontasyeva M., Companis I., Ciortea C.. PIXE and INAA analytical sensitivity of edible vegetal samples. The 4th National Conference on Applied Physics (September 25-26, 2008, Galati, Romania).
70. Pantelica A., Frontasyeva M.V., Oprea C., Ammerlaan A., Bode P., Georgescu I.I., Pincovschi E.. Investigation of the working place atmosphere in a Romanian fertilizer plant by neutron activation analysis. Book of Abstracts, NRC7, Hungary, August, 2008.
71. Pantelica A., Culicov O.A., Frontasyeva M.V., Oprea C., Georgescu R., Georgescu I.I., Pincovschi E.. Investigation of the occupational exposure in a fertilizer plant by instrumental neutron activation analysis of hair and nail samples. Book of Abstracts, NRC7, Hungary, August, 2008.
72. Pantelica A.I., Badita C.R., Frontasyeva M.V., Culicov O.A. A retrospective review of JINR – IFIN-HH collaborative projects based on NAA. Book of Abstracts, ISINN-16, 10-14 June, 2008, Dubna.
73. Pantelică A., Bădița C.R., Culicov O., Frontasyeva M., Companiș I., Gugiu M., Popescu I.V. Determination by nuclear techniques of the elemental concentrations in vegetables from industrial zone Targoviste. The Scientific Session “Sciences Applied in Environmental and Materials Study” (in Romanian), 5-6 June 2008, Târgoviște, Romania.

74. Pokotilovski Yu. N. "On the prospects for the neutron lifetime measurements in material traps", Poster at the Intern. Workshop on Particle Physics with Slow Neutrons, Grenoble, 29-31 May, 2008.
75. Pokotilovski Yu. N., Novopoltsev M. I., Geltenbort P., Brenner Th. "A differential time of flight spectrometer for very low energy neutrons", Poster at the Intern. Workshop on Particle Physics with Slow Neutrons, Grenoble, 29-31 May, 2008.
76. Shovoodoi G., Shvetsov V.N., Gerbish G., Nyamsuren B., Belov A.G. Application a Linac of the IREN Facility for production some radionuclides and multielemental activation analysis. Book of Abstracts of the Ulaanbaatar Conference on Nuclear Physics and Applications. (September 8-11, 2008, Ulaanbaatar, Mongolia), p. 56.
77. Spiric Z., Frontasyeva M.V., Stafilov T., Enimiteva V., Bukovec D., Mesic Z.. Environmental and health consequences of mercury air pollution. Cell Biology and Toxicology (Springer, Netherlands. ISSN: 0742-2091), P12 The Environmental and health consequences of mercury air pollution, pp. S104-S105, DOI: 10.1007/s10565-007-9052-8, Vol. 24, Supple 1, 2008, p. 104-105, 2008  
<http://www.springerlink.com/content/r708830518116g80/>
78. Spiric Z., Frontasyeva M.V., Bukovec D., Stafilov T.. Remote sensing and biomonitoring techniques as health and environmental risks early warning tools. Book of Abstracts of the First International Conference: Disaster Management and Emergency Response in the Mediterranean Region (Zadar, Croatia, 22–24 September 2008), p. 140.
79. Spiric Z., Frontasyeva M., Stafilov T., Enimiteva V., Barandovski L., Urumov V.. Atmospheric deposition of Cd, Hg, and Pb in Croatia and neighbouring countries: assessment based on moss analysis. Book of Abstracts 21st Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Oulu, Finland, February 26-29, 2008), p. 44.
80. Stafilov T., Pančevski Z., Frontasyeva M., Strelkova L., Šajn R. Distribution of heavy metals in surface soil due to industrial pollution. (Pleanry lecture by Prof. T.Stafilov) VII. 6th Aegean Analytical Chemistry Days (AACD-2008), 9-12 October 2008, Pamukkale, Denizli, Turkey.
81. Stafilov T., Frontasyeva M.V., Barandovski L., Enimiteva V., Pavlov S.S., Urumov V.. Biomonitoring air pollution using AAS and NAA: the Republic of Macedonia case study. Cairo University Biannual International Conference on Analytical Chemistry. Green and Sustainable Chemistry in Developing Countries. Book of Abstracts, p. 19, Cairo, Egypt, 3-6 March, 2008.
82. Steinnes E., Frontasyeva M.V., Gundorina S.F., Pankratova Y.S.. Identification of metal emissions from closely located sources using moss biomonitoring and factor analysis. Book of Abstracts 21st Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Oulu, Finland, February 26-29, 2008), p.45.

83. Sukhovoĵ A.M., Furman W.I., Khitrov V.A. Approximation of sums of experimental radiative strength functions of dipole gamma-transitions in the region  $E_{\gamma} \sim B_n$  for the atomic masses  $40 \leq A \leq 200$ , In: XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2007, E3-2008-26, Dubna, 2008, pp. 92-107.
84. Sukhovoĵ A.M., Khitrov V.A., Problems of the experimental determination of parameters of nucleus and applicability of the Bohr-Mottelson hypothesis, In: XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2007, E3-2008-26, Dubna, 2008, pp. 108-112.
85. Sukhovoĵ A.M., Khitrov V.A., Gamma decay of the compound state and change of structure of the  $^{124}\text{Te}$  excited levels, In: XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2007, E3-2008-26, Dubna, 2008, pp. 113-125.
86. Sukhovoĵ A.M., Khitrov V.A., Calculation of the total gamma-spectra of the fast neutrons capture in the isotopes  $^{117}, ^{119}\text{Sn}$  for the different parameters of cascade gamma-decay, In: XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2007, E3-2008-26, Dubna, 2008, pp. 126-133.
87. Sukhovoĵ A.M., Khitrov V.A., Crawford B.E., Stephenson S.L. Reanalysis of the process of the cascade gamma decay of  $^{198}\text{Au}$  compound state, In: XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2007, E3-2008-26, Dubna, 2008, pp. 134-146.
88. Sukhovoĵ A.M., Khitrov V., Maslov V.. Completely model-free determination of the level density, radiative strength functions and their main peculiarities. In International Conference on nuclear data for science and technology 2007, Nice, 2007, p. 175-178.
89. Sukhovoĵ A.M., Furman W.I., Khitrov V.A. Status and problems of experimental study of excited nucleus superfluidity. The 2-nd international conference "Current problems in nuclear physics and atomic energy", Book of abstracts, Kyiv, 2008, p. 27.
90. Sukhovoĵ A.M., Khitrov V.A. About nucleus "superfluid-normal" state transition dynamics, The 2-nd international conference "Current problems in nuclear physics and atomic energy", Book of abstracts, Kyiv, 2008, p. 27.
91. Sukhovoĵ A.M., Khitrov V.A. Main parameters of the gamma-decay process and the properties of nucleus  $^{174}\text{Yb}$ , which are manifested in radiative capture of resonance and thermal neutrons, The 2-nd international conference "Current problems in nuclear physics and atomic energy", Book of abstracts, Kyiv, 2008, p.65.
92. Sukhovoĵ A.M., Furman W.I., Khitrov V.A. Precise approximation of sums of experimental radiative strength functions of dipole gamma-transition, The 2-nd international conference "Current problems in nuclear physics and atomic energy", Book of abstracts, Kyiv, 2008, p.65.

93. Vesna V.A., Gledenov Yu. M., Nesvizhevsky V.V., Petukhov A.K., Sedyshev P.V., Soldner T., Shulgina E.V., Zimmer O.. "Zero" Experiment and Final Result of the Measurements of the P-odd Asymmetry in the  ${}^6\text{Li}(n,\alpha){}^3\text{H}$  Reaction. In: Proc. of the "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics". XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, 2008, p.332-338.
94. Гледенов Ю.М. Исследование реакций  $(n,p)$ ,  $(n,t)$ ,  $(n,\alpha)$  на быстрых нейтронах. В сб.: «Ядрена физика и общество» (Материалы рабочего совещания 9-11 сентября 2007 г., Пловдив). Издательство университета Паисий Хилендарский, 2008, с. 74-90.
95. Гледенов Ю.М. О сотрудничестве между сектором редких реакций ЛНФ ОИЯИ и кафедрой атомной физики Пловдивского университета. В сб.: «Ядрена физика и общество» (Материалы рабочего совещания 9-11 сентября 2007 г., Пловдив). Издательство университета Паисий Хилендарский, 2008, с. 136-141.
96. Горайнова З. И., Павлов Д.Ф., Фронтасьева М.В. Тяжелые металлы и редкоземельные элементы в донных отложениях и дрейссенидах Рыбинского водохранилища. Тезисы доклада на конференции «Антропогенное воздействие...» (11-16 ноября 2008, Борок, Ярославская область, РФ).
97. Динг Я., Гундорин Н.А., Жанг Ж., Немченко И.Б., Пикельнер Л.Б. Жидкий сцинтиллятор для регистрации тепловых нейтронов, Международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии», Сборник аннотаций, Харьков, 2008, стр. 71.
98. Кобзев А.П. Аналитические исследования наноструктур на ускорителе ЭГ-5 ОИЯИ. XVII Международная конференция по электростатическим ускорителям и пучковым технологиям. 21 – 23 октября, 2008 года.
99. Кобзев А.П. Элементный анализ наноструктур на пучках заряженных частиц. В сборнике «Ядерная физика и нанотехнологии: ядерно-физические аспекты формирования, изучения и применения наноструктур». Дубна, 2008, стр. 142 – 154.
100. Франк А.И.. Спектрометрия УХН с интерферометрами Фабри-Перо. В сб: Рентгеновская оптика – 2008. Материалы совещания. г. Черногловка, 6-9 октября 2008г. С.133-135.

## **DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION OF ELEMENTS OF NEUTRON SPECTROMETERS FOR CONDENSED MATTER INVESTIGATIONS**

1. Belushkin A.V., et al. 2D position-sensitive monitor for thermal neutrons. Technical Physics, 2008, v.78, №.1 pp. 121 - 125.

2. Belushkin A.V.. Modern trends in position-sensitive neutron detectors development for condensed matter research (Invited talk at the International Symposium on Neutron Scattering, ISNS 2008, 15-18 January 2008, Mumbai, India), JINR Preprint E13-2007-184, Dubna, 2007.
3. Kirilov A.S., et al. Organization of remote control of the spectrometers at the IBR-2M reactor. JINR Preprint P10-2008-23, Dubna, 2008 (submitted to Instruments and Experimental Techniques).
4. Belushkin A.V., et al. 2D position-sensitive detector for thermal neutrons. Proc. of XXI International Symposium on Nuclear Electronics & Computing, JINR E10,11-2008-37, Dubna, 2008, pp. 116-120.
5. Manoshin S., Ioffe A.. New modules for the VITESS software package: Time-gradient magnetic fields and neutron refractive lenses. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A, v.586, №1, pp. 81-85.
6. Miron N.F., Kirilov A.S., et al. Modernization and creation of new measuring modes for the MOND facility. XX International Workshop on Neutron Scattering in Condensed Matter Investigations (NSCMI-2008), Gatchina, October 13-19, 2008, Abstracts, p.150.
7. Novikov A.G., Sirotin A.P., et al. Mechanical monochromator for small-angle spectrometer at the SAFARI-1 reactor. Ibid, p.151.
8. Churakov A.V.. Developments of gas PSD for thermal neutrons in FLNP JINR. Ibid, p.156.
9. Budagov J., Chernikov A., Sabirov B., Sissakian A., Shirkov G., Sukhanova A., Malkov I., Perevozchikov V., Rybakov V., Zhigalov V, Basti A., Bedeschi F., Frasconi F., Linari S., Kephart R., Nagaaitsev S.. Leak rate measurements on bimetallic transition samples for ILC cryomodules. JINR Communications, E13-2008-110, Dubna, 2008.
10. Kuzmin E.S., Drozdov V.A., Zhuk V.V., et al. Multichannel modular scintillation detector for thermal neutrons. Instruments and Experimental Techniques, 2008, №5, pp. 5-13.



## 6. PRIZES

### ***JINR Prizes:***

#### **Experimental Physics Research:**

##### First Prize:

*A.I. Frank, P. Geltenbort, M. Jentschel, D.V. Kustov, G.V. Kulin, V.G. Nosov, A.N. Strepetov.*  
*“Prediction and experimental observation of effect of accelerated matter in neutron optics”.*

##### Second Prize:

*S.P. Avdeyev, A. Budzanowski, V.A. Karnaukhov, W. Karcz, V.V. Kirakosyan, V.K. Rodionov, H. Oeschler, I. Skwirczynska.* *“Experimental investigation of spinodal state of nuclear matter”.*

#### **Applied Physics Research:**

##### Second Prize:

*Yu.V. Taran, J. Schreiber.* *“Neutron diffraction studies of martensitic transformation and fatigue properties of austenitic stainless steels”.*

### ***JINR Prizes for young scientists and specialists:***

#### **Experimental Physics Research:**

##### First Prize:

*S.E. Kichanov.* *“Study of the structure and dynamics of pyridine salts PyHNO<sub>3</sub> and PyHReO<sub>4</sub> at high pressures”.*

#### **Applied Physics Research:**

##### Encouraging Prize:

*O.A. Kyzyma.* *“Organization of fullerene clusters in the system C<sub>60</sub>/N-methyl-2-pyrrolidone”.*

## 7. SEMINARS

Date	Authors	Title
05.02.08	Rolando Granada	Pulsed Neutrons in Bariloche: Past Activities and Ideas for the Future
13.03.08	S.M.Ignatov, M.G.Mitel'man	Scintillation Solid-State Detectors
02.04.08	A.B.Popov, A.V.Strelkov, Ye.P.Shabalin	"Vladislav Ivanovich Lushikov – Half a Century in Service of Science"
18.09.08	S.G.Yavshitz	Models and codes for description of characteristics of nuclear fission in the reactions with nucleons of medium and intermediate energies
17.10.08	V.N.Shvetsov, Yu.M.Chuvil'skii A.L.Barabanov A.A.Goverdovskii V.L.Aksenov	Seminar dedicated to the 70-th anniversary of V.I.Furman
13.11.08	B.N.Zakhariev	Extraction of the quantum ABC from the problem of finding physical essence of new non-Cooper particle pairing.

## 8. ORGANIZATION AND USER INTERACTION

### 8.1. STRUCTURE OF LABORATORY AND SCIENTIFIC DEPARTMENTS

<b>Directorate:</b>
Director: A.V.Belushkin
Deputy Director: V.N.Shvetsov
Scientific Secretary: O.A.Culicov

<b>Reactor and Technical Departments</b>
Chief engineer: A.V.Vinogradov <b>IBR-2 reactor</b>
Chief engineer: A.V.Dolgikh <b>Department of IREN</b>
Head: V.G.Pyataev
<b>Mechanical maintenance division</b>
Head: A.A.Belyakov
<b>Electrical engineering department</b>
Head: V.A.Trepalin
<b>Design bureau</b>
Head: A.A.Kustov
<b>Experimental workshops</b>
Head: A.N.Kuznetsov

<b>Scientific Departments and Sectors</b>
<b>Condensed matter department</b>
Head: D.P.Kozlenko
<b>Nuclear physics department</b>
Head: Yu.N.Kopatch
<b>Department of IBR-2 spectrometers complex</b>
Head: S.A.Kulikov

<b>Administrative Services</b>
Deputy Director: S.V.Kozenkov
Secretariat
Finances
Personnel

<b>Scientific Secretary Group</b>
Translation
Graphics
Photography
Artwork

## NEUTRON INVESTIGATIONS OF CONDENSED MATTER

Sub-Division	Title	Head
<b>Sector 1: Neutron Diffraction. Head: A.M.Balagurov</b>		
Group No.1	HRFD	A.M.Balagurov
Group No.2	DN-2	A.I.Beskrovnyi
Group No.3	DN-12	B.N.Savenko
Group No.4	Geomaterials	A.N.Nikitin
Group No.5	SKAT	Ch.Scheffzük
<b>Sector 2: Neutron Optics. Head: M.V. Avdeev</b>		
Group No.1	Surfaces	Yu.V.Nikitenko
Group No.2	Nanostructures	M.V.Avdeev
<b>Small angle scattering group.</b>		<b>Head: V.I.Gordeliy</b>
<b>Inelastic scattering group.</b>		<b>Head: I.Natkaniec</b>

## NUCLEAR PHYSICS DEPARTMENT

Sub-Division	Title	Head
<b>Sector 1. Correlation <math>\gamma</math>-spectroscopy and development of experimental installations.</b>		
		<b>Head: N.A.Gundorin</b>
<b>Sector 2. Investigation of neutron properties.</b>		
		<b>Head: Ye.V.Lychagin</b>
<b>Sector 3. Neutron activation analysis.</b>		
		<b>Head: M.V.Frontasyeva</b>
Group No.1	Analytical	M.V.Frontasyeva
Group No.2	Experimental	S.S.Pavlov
Group No.4	Fission	Yu.N.Kopatch
Group No.5	Proton and $\alpha$ -decay	Yu.M.Gledenov
Group No.6	Polarized neutrons and nuclei	V.P.Skoy

## DEPARTMENT OF IBR-2 SPECTROMETERS COMPLEX

Sub-Division	Title	Head
Group No.1	Detectors	A.V.Churakov
Group No.2	Electronics	A.A.Bogdzel
Group No.3	Information technologies	A.S.Kirilov
Group No.4	Sample environment and choppers	A.P.Sirotin
Group No.5	Cryogenic investigations	A.N.Chernikov
Group No.6	Methodical developments	S.G.Vasilovskii
Group No.7	Cold moderators	S.A.Kulikov

## 8.2. MEETINGS AND CONFERENCES

*In 2008, FLNP organized the following meetings:*

1. International Seminar-School “Pulsed Advanced Neutron Sources” PANS-III dedicated to the centenary of the birth of D.I. Blokhinzev, Dubna, January 29 – February 4.
2. IAEA TC 2nd Workshop “Harmonization of QA/QC Systems According to ISO and International Standards in Nuclear Analytical Laboratories of the Russian Federation”, Dubna, May 26-30.
3. XVI International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei ISINN-16, Dubna, June 11-14.
4. IAEA TC 3rd Workshop “Harmonization of QA/QC Systems According to ISO and International Standards in Nuclear Analytical Laboratories of the Russian Federation”, Dubna, October 27-31.
5. International Seminar Dedicated to the centenary of the birth of I.M. Frank, Dubna, October 23-24.

*In the year 2009, FLNP will organize:*

*XVII International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei ISINN-17, Dubna, May 27-30.*

## 8.3. COOPERATION

### List of Visitors from Non-Member States of JINR in 2008

Name	Organization	Country	Dates
L. Cser	KFKI RIPNP, Budapest	Hungary	21.10-26.10.
K. Dufren	IAEA	Austria	19.09-20.09.
A. Faigel	IAEA	Austria	14.01.-18.01.
			28.10.-31.10.
P. Vermerke	NRC, Mol	Belgium	08.06.-14.06.
K. Walther	Potsdam Geol. Res. Centr.	Germany	22.06.-27.06. 28.10.-07.11.
			19.05.-30.05.
K. Ullemeyer	University of Kiel	Germany	09.07.-15.07. 07.09.-11.09. 17.04.-25.04. 08.10.-22.10. 16.11.-29.11. 25.05.-30.05.
K. Hoppstock	Research Centre Julich	Germany	26.10.-02.11.
A. Frischbutter	Potsdam Geol. Res. Centr.	Germany	05.02.-09.02. 20.06.-29.06. 04.11.-08.11. 26.05.- 30.05.
H. Hemmpel	University of Freiburg	Germany	05.02.-10.02.

F. Shilling	Potsdam Geol. Res. Centr.	Germany	22.06.-24.06.
R. Lieckefett	Potsdam Geol. Res. Centr	Germany	26.05.-29.05.
G. Spikermann	Potsdam Geol. Res. Centr	Germany	19.11.-20.11.
K. Feldmann	Research Centre Julich	Germany	25.05.-29.05.
G. Zhang	Ints. of Heavy Ion Physics, Beijing	China	09.06.-21.06.
G. Tan	Ints. of Heavy Ion Physics, Beijing	China	09.06.-21.06.
P. Bode	TU, Delft	Netherlands	25.05.-01.06.
P. Bode	TU, Delft	Netherlands	09.03.-14.03.
M. Anicic	VINCA Inst, Belgrade	Serbia	07.06.-18.06.
H. J. Lauter	ILL, Grenoble	France	14.06.-19.06.
H. J. Lauter	ILL, Grenoble	France	19.01.02.02
V. Lauter	ILL, Grenoble	France	19.01.02.02
A. Faanhof	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	26.10.-02.11.
H. Boshoff	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	09.02.-23.02.

## 8.4. EDUCATION

The objective of the FLNP educational program is the training of specialists in the field of neutron methods for condensed matter and nuclear physics research. The students of the Neutron Diffraction Department of MSU, of the Interfaculty Center «Structure of Matter and New Materials» and of the Electronics and Automatics Department of MIREA (Moscow State Institute of Radioengineering, Electronics and Automatics) perform their term and diploma works in FLNP. At the University Centre of JINR the students from Tula State University, Belgorod State University, Tver State University and other universities of Russia and JINR Member States write their term papers and do summer and winter practical works in FLNP.

On January 29 to February 4, 2008 the International Seminar-School on Pulsed Advanced Neutron Sources (PANS-III) was organized. In addition to scientific aspects, this Seminar was at the same time a School for training young scientists in the advancement of various types of neutron sources. The course attracted more than 40 students from Russian, Romanian and Vietnamese universities. During the guided excursion to the IBR-2 high-flux pulsed reactor, the participants became familiar with this unique facility and the variety of neutron-scattering investigations carried out at FLNP. On June 29 – July 20, 2008 Summer Student Practice in JINR Fields of Research was organized. The main purpose of the Practice was to allow its participants to learn about the JINR research programme and facilities. On September 11-27, 2008 the same Student Practice was organized for polish students, and on September 22 – October 10, 2008 for the south african students.

## 8.5. PERSONNEL

### Distribution of the Personnel per Department as of 01.01.2009

Theme	Departments	Main staff
-1036-	Nuclear Physics Department	46
-1069-	Condensed Matter Physics Department	41
-1052-	IBR-2 Spectrometers Complex Department	43
-0993-	IREN Department	10
-0851-	IBR-2 Department	42
	Mechanical and Technical Department	43
	Electric and Technical Department	30
	Central Experimental Workshops	40
	Nuclear Safety Group	4
	Design Bureau	7
	FLNP infrastructure:	
	Directorate	9
	Services and Management Department	22
	Scientific Secretary Group	5
	Supplies Group	4
<b>Total</b>		<b>346</b>

### Personnel of the Directorate as of 01.01.2009

Country	People
Moldavia	1
Bulgaria	2
Vietnam	1
Germany	2
Georgia	2
KPDR	5
Kazakstan	1
Mongolia	3
Poland	2
Romania	6
Russia	23
Ukraine	9
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>

## 8.6. FINANCE

### Financing of the FLNP Scientific Research Plan in 2008 (th. USD)

No.	Theme	Financing plan, \$ th.	Expenditures For 12 months, \$ th.	In % of FLNP Budget
<b>I</b>	<b>Condensed matter physics</b>	5984,4	6619,3	110,6
	<b>-1069-</b>	1463,4	1761,0	120,3
	<b>-0851-</b>	3484,3	3792,6	108,8
	<b>-1052-</b>	1036,7	1065,7	102,8
<b>II</b>	<b>Neutron nuclear physics</b>	1523,7	1750,3	114,9
	<b>-1036-</b>	1077,3	1169,6	108,5
	<b>-0993-</b>	446,4	580,7	130,1
<b>III</b>	<b>Elementary particle physics</b>	6,3	6,4	101,6
	<b>-1007-</b>			
	<b>TOTAL:</b>	<b>7514,4</b>	<b>8376,0</b>	<b>111,5</b>