

FRANK LABORATORY OF NEUTRON PHYSICS
JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH



**ANNUAL
REPORT
2007**

DUBNA

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

В связи с остановкой реактора ИБР-2 на проведение очередного этапа реконструкции, задачи коллектива отдела и планы работ по теме на 2007 г. заметно отличались от традиционных. А именно, научная работа была перенесена в родственные центры в России и за рубежом. Из фундаментальных и прикладных направлений, разрабатываемых сотрудниками отдела НИКС ЛНФ, в 2007 г. были оставлены несколько основных, работа по которым в других научных центрах, прежде всего нейтронных и синхротронных, была обеспечена существующими соглашениями о сотрудничестве. В 2007 г. начат первый этап программы модернизации спектрометров на реакторе ИБР-2.

I. Научные результаты

Подведены итоги многолетних исследований равновесных структурно-магнитных неоднородных состояний в сложных магнитных оксидах марганца. Получены количественные характеристики влияния на поляронное сужение зоны проводимости микронапряжений в решетке и объемной доли мезоскопических ферро- и антиферромагнитных кластеров. В соединении $(La_{1-y}Pr_y)_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$ обнаружен хорошо выраженный провал (рис. 1) в температуре перехода в упорядоченное магнитное состояние и подавление всех типов дальнего магнитного порядка вблизи точки перехода металл – изолятор у ≈ 0.9 , что указывает на ключевую роль химического беспорядка в структуре на формирование фазово-расслоенного состояния на мезоскопическом масштабе размеров. Установлено, что уровень внутренних микронапряжений является еще одним важным фактором, влияющим на эффекты фазового расслоения [1].

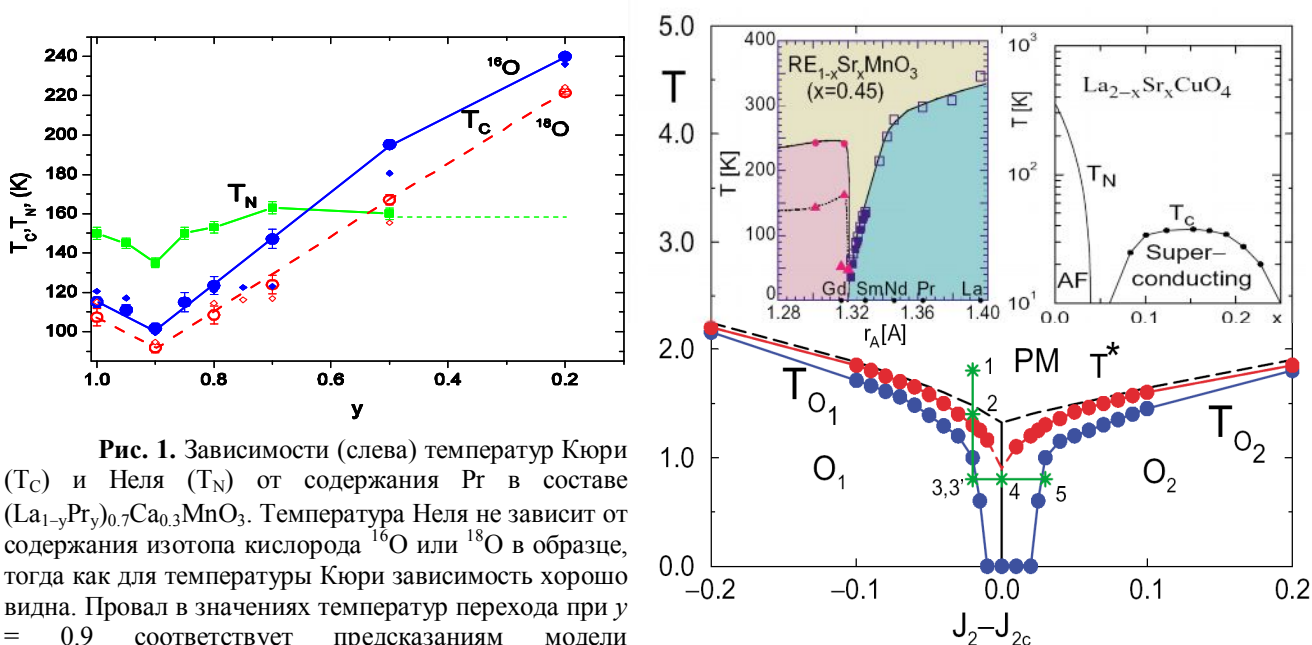


Рис. 1. Зависимости (слева) температур Кюри (T_C) и Нееля (T_N) от содержания Pr в составе $(La_{1-y}Pr_y)_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$. Температура Нееля не зависит от содержания изотопа кислорода ^{16}O или ^{18}O в образце, тогда как для температуры Кюри зависимость хорошо видна. Провал в значениях температур перехода при $y = 0.9$ соответствует предсказаниям модели замороженного химического беспорядка (J. Burgu et al., Phys. Rev. Lett. 2004), приводящего к флуктуациям интеграла перескока и мезоскопическому фазовому расслоению на АФМ-диэлектрическую и ФМ-металлическую фазы. Справа показана фазовая диаграмма, полученная на основе модельных расчетов.

Выполнена серия структурных нейтронных экспериментов по определению кристаллических и магнитных фазовых состояний перовскитоподобных манганитов $\text{Re}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ ($\text{Re} = {}^{152}\text{Sm}, \text{Nd}_{0.772}\text{Tb}_{0.228}$ и $\text{Nd}_{0.544}\text{Tb}_{0.456}$) [2]. Эксперименты выполнены для выявления микроскопических причин гигантского кислородного изотопического эффекта, открытого недавно в $\text{Sm}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ для $x \approx 0.5$. Показано, что при низких температурах во всех изученных составах происходит расслоение на две кристаллические фазы $P1$ и $P2$, которые имеют одинаковую пространственную симметрию, но различающиеся типы янтеллеровских искажений октаэдров MnO_6 и магнитного упорядочения атомов Mn. Успеху структурного анализа способствовали необычно большие различия в параметрах элементарных ячеек сосуществующих фаз. Фаза $P1$ ферромагнитна и MnO_6 октаэдры лишь слегка искажены. Фаза $P2$ антиферромагнитна (А-тип упорядочения), в ней MnO_6 октаэдры сильно сжаты в апикальном направлении. Относительные объемы, занимаемые фазами $P1$ и $P2$ в кристалле, зависят от среднего радиуса А-катиона и при замещении ${}^{16}\text{O}$ на ${}^{18}\text{O}$ перераспределяются в пользу фазы $P2$. Полученные данные однозначно свидетельствуют о перколяционной природе перехода металл-изолятор в соединении с Sm при кислородном изотопическом замещении, вследствие резкого (с 65% до 13%) уменьшения доли ферромагнитной фазы $P1$. Величина упорядоченного магнитного момента Mn в фазах $P1$ и $P2$ изменяются от 1.7 до 3.5 μ_B во всех изученных составах. Данные об эволюции микроструктурных характеристик при фазовом переходе в расслоенное состояние свидетельствуют о том, что как исходный разброс в радиусах А-катионов, так и внутренние микронапряжения оказывают критическое влияние на формирование мезоскопического фазового расслоения.

Проведено детальное нейтронное дифракционное исследование атомной и магнитной структуры 314-кобальтита $\text{Sr}_3\text{YCo}_4\text{O}_{10.5+\delta}$ (или $\text{Sr}_{0.75}\text{R}_{0.25}\text{CoO}_{2.625+\delta/4}$), в котором А-позиции являются идеально упорядоченными. Изучены два состава с разным содержанием кислорода: близкого к оптимальному (“as prepared”, $\delta \approx 0$) и с увеличенным δ (“oxidized”, $\delta \approx 0.2$). Кроме того, получены данные для состава, в котором атомы Co частично заменены на Fe, а именно, $\text{Sr}_3\text{YFe}_2\text{Co}_2\text{O}_{10.5+\delta}$ [3]. Для всех трех составов установлен G-тип AFM структуры (рис. 2), причем атомы Co, находящиеся в различных позициях элементарной ячейки, имеют различную величину магнитного момента.

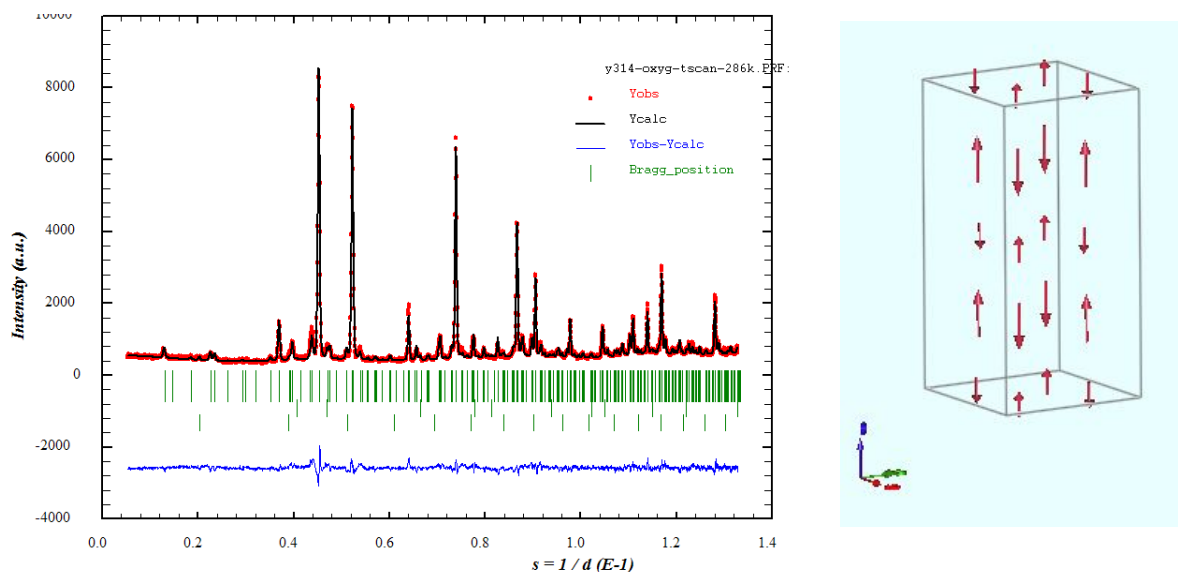


Рис. 2. Магнитная структура соединения $\text{Sr}_3\text{YCo}_4\text{O}_{10.5+\delta}$ при $\delta \approx 0$ и 0.2. Структура антиферромагнитная, G-типа, т.е. моменты соседних атомов Co направлены противоположно. Ее особенностью является то, что атомы Co, находящиеся в различных позициях элементарной ячейки, имеют различную величину магнитного момента.

Проведено исследование [4] структурных изменений, переходов между различными спиновыми состояниями ионов Co^{3+} и перехода диэлектрик-металл в кобальтите лантана LaCoO_3 в широком диапазоне температур 10-900К и давлений 0-20 ГПа (рис. 3). Установлено, что под давлением происходит резкое подавление магнитного промежуточно-спинового состояния ($S = 1$) и стабилизация немагнитного низкоспинового состояния ($S = 0$) ионов Co^{3+} . Температура перехода диэлектрик-металл существенно возрастает под давлением.

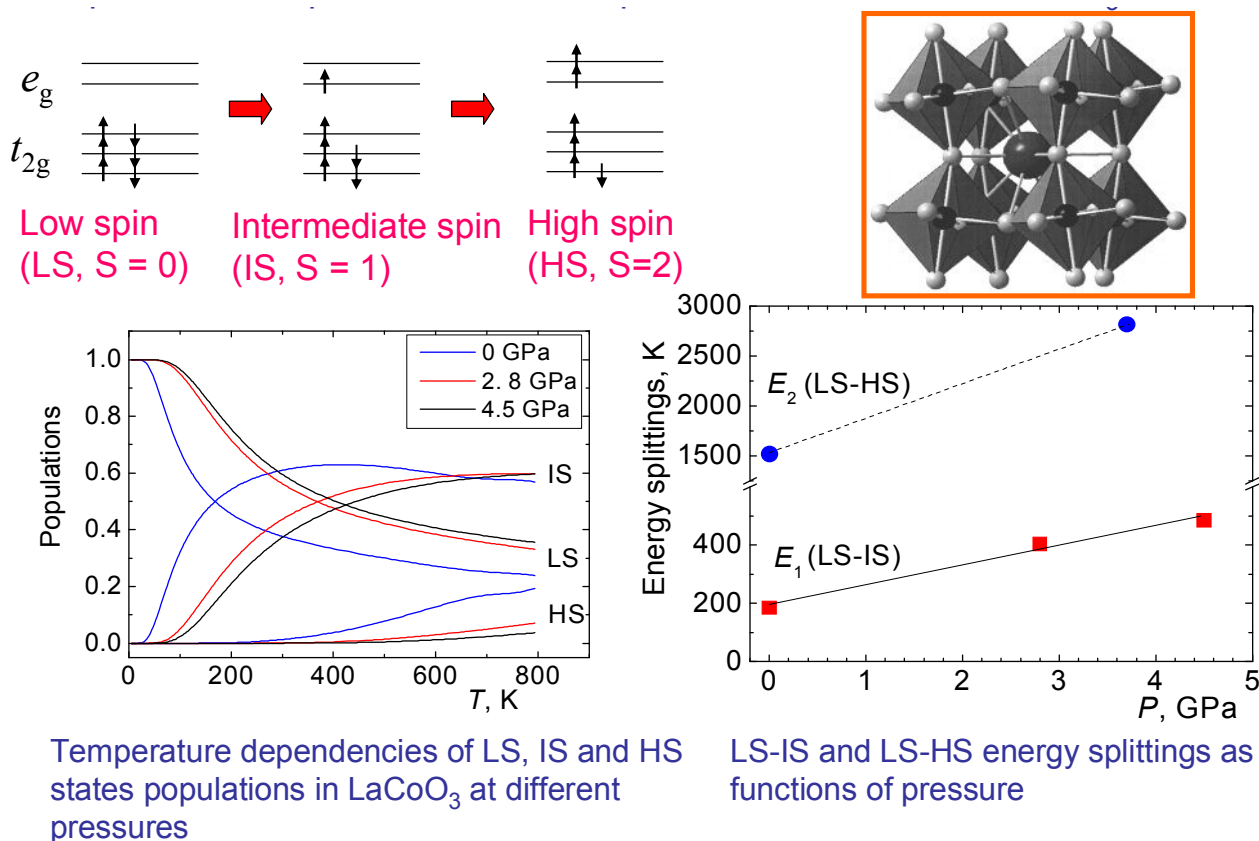


Рис. 3. К исследованиям переходов между различными спиновыми состояниями ионов Co^{3+} и перехода диэлектрик-металл в кобальтите лантана LaCoO_3 в широком диапазоне температур 10-900 К и давлений 0-20 ГПа. Вверху слева показаны возможные спиновые конфигурации для иона Co^{3+} , включающие низко- ($S=0$), промежуточно- ($S=1$) и высокоспиновые ($S=2$) состояния.

Проведены предварительные исследования влияния высокого давления на кристаллическую и магнитную структуру некоторых составов манганитов и кобальтитов. В $\text{Pr}_{0.7}\text{Ba}_{0.3}\text{MnO}_3$ при высоких давлениях наблюдается подавление исходного ферромагнитного (ФМ) состояния и появление антиферромагнитного (АФМ) состояния А-типа. В $\text{Pr}_{0.7}\text{Ba}_{0.3}\text{MnO}_{2.6}$ при нормальном давлении наблюдалось промежуточное АФМ состояние G-типа и основное состояние спинового стекла. Под давлением магнитных фазовых переходов не наблюдалось. Для кобальтита PrCoO_3 при высоком давлении до 8.7 ГПа при комнатной температуре установлено, что это соединение сохраняет орторомбическую структуру во всем исследуемом диапазоне давлений. Обнаружена слабая анизотропия сжатия кислородных октаэдров CoO_6 .

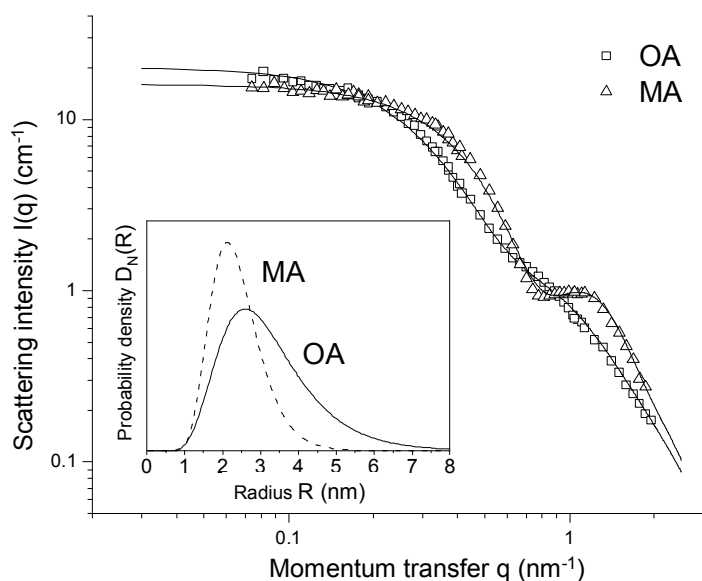
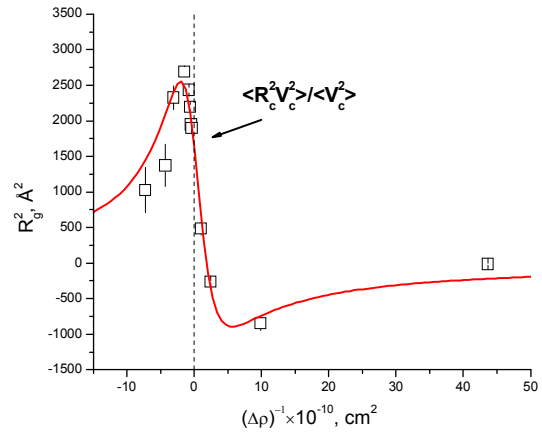
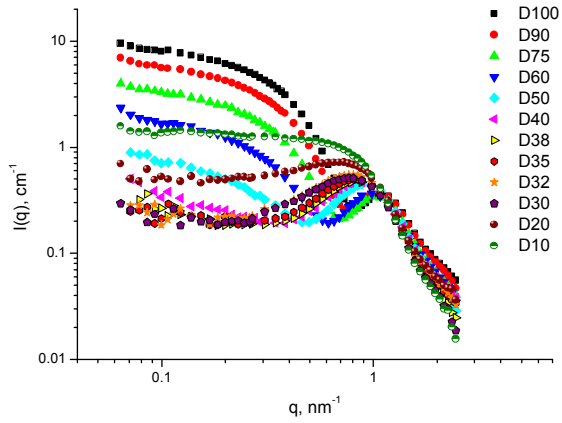


Рис.4. Одномерные кривые ядерного рассеяния $\langle F_N^2(q) \rangle_R$, усредненного по функции полидисперсности частиц наномангнетита, как результат обработки двумерных картин рассеяния поляризованных нейтронов (данные ГКСС), в магнитных жидкостях, стабилизированных с использованием олеиновой (ОА) и миристиновой (МА) кислот. Сплошные линии – лучшая подгонка модели невзаимодействующих частиц типа «ядро-оболочка» с использованием логнормальной функции распределения по размерам ядра. Полученные функции полидисперсности показаны во вставке.

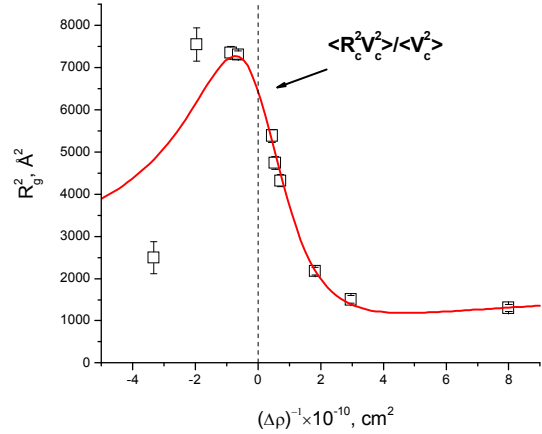
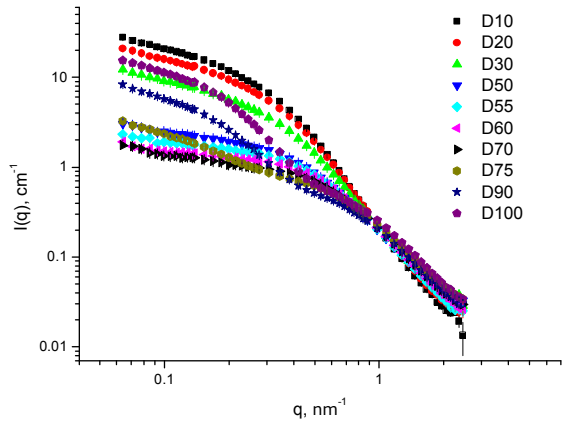
Проведен анализ структурных данных, полученных методом малоуглового рассеяния неполяризованных и поляризованных нейтронов для магнитных жидкостей в органических неполярных основах. Исследована возможность использования коротких монокислотных кислот (насыщенные лауриновая $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$ и миристиновая $\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$ кислоты) для стабилизации наночастиц магнетита [5]. Показано, что данные кислоты могут быть использованы для получения высокостабильных образцов. Проведено сравнение структуры новых образцов с классическими магнитными жидкостями, стабилизированными ненасыщенной олеиновой кислотой $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ с изгибом в центре из-за двойной связи $\text{C}=\text{C}$. Обнаружены существенные различия в функции распределения по размерам стабилизированного магнетита: имеет место уменьшение среднего радиуса частиц и индекса полидисперсности при переходе от олеиновой кислоты к коротким насыщенным кислотам (рис. 4). Таким образом, если олеиновая кислота стабилизирует магнетит в широком диапазоне размеров 1-10 нм, то более короткие кислоты стабилизируют только фракцию малых частиц из этого интервала. Из сравнения полученной из подгонки эффективной толщины оболочек кислот вокруг магнетита ($\sim 1.4 \text{ нм}$ в обоих случаях) следует, что причина наблюдаемого эффекта регулирования размера связана с различной организацией кислот на поверхности магнетита, определяющей упругие свойства стабилизирующей оболочки. Работа выполнена совместно с Исследовательским центром Гиестхакта ГКСС (Германия), Будапештским нейтронным центром (Венгрия) и Исследовательским центром фундаментальных и прикладных исследований Румынской Академии наук (Отделение Тимишоары, Румыния).

На основе экспериментов по малоугловому рассеянию нейтронов на магнитных жидкостях продолжена проверка нового подхода базисных функций для вариации контраста на полидисперсных многокомпонентных и суперпарамагнитных системах [6]. Совместно с Исследовательским центром Гиестхакта ГКСС (Германия) и Исследовательским центром фундаментальных и прикладных исследований Румынской Академии наук (Отделение Тимишоары, Румыния) были проведены сравнительные эксперименты на системах магнетит/олеиновая кислота/бензол и магнетит/миристиновая кислота/бензол. Анализ поведения квадратичного радиуса инерции от обратного контраста из данных по вариации контраста (рис. 5а,б) позволяет уточнять параметры функции распределения стабилизированного магнетита по размерами и оценивать толщину оболочки ПАВ. Данные вариации контраста сравнивались с результатами прямого моделирования и экспериментов

(a) Магнетит / миристиновая кислота / бензол



(b) Магнетит / олеиновая кислота / бензол



(c) Маггемит / цитрат / вода

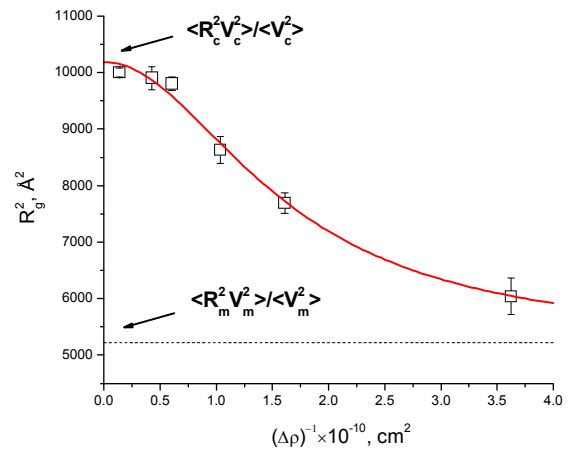
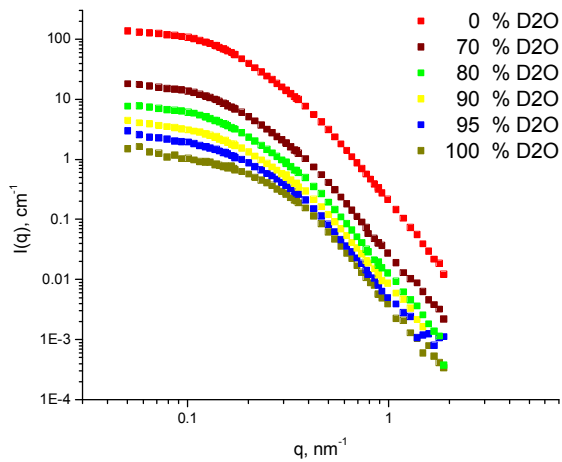


Рис. 5. Вариация контраста для различных видов магнитных жидкостей. В левом столбце – экспериментальные кривые рассеяния при различной доли дейтерированного растворителя в жидкой основе (указана в названиях образцов). В правом столбце – поведение видимого квадратичного радиуса инерции от обратного контраста в системе. Линии показывают теоретические кривые.

по рассеянию поляризованных нейтронов [5,7]. Совместно с Университетом Пьера и Марии Кюри (Франция) и Исследовательским центром Геестхахта ГКСС (Германия) аналогичный анализ проведен [8] для данных вариации контраста на водных магнитных жидкостях с ионной стабилизацией (рис. 5в). Из-за малого влияния на рассеяния стабилизирующей оболочки (молекулы цитрата), наиболее наглядным образом становится возможным разделение ядерного и магнитного размера частиц в жидкости посредством вариации контраста.

Продолжены исследования растворов ПАВ, используемых при стабилизации магнитных жидкостей. Совместно с Будапештским нейтронным центром проведены эксперименты по малоугловому рассеянию нейтронов на растворах ПАВ (олеиновая, миристиновая и стеариновая кислоты) в неполярной жидкости (D-бензоле). По зависимости рассеяния от концентрации растворенного вещества проанализирован характер взаимодействия между молекулами кислот. Обнаружено существенное влияние притяжения Ван-дер-Ваальса на поведение молекул кислот в растворе, которое объясняет сдвиг перехода из изотропной жидкости в жидкокристаллическое состояние в сторону малых концентраций кислот, особенно в случае растворов стеариновой кислоты [9]. Совместно с ЛРБ ОИЯИ проведено [10] моделирование молекулярной динамики растворителя в окрестностях растворенной молекулы кислоты. Показано, что организация растворителя на поверхности молекул слабо различается для трех кислот. Это указывает на то, что взаимодействие «растворитель-растворенное вещество» не отвечает за различия в поведении данных кислот в растворе. Таким образом, главной компонентой взаимодействия, определяющей такие различия, является взаимодействие Ван-дер-Ваальса.

Совместно с Институтом Лауэ-Ланжевена (Франция) продолжена работа по исследованию стабильных наноконтрольных ламеллярных пленок на основе симметричных диблок-сополимеров с Fe_3O_4 наночастицами. Проведены эксперименты по рефлектометрии и GISANS. Получено, что наночастицы формируют в пределах полимерной матрицы периодически слои. В зависимости от объемной концентрации и размера наночастиц впервые обнаружены новые структурные мезофазы, предсказанные ранее теоретически. Наблюден новый структурный переход и показано, что в сложных наноконтрольных системах не только структура матрицы определяет упорядочение ансамбля наночастиц, но также наночастицы влияют на морфологию наноконтрольных пленок. Увеличивая концентрацию наночастиц, были отслежены условия, при которых ламеллярная структура становится невыгодной из-за расположения наночастиц только в пределах полистирена. Как результат имеют место морфологические изменения, приводящие к образованию цилиндрической структуры. Исследования были проведены на трех сериях пленок с различной толщиной и объемной долей наночастиц от 0% до 50%. Также исследованы наноконтрольные пленки на основе асимметричных диблок-сополимеров и наночастиц с объемной долей от 0% до 15%.

В рамках изучения дисперсий фуллерена в слабополярных азотсодержащих растворителях и их смесях проведены эксперименты по времяпролетной масс-спектропии. Результаты исследований кластерной организации в системах C_{60}/N -метил-2-пирролидон (C_{60}/NMP) и C_{60}/N -метил-2-пирролидон/вода методом масс-спектропии подтвердили выводы о размерах и плотности кластеров в системе сделанные ранее на основе экспериментов по малоугловому рассеянию нейтронов. Показано, что разрушение кластеров в системе C_{60}/NMP после добавления воды происходит в результате отщепления мономеров, при этом отщепление кластеров, с количеством молекул фуллерена от 2 до 14, не наблюдается. Проведено моделирование экспериментальных УФ-Вид данных с целью оценить вклад рассеяния Ми в оптические кривые. Причиной сольватохромного эффекта в системе C_{60}/NMP , по результатам моделирования, является переход фуллерена в новое электронное состояние, связанное с образованием донорно-акцепторных комплексов C_{60} -NMP в растворе. Образование комплексов C_{60} -NMP в системе подтвердили и масс-спектрометрические измерения [11-13].

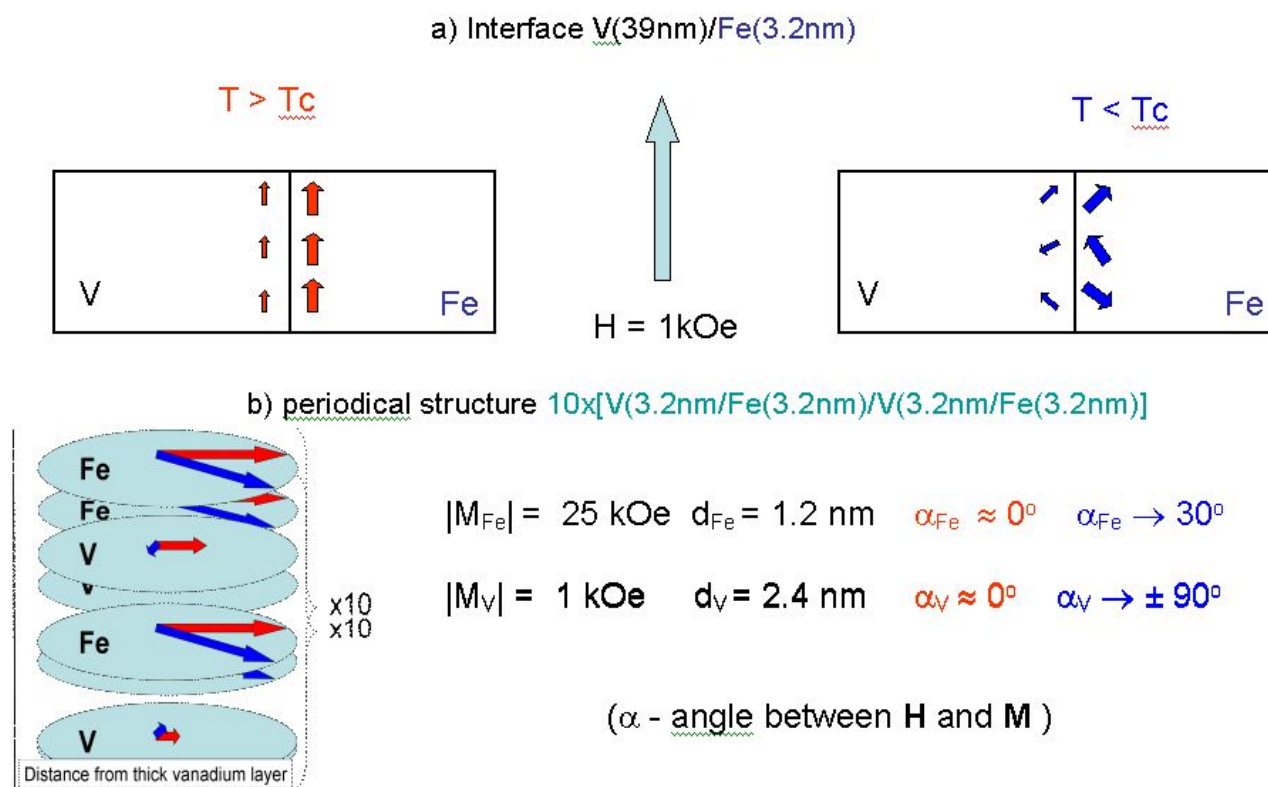


Рис. 6. Распределение (а) намагниченности вблизи границы раздела в бислое $V(39\text{nm})/Fe(3.2\text{ nm})$. При $T = 7 \text{ K} > T_C$ в магнитном поле 1 кЭ область в окрестности границы раздела намагничена. При переходе в сверхпроводящее состояние ($T_C = 3.7 \text{ K}$) при $T = 3 \text{ K}$ состояние оказывается размагниченным. Размагниченное состояние энергетически более выгодно, так как действующее магнитное поле на сверхпроводящую пару оказывается меньше, чем у намагниченного состояния. Внизу (b) показано распределение намагниченности в периодической структуре. При переходе в сверхпроводящее состояние изменяется магнитное упорядочение как намагниченности слоёв железа, так и наведённой намагниченности слоёв ванадия. Слои ванадия упорядочиваются антиферромагнитно, что, в принципе, подтверждает выводы теории.

На спектрометре РЕМУР методом рефлектометрии нейтронов с использованием стоячих волн поляризованных нейтронов выполнены исследования ферромагнитно-сверхпроводящей составной структуры $V(39\text{nm})/Fe(3.2\text{nm})/10 \times [V(3.2\text{nm})/Fe(3.2\text{nm})]$ (рис. 6), состоящей из сверхпроводящего слоя ванадия $V(39\text{nm})$ и периодической структуры $10 \times [V(3.2\text{nm})/Fe(3.2\text{nm})]$ [14]. Впервые, при переходе слоя ванадия в сверхпроводящее состояние, были наблюдаемы явления образования доменной структуры в окрестности границы раздела ванадий-железо и антиферромагнитное упорядочение в периодической структуре. Таким образом, показано, что магнитным состоянием наноструктуры можно управлять с помощью сверхпроводящего перехода. Это открывает возможности разработки принципиально новых логических элементов для нанoeлектроники, в которых состояние кодируется и по величине магнитного момента, и по сопротивлению.

Исследованы магнитные и магнитотранспортные свойства композитных наногранулированных пленок на основе кобальта. В нанокompозитных сплавах $(Co)_x(SiO_2)_{1-x}$ в области перколяции обнаружен магнитный фазовый переход с образованием фрактальных структур. Полученные экспериментальные данные [15] свидетельствуют о том, что в нанокompозитных гранулированных системах в области перколяционного перехода образуются магнитные фрактальные структуры, которые и определяют магнитные свойства композитов, в том числе и магнитосопротивление.

На спектрометре ЮМО исследовалось влияние DMSO, хорошо известного органического растворителя, который находит широкое применение в клеточной биологии,

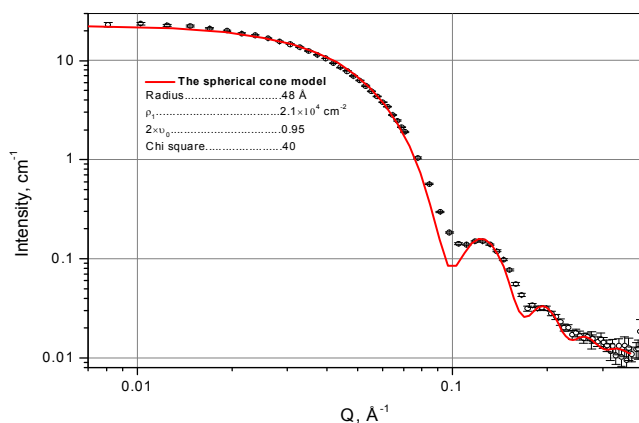
криобиологии, фармакологии, медицине и в сельском хозяйстве, на структуру липидных мембран фосфолипидов (DMPC) в широком диапазоне молярных концентраций DMSO $0.0 \leq X_{DMSO} \leq 1.0$ в избытке растворителя при $T = 12.5^\circ\text{C}$ и $T = 55^\circ\text{C}$. Определена зависимость периода повторяемости d мультислойных мембран и толщины одиночных везикул d_b в геле- и жидкокристаллической фазах от X_{DMSO} в избытке растворителя DMSO/вода. Комплементарное использование величин d и d_b позволило определить межмембранное расстояние d_s . Показано [16], что с ростом концентрации DMSO межмембранное расстояние значительно уменьшается, и при концентрации растворителя $X_{DMSO} = 0.4$ соседние мембраны находятся практически в стерическом контакте друг с другом, что приводит к слиянию одиночных мембран в мультислойные ламеллярные структуры. С использованием метода вариации контраста впервые определено количество молекул DMSO, сильно связанных с мембраной. Число таких молекул, приходящихся на одну полярную голову липидной молекулы равно 6.9, а их общий объем составляет 820 \AA^3 , что сравнимо с объемом полярной головы липидной молекулы и объясняет ранее наблюдавшийся фазовый переход липидной мембраны в фазу с взаимным проникновением цепей.

Методом МУРН на спектрометре ЮМО проводились исследования ультраструктуры митохондрий сердца и печени крысы [17]. Исследовано влияние низкой тоничности среды инкубации на изменение упаковки внутренней митохондриальной мембраны. Анализ интерференционных пиков показал, что под влиянием низкой тоничности среды упаковка мембраны переходит от упорядоченной ламеллярной к упорядоченной неламеллярной (предположительно гексагональной). Данные электронной микроскопии также свидетельствуют в пользу гексагональной упаковки. Начаты эксперименты по исследованию структуры митопластов митохондрий с помощью атомно-силовой микроскопии. Цель экспериментов – доказательство существования мультиферментных липидно-белковых комплексов, участвующих в окислительном фосфорилировании.

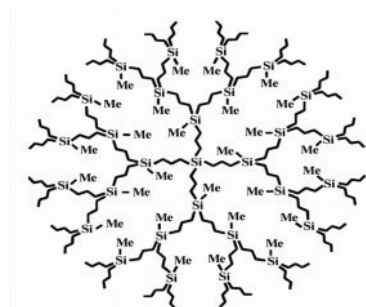
Широко используемый в медицине антибиотик (амфотерицин В) (АмВ) изучался с помощью малоуглового рассеяния нейтронов, рентгеновской дифракции и Фурье спектроскопии (FTIR). Результаты экспериментов показали [18], что при концентрациях ниже одного мольного процента АмВ преимущественно локализуется вблизи головных групп мембраны. При концентрации выше этого уровня происходит процесс агрегации. Появляется эффект ассоциации, и поэтому происходит встраивание антибиотика в гидрофобную мембранную часть.

Проводилась работа по поиску новых, дополняющих рассеяние нейтронов, экспериментальных методов исследования свойств магнитных жидкостей. Впервые для изучения их свойств был применен метод мюонной спектроскопии [19]. Исследована феррожидкость на основе D_2O с Fe_3O_4 наночастицами, в диапазоне температур 114-300 К в нулевом и поперечном спину мюона магнитном поле. Практически во всех случаях наблюдалась значительная релаксация спина. В отсутствие внешнего магнитного поля наблюдается падение скорости релаксации и поляризации спина мюона до нулевого значения при температуре 230 К, а затем резкий рост поляризации в диапазоне 240-255 К. Работа выполнена совместно с Лаборатории ядерных проблем им. В.П. Джелепова.

Впервые показано, что существуют открытые внутренние полости в эффективном объеме дендримера, доступные растворителю, рассчитана их объемная доля. Показано [20], что концевые группы дендримеров локализованы в его поверхностном слое. Применение современных математических методов обработки позволило получить не только размеры, но и восстановить *ab initio* формы дендримеров различных генераций для трех и четырех функциональных дендримеров (рис. 7). Предложена новая модель для интерпретации результатов малоуглового рассеяния нейтронов растворами дендримеров. В ее рамках показано, что внутренняя сфера дендримера является проницаемой для растворителя, плотность которого ниже плотности растворителя вне дендримера как минимум в 2 раза.



SANS data approximated by analytical curve for the model of spherical sectors.



Chemical structure of dendrimer molecule and its 3D model.

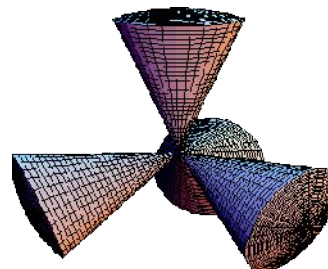


Рис. 7. Данные малоуглового рассеяния нейтронов, структурная химическая формула и 3D модель структуры четырех функциональных дендримеров.

Дифракция нейтронов является исключительно эффективным методом изучения структуры биологических и модельных липидных мембран. В частности, с помощью вариации содержания легкой и тяжелой воды удастся надежно определять фазы структурных факторов. Еще одним благоприятным обстоятельством является возможность проводить эксперименты в режиме *in situ* в реальном времени. Так на дифрактометре ДН-2 удастся проследить за изменениями структуры мембраны в ходе гидратации с разрешением по времени на уровне 1 минуты (рис. 8). В 2007 г. получены экспериментальные доказательства явления укрепления липидной матрицы верхнего слоя кожи человека *stratum corneum* (SC) молекулами церамида 6. В серии экспериментов, выполненных методом дифракции нейтронов, было установлено [21], что сверхсильное межмембранное взаимодействие создаваемое молекулами церамида 6 не может быть разрушено ни длинноцепочечными церамидами, ни длинноцепочечными жирными кислотами. Эксперименты, выполненные методом малоуглового рассеяния нейтронов, показали, что взаимодействие, создаваемое молекулами церамида 6, является короткодействующим (рис. 9). Устойчивость разработанной мембраны SC к вариации биохимического состава липидов и водных растворов, позволила начать эксперименты по исследованию веществ, увеличивающих проницаемость кожи человека для транспортировки лекарств.

Проведено комплексное изучение [22] физических свойств синтетического монокристаллического кварца и кварцевого порошка в температурной области α - β перехода методами нейтронной дифракции и механической спектроскопии. Получены новые данные по поведению параметров элементарной ячейки кварцевых порошков двух фракций с разной средней величиной зерен при комнатной температуре и в температурном интервале 540-620 °C, а также координаты атомов в элементарной ячейке. Установлено, что параметры решетки у порошков, отличающихся размером зерен на порядок, заметно различаются. Температура α - β фазового перехода у мелкозернистого порошка больше, чем у крупнозернистого на ≈ 15 °C (лежит в интервале 580-585 °C).

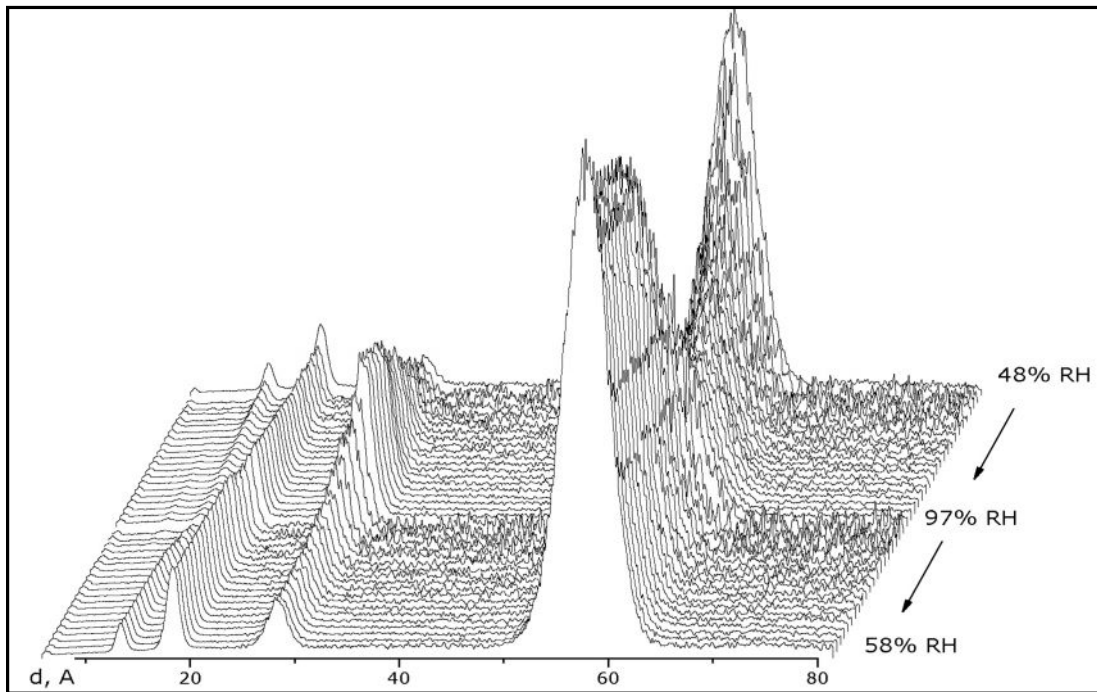
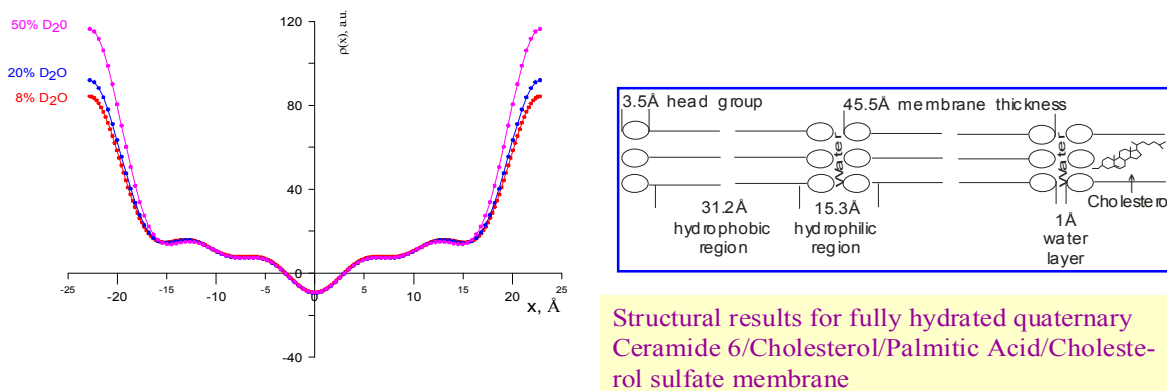


Рис. 8. Дифракция в реальном времени позволяет эффективно исследовать структуру и фазовые переходы в липидных мембранах. На дифрактометре ДН-2 удастся проследить за изменениями структуры мембраны в ходе гидратации с разрешением по времени на уровне 1 минуты.

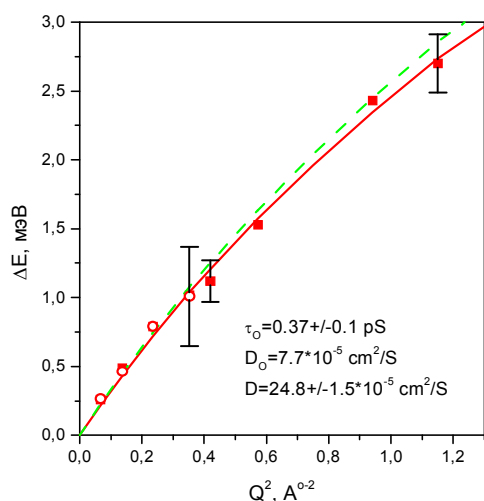


Calculated neutron scattering density profile for basic membrane at $T=32^{\circ}\text{C}$ and 60% humidity.

Structural results for fully hydrated quaternary Ceramide 6/Cholesterol/Palmitic Acid/Cholesterol sulfate membrane

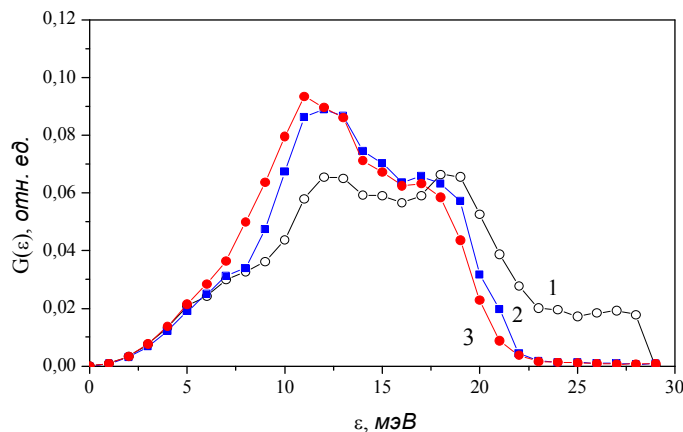
Рис. 9. Восстановленный (слева) из нейтронных дифракционных данных фурье-профиль рассеивающей плотности в направлении, перпендикулярном плоскости мембраны. Его особенностью является малый (около 1 Å) зазор между соседними бислоями (справа). Это означает, что вода практически не входит в промежуток между молекулами церамида, что связано со сверхсильным межмембранным взаимодействием

На спектрометре ДИН-2ПИ методом квазиупругого рассеяния медленных нейтронов исследованы диффузионные процессы в жидком литии ($T = 500\text{K}$ и 830K) и расплаве литий-водород ($T = 830\text{K}$, концентрация примеси водорода $\sim 1\%$ ат.) [23]. Найденные характеристики диффузионных процессов для чистого лития и, в частности, коэффициент самодиффузии находятся в хорошем согласии с расчетом и результатами, полученными



The width of quasielastic scattering for Li-H mixture (full symbols) and H in Li (open symbols) at T=830 K as a function of Q^2 .

(a)



Density of phonon states for Ta at 293 K (1), 1584 K (2) and 2300 K (3).

(b)

Рис. 10. Примеры результатов экспериментов, проведенных на спектрометре ДИН. Показаны зависимости ширины пика квазиупругого рассеяния от переданного импульса для смесей лития и водорода (слева) и плотность фоновых состояний в тантале для различных температур (справа). Впервые удалось провести измерения неупругого рассеяния нейтронов при температуре 2300 К.

капиллярным методом. Было установлено, что характер диффузионных процессов водорода в расплаве литий-водород практически неотличим от диффузии атомов лития (**рис. 10а**). Это свидетельствует о том, что в указанных выше условиях водород присутствует в расплаве в форме гидрида лития LiH.

Впервые измерены спектры неупругого рассеяния нейтронов для переходного металла V-ой группы тантала (Ta) в интервале температур от комнатной до 2300 К (**рис.10b**). Для получения необходимой температуры образца использовался созданный недавно высокотемпературный термостат TS3000. Точность полученных спектров оказалась достаточной для восстановления плотности фоновых состояний $G(\epsilon)$ тантала для всех температур измерения. Восстановление спектров частот проводилось методом последовательных итераций с учетом эффекта многофононного рассеяния нейтронов. Температурная эволюция спектров частот пока не нашла удовлетворительного объяснения и требует дальнейшего изучения, в частности, оценки влияния электрон-фононного взаимодействия.

II. Методические результаты

В 2007 г. на ИБР-2 началась реконструкция нейтронной системы спектрометров SCAT, EPSILON и NERA. Работа ведется в рамках проекта с ВМБФ совместно сотрудниками отделов НИКС и КС. По согласованному техническому заданию выполнено эскизное проектирование механических и оптических узлов нейтронной системы и проведена привязка существующих конструкций нейтронных каналов расположенных в кольцевом коридоре и экспериментальном зале к реальным строительным конструкциям.

Совместно с Исследовательским центром Юлиха проведено исследование метода нейтронного спин-эхо, основанного на вращении магнитного поля. Магнитное поле

создавалось системой двух перпендикулярных друг другу обмоток, между которыми находилась фольга, магнитные свойства которой были изучены. Проведен анализ зависимости внутренней намагниченности фольги от незначительного внешнего магнитного поля. Была разработана математическая модель поведения спина при прохождении нейтронного пучка через магнитное поле, создаваемое системой двух обмоток с магнитной фольгой, которая удовлетворительно описывает экспериментальные данные [24].

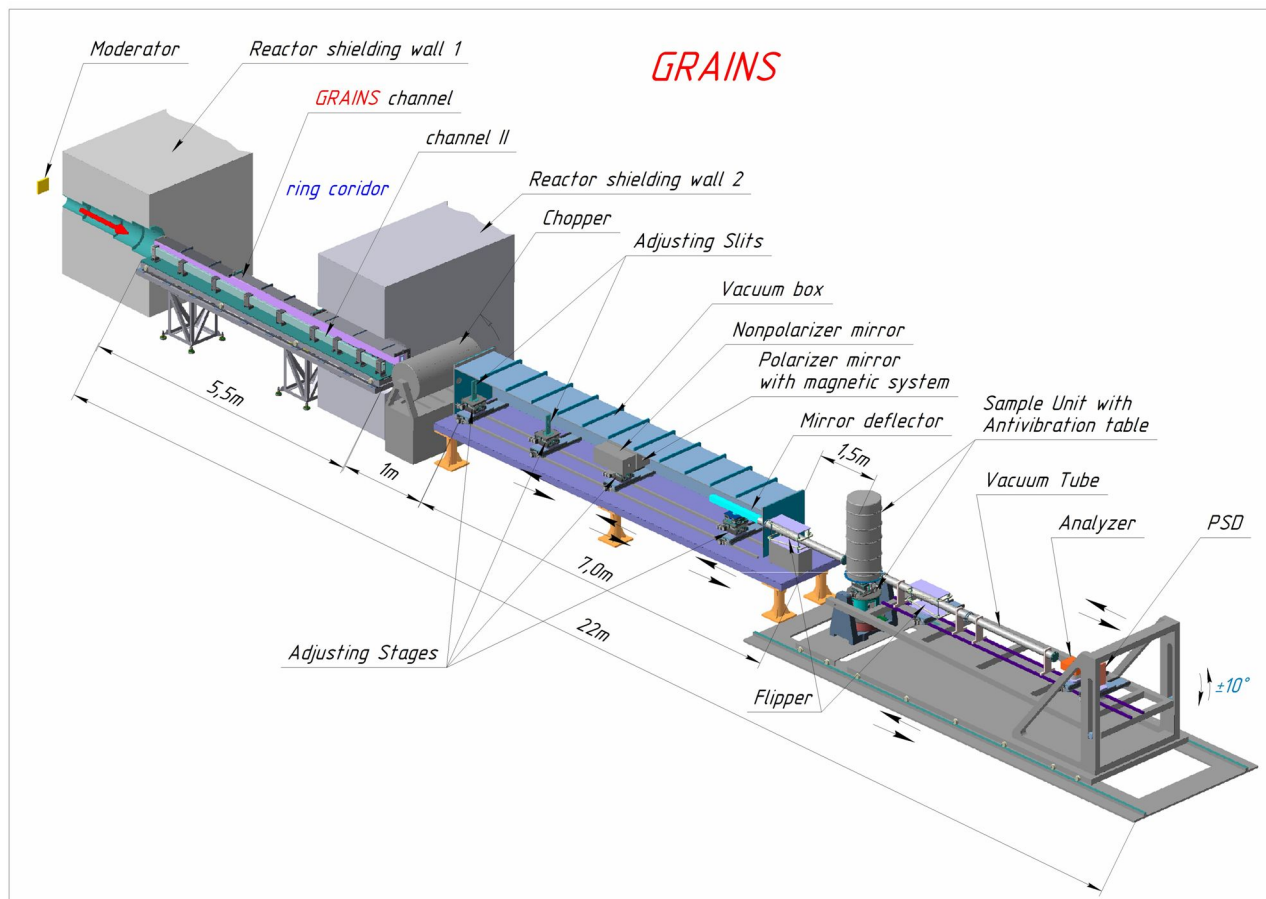


Рис. 13. Принципиальная схема нового нейтронного рефлектометра GRAINS на реакторе ИБР-2М. Нейтронный источник расположен слева, полная пролетная база до детектора составляет около 30 м.

На канале 10 ИБР-2 вместо существующего спектрометра KDSOG вскоре будет начато сооружение многофункционального рефлектометра GRAINS. Принципиальной особенностью рефлектометра является использование вертикальной плоскости рассеяния, что позволяет изучать отражение от жидких сред (включая поляризованные нейтроны для исследования границ раздела с магнитными наночастицами). На рефлектометре будет использован TOF метод, что позволит проводить эксперименты при фиксированных ориентациях первичного пучка и образца. Дополнительные режимы на установке GRAINS включают в себя: (1) возможности изучения незеркального отражения и рассеяния GISANS; (2) угловое кодирование в горизонтальной плоскости на основе Ларморовской прецессии спина нейтронов [25]; (3) 3D поляриметрия на основе Ларморовской прецессии спина нейтронов. Концепция рефлектометра в рамках соответствующего проекта была поддержана ПКК по конденсированным средам ОИЯИ в апреле 2007. Схема рефлектометра и методы, которые будут реализованы на установке, доложены и обсуждены на ряде научных совещаний и конференциях. Завершены эскизный (рис. 13) и технический проекты.

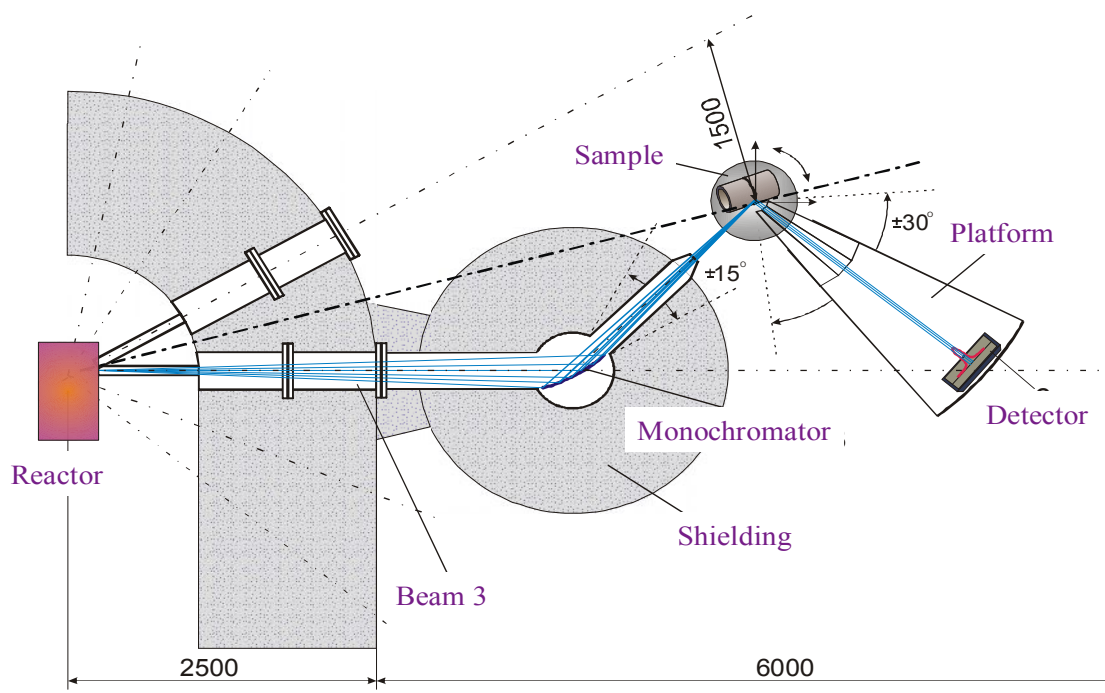


Рис. 14. Принципиальная схема нового нейтронного дифрактометра на реакторе ИР-8 в РНЦ КИ, предназначенного для изучения внутренних напряжений в объемных материалах и деталях. Дифрактометр выполнен по классической двуслойной схеме, но с использованием современных технологий в монохроматизации первичного пучка и регистрации рассеянных нейтронов.

В рамках протокола о сотрудничестве с РНЦ КИ начато проектирование нейтронного дифрактометра для изучения внутренних напряжений в объемных изделиях на реакторе ИР-8 (рис. 14). Концепция дифрактометра предполагает использование современных технологий формирования нейтронного пучка и детектирования рассеянных нейтронов. Этот дифрактометр обеспечит комплементарные возможности по отношению к существующему на ИБР-2 стресс-дифрактометру FSD.

Для дальнейшего развития экспериментальной базы на ИБР-2 и в рамках сотрудничества с корпорацией NECSA (ЮАР) реализован контракт на приобретение автоматизированной нагрузочной машины (рис. 15). Машина позволяет проводить on-line эксперименты с широким набором режимов нагрузки (стационарной или циклической) на любом типе нейтронных дифрактометров с объемными образцами металлов и сплавов.



Рис. 15. Внешний вид нагрузочной машины для on-line экспериментов с металлами и сплавами. Машина позволяет реализацию различных статических и динамических (циклических) режимов работы.



Рис. 16. Общий вид станции энергодисперсионной EXAFS-спектроскопии на источнике синхротронного излучения СИБИРЬ-2 в РНЦ КИ, изготовленной силами ОИЯИ.

Весной 2007 г. был осуществлен физический пуск станции энергодисперсионной EXAFS-спектроскопии (рис. 16) на СИБИРЬ-2 и получены первые результаты. Ее отличительной особенностью является возможность измерения спектров поглощения за очень короткое время — меньше 10^{-3} с, в отличие от классических EXAFS-станций, на которых требуется время $\sim 10^3 \div 10^4$ с. Благодаря этому открывается возможность исследовать динамические процессы, происходящие при внешнем воздействии. Методика экспериментов по измерению рентгеновских спектров поглощения (EXAFS- и XANES-области) на K -крае Co в соединении $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_3$ с $x = 0,0$ и $0,5$, проведенных в Гамбургском центре синхротронных исследований в рамках соглашения между лабораторией HASYLAB (DESY) и Курчатовским центром синхротронного излучения и нанотехнологий.

Пробные эксперименты проведены на станции МЕДИАНА на синхротронном источнике СИБИРЬ-2 в РНЦ КИ. В частности, изучались возможности проведения экспериментов при высоких давлениях в камерах с сапфировыми наковальнями и *in situ* экспериментов процессов гидрирования электролитических осадков в электрохимических ячейках. Показано, что в обоих типах экспериментов можно получать значимые результаты.

Проведены расчетные работы по оценке эффективности использования зеркального нейтроновода для различной геометрии пучка спектрометра ДИН-2ПИ, создан эскизный проект нейтроновода и основных узлов для его сборки и юстирования на нейтронном пучке, проведена закупка комплектующих для зеркальных сегментов нейтроновода. Завершены работы по разборке физической защиты спектрометра для установки зеркального нейтроновода.

На основе анализа результатов этих расчетов сделаны выводы об оптимальных вариантах геометрии и отражающего покрытия планируемого зеркального нейтроновода, а именно:

- оптимальным с точки зрения отношения «фактор выигрыша/цена» является покрытие с двойным критическим углом отражения;
- оптимальным с геометрической точки зрения в условиях спектрометра ДИН-2ПИ является зеркальный нейтроновод длиной 12,5 м, входным окном $200 \times 22 \text{ мм}^2$ и выходным окном $70 \times 120 \text{ мм}^2$;
- предлагаемый размер выходного окна дает возможность работать с образцами исследуемого вещества характерных размеров $50 \times 100 \text{ мм}^2$ при условии, что такой образец оказывается в нейтронном потоке постоянной интенсивности как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Таким образом, создаваемый зеркальный нейтронотвод позволит решить две главные задачи: повысить интенсивность холодных нейтронов ($E < 5$ мэВ) на образце в (4-6) раз и при этом уменьшить размеры исследуемых образцов в (2-3) раза. Решение обеих этих задач будет означать существенное улучшение качества спектрометра ДИН-2ПИ и приближение его характеристик к лучшим зарубежным аналогам.

Литература

1. V.Yu.Pomjakushin, D.V.Sheptyakov, K.Conder, E.V.Pomjakushina, A.M.Balagurov Phys. Rev. B, 2007, v. 75, p. 054410.
2. А.М. Балагуров, И.А. Бобриков, В.Ю. Помякушин, Д.В. Шептяков, Н.А. Бабушкина, О.Ю. Горбенко, М.С. Картавцева, А.Р. Кауль, ЖЭТФ, принята в печать.
3. D.V. Sheptyakov, O.A. Drozhzhin, V.Yu. Pomjakushin, S.Ya. Istomin, I.A. Bobrikov, E.V. Antipov, A.M. Balagurov "Crystal and magnetic structures of $Sr_3YCo_4O_{10.5+\delta}$: Y-314 phases with different oxygen content". Готовится в печать.
4. D.P.Kozlenko, N.O.Golosova, Z.Jirak, L.S.Dubrovinsky, M.Tucker, Y. Le Godec, B.N.Savenko, Phys. Rev. B, 2007, v. 75, p. 064422.
5. M.V.Avdeev, D.Bica, L.Vékás, O.Marinica, M.Balasoiu, V.L.Aksenov, L.Rosta, V.M.Garamus, A.Schreyer, J. Mag. Mater., 2007, v. 311, p. 6.
6. M.V.Avdeev "Contrast variation in small-angle scattering experiments on polydisperse and superparamagnetic systems: basic functions approach" J. Appl. Cryst. 40 (2007) 56-70.
7. А.В.Феокистов, М.В.Авдеев, В.Л.Аксенов, Л.А.Булавин, Д.Бика, Л.Векаш, В.М.Гарамус, Р.Виллумайт, Вариация контраста в малоугловом рассеянии нейтронов на магнитной жидкости магнетит/миристиновая кислота/бензол, Поверхность, принято к печати.
8. M.V.Avdeev, E.Dubois, G.Mériduet, E.Wandersman, V.Garamus, A.V.Feoktystov, R.Perzynski, SANS analysis of a water-based magnetic fluid with charged stabilization: contrast variation and scattering of polarized neutrons, submitted to J. Appl. Cryst.
9. V.I.Petrenko, M.V.Avdeev, L.A.Bulavin, V.L.Aksenov, L.Almásy, L.Rosta, V.Garamus, Interaction of mono-carboxylic acids in benzene by small-angle neutron scattering, submitted to Chem. Phys. Lett.
10. И.А.Боднарчук, Х.Т.Холмуродов, В.И.Петренко, М.В.Авдеев, Определение предельного парциального молярного объема растворов монокарбоксильных кислот в бензоле методом молекулярно-динамического моделирования, направлено в Ж. хим. физ.
11. V.L. Aksenov, M.V. Avdeev, O.A. Kuzyma, L. Rosta, M.V. Korobov. Age effect of solution C_{60}/N -methylpyrrolidone on the cluster structure in the system C_{60}/N -methylpyrrolidone/water // Crystallography Report 2007, v. 52, pp. 523-527.
12. О.А. Кузыма, Л.А. Булавин, В.Л. Аксенов, М.В. Авдеев, Т.В. Тропин, М.В. Коробов, С.В. Снегир, Л. Роста. Aggregation in C_{60}/NMP , $C_{60}/NMP/water$ and $C_{60}/NMP/Toluene$ mixtures // Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nonstructures. Accepted.
13. Е. А. Кизима, М. В. Авдеев, В. Л. Аксенов, Л. А. Булавин, С. В. Снегир. Реорганизация кластеров фуллеренов в системе C_{60}/N -метил-2-пирролидон/вода // Поверхность, принята к печати.
14. В.Л.Аксенов, Ю.В.Никитенко, А.В.Петренко, В.М.Уздин, Ю.Н.Хайдуков, Х.Цабель, Кристаллография, 2007, т. 52, с. 403.
15. М.Е.Докукин, Н.С.Перов, Е.Б.Докукин, А.Х.Исламов, А.И.Куклин, Ю.Е.Калинин, А.В.Ситников, Известия РАН. Серия Физическая, 2007, т. 71, с. 1643.
16. Ю. Е. Горшкова, В. И. Горделий, Исследование взаимодействия диметилсульфоксида с липидными мембранами с помощью малоуглового рассеяния нейтронов, Кристаллография, 2007, т. 52, с. 584-588.

17. Т.Н.Муругова, В.И.Горделий, А.И.Куклин, И.М.Солодовникова и Л.С.Ягужинский. Регистрация трехмерно упорядоченных структур в интактных митохондриях с помощью метода малоуглового рассеяния нейтронов. Кристаллография, 2007, т. 52, с.545-548.
18. M.Here, A.Islamov, A.Kuklin, M.Gago, W.I.Gruszecki. Effect of antibiotic amphotericin B on structural and dynamic properties of lipid membranes formed with egg yolk phosphatidylcholine. Chemistry and Physics of Lipids 147 (2007) 78–86.
19. М.Балашою, Д.Бика, Л.Векаш, К.И.Грицай, В.Н.Дугинов, В.А.Жуков, Т.Н.Мамедов, В.Г.Ольшевский, К.Петреску, Сообщение ОИЯИ, Р14-2007-21, Дубна, 2007.
20. А.В. Рогачев, А.Ю. Черный, А.Н. Озерин, В.И. Горделий, А.И. Куклин. Модель шаровых секторов для описания экспериментальных данных малоуглового рассеяния нейтронов на дендримерах. Кристаллография, 2007, т. 52, с. 546-550.
21. М.А.Киселев, Кристаллография, 2007, т. 52, с. 549.
22. А.Н.Никитин, Г.В.Маркова, А.М.Балагуров, Р.Н.Васин, О.В.Алексеева, Кристаллография, 2007, т. 52, с. 450.
23. Н.М.Благовещенский, В.А.Морозов, А.Г.Новиков, В.В.Савостин, Д.В.Савостин, А.Л.Шимкевич. Изучение микродинамики жидкого лития и расплава литий–водород методом неупругого рассеяния нейтронов. Кристаллография, 2007, т. 52, № 3, с. 498 – 504 (англ. вариант: Crystallography Reports. 52 (2007) 406).
24. A.Ioffe, V.Bodnarchuk, K.Bussmann, R.Müller, Larmor labeling by time gradient magnetic fields, Physica B, 397 (2007) 108-111.
25. M. Jernenkov, S. Klimko, V. Lauter-Pasyuk, B.P. Toperverg, H.J. Lauter, V.L.Aksenov, Larmor precession reflectometry for multilayer studies, Nucl. Instr. Methods A (2007) in press.

1.2. НЕЙТРОННАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Введение

В течение 2007 в связи с остановкой реактора ИБР-2 на модернизацию основные работы в области нейтронной ядерной физики в ЛНФ им. И. М. Франка проводились нейтронных пучках других ядерных центров России, Болгарии, Польши, Чехии, Германии, Республики Корея, Китая, Франции, США, Японии, 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.

1. Экспериментальные исследования

1.1 Фундаментальные свойства нейтрона

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

Основным результатом за 2007, достигнутом в рамках этой деятельности, является то, что удалось создать нейтронный детектор, удовлетворяющий всем требованиям эксперимента. Необходимо отметить, что эти требования весьма жесткие и противоречивые.

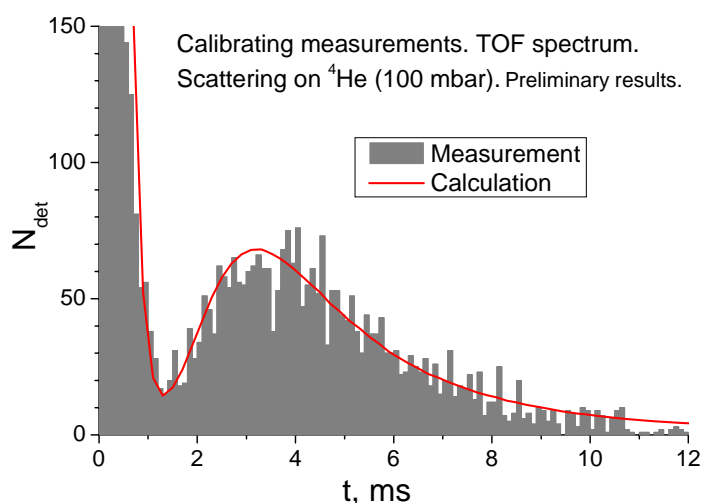


Рис. 1 Времяпролётный спектр зарегистрированных нейтронов

Никогда ранее не создавались нейтронные детекторы, совмещающие в себе такие свойства, как высокую скорость счета ($\sim 10^6 \text{ c}^{-1}$), эффективность регистрации нейтронов $\sim 100\%$, высокое энергетическое разрешение (не хуже 10%), и низкую чувствительность к γ -квантам $\sim 10^{-9}$. Детектор был смонтирован на экспериментальной установке и прошел успешное испытание в калибровочных измерениях на газах в импульсном режиме работы реактора

ЯГУАР. Результаты предварительной обработки результатов, полученных в газовых измерениях, представлены на Рис. 1. На этом рисунке представлен времяпролётный спектр зарегистрированных нейтронов. Таким образом, в настоящее время установка для измерения pp-рассеяния полностью готова.

В 2008 году планируется закончить калибровки на инертных газах, добиться необходимых фоновых условий и начать измерения сечения pp-рассеяния.

1.1.2 Исследование n-e рассеяния

Проведены подготовительные работы к эксперименту по извлечению длины p,e-рассеяния из энергетической зависимости угловых распределений рассеяния тепловых нейтронов благородными газами на вертикальном нейтронном канале установки ТРОНС.

Подготовленный к эксперименту вертикальный нейтронный канал представляет собой откачиваемую трубу из нержавеющей стали с внутренним диаметром 100 мм и длиной около 10м. Коллимационное отверстие на входе канала – 80 мм, на выходе – 20 мм. Это обеспечивает то, что диаметр расходящегося нейтронного пучка внутри камеры рассеяния длиной 1 м не будет превышать 25 мм.

При анализе угловых распределений медленных нейтронов, рассеянных газами в экспериментах по определению структурных факторов и длины p,e-рассеяния, возникает необходимость учета теплового движения атомов газа. Корректный учет этой поправки необходим при извлечении p,e-эффекта, поскольку анизотропия рассеяния из-за теплового движения атомов газа существенно больше анизотропии, вызванной p,e-взаимодействием.

В отличие от других работ, где вообще не учитывается влияние теплового движения на описание эффекта дифракции, в предложенном нами описании углового распределения рассеянных нейтронов (с включенным в него вкладом p,e-рассеяния) эта поправка учитывается и в дифракционном члене.

Был проведен модельный эксперимент с учетом теплового движения газа методом Монте-Карло. Для сравнения трех вариантов учета теплового движения (Плачека, Турчина и Монте-Карло) для каждого из них рассчитывалась анизотропия вперед-назад для

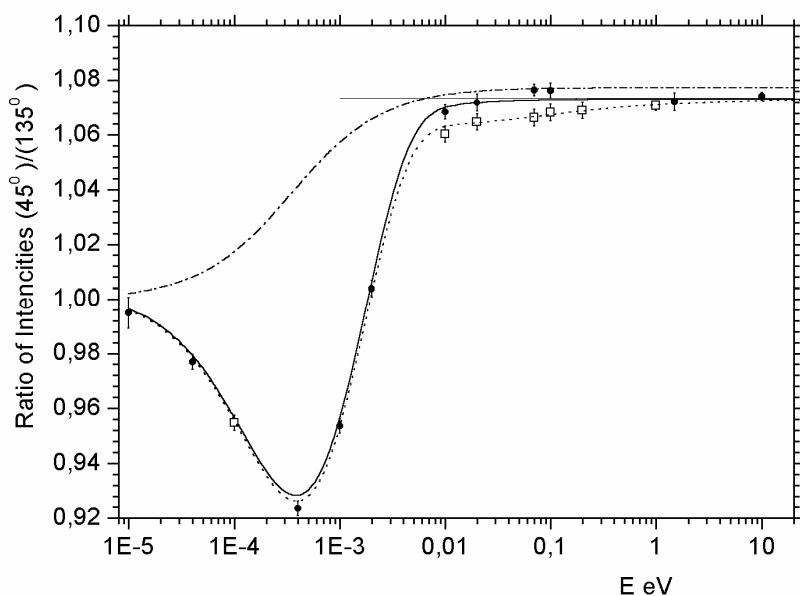


Рис. 2 Анизотропия рассеяния нейтронов аргонном вперед-назад, рассчитанная для разных вариантов учета теплового движения атомов газа. Штрих-пунктирная кривая – приближение Плачека, точечная и сплошная линии соответствуют подходу Турчина с учетом p,e-взаимодействия и без него, соответственно. Прямая линия – расчет без учета теплового движения атомов.

углов рассеяния $\theta_1 = 45^\circ \pm 5^\circ$ и $\theta_2 = 135^\circ \pm 5^\circ$ (для двух первых вариантов проводилось интегрирование в указанных пределах углов, а в расчетах по Монте-Карло отбирались события, приводящие к попаданию рассеянных нейтронов в указанные интервалы). Результаты вычислений представлены на Рис. 2. Значение отношения вперед-назад меньше единицы появляются, когда начальная скорость нейтрона уменьшается настолько, что становится сравнимой со скоростью атома. Тогда для атомов, движущихся по направлениям, близким к скорости нейтронов, поток нейтронов, пропорциональный относительной скорости нейтрон-атом, становится значительно меньше, чем для атомов, движущихся навстречу нейтронам. Поэтому вероятность рассеяния назад превышает вероятность рассеяния вперед. Если скорость нейтрона много меньше скорости атома, то почти неподвижный нейтрон симметрично бомбардируется атомами спереди и сзади, и распределение рассеянных нейтронов приближается к симметричной форме.

Были проведены также расчеты угловой анизотропии $45^\circ/135^\circ$ в геометрии, приближающейся к классическому опыту Крона-Ринго в предположении применения кольцевого ^3He -счетчика с давлением 10 атм. Анизотропия вычислялась аналитически интегрированием в пределах углов рассеяния $\pm 2,5^\circ$ и $\pm 5^\circ$, а также с использованием метода Монте-Карло. Результаты этих расчетов для ксенона представлены на Рис. 3.

Формализм Турчина и метод Монте-Карло описывают анизотропию во всем диапазоне начальных энергий нейтронов одинаково, и можно утверждать, что формализм Турчина дает правильный учет теплового движения атомов в задачах рассеяния нейтронов на благородных газах. Приближение Плачека совершенно неправильно описывает анизотропию при энергиях нейтрона ниже 10 мэВ и, кроме того, не дает также правильной асимптотики при переходе к большим энергиям, при которых коэффициент анизотропии не зависит уже от теплового движения атомов. На Рис. 3 эффект п,е-рассеяния проявляется ямкой в области энергий тепловых нейтронов, глубина которой как раз зависит от величины длины п,е-взаимодействия. Сравнение аналитических расчетов анизотропии с расчетами методом Монте-Карло показывают, что в исследованном диапазоне углов рассеяния нейтронов при

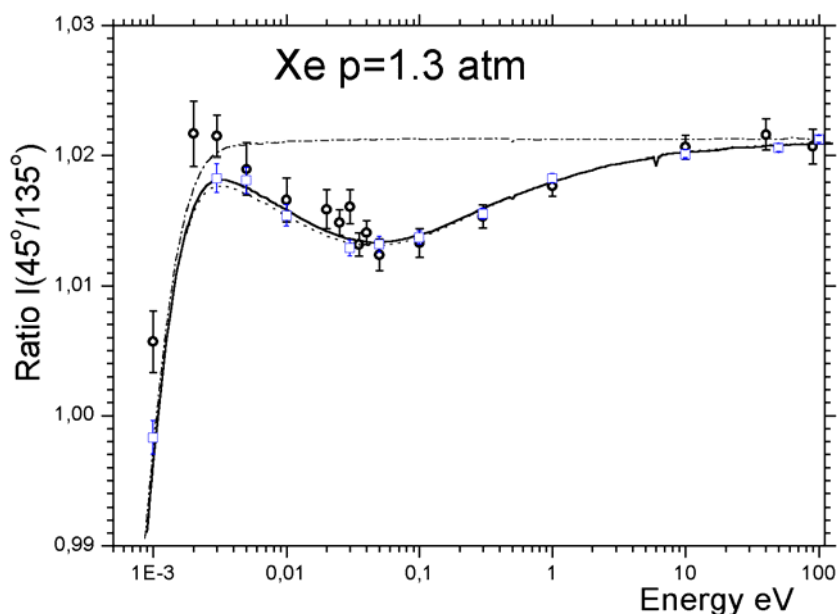


Рис. 3 Расчетная анизотропия рассеянных нейтронов на ксеноне: сплошная и точечная кривые – расчет в подходе Турчина с учетом п,е-взаимодействия для углов рассеяния $\pm 2,5^\circ$ и $\pm 5^\circ$, пунктирная кривая – без учета п,е-рассеяния. Результаты расчетов методом Монте-Карло (с учетом п,е-взаимодействия): светлые квадраты – рассеяние в малом пространстве, светлые точки – в реальной геометрии.

анализе первичных экспериментальных данных и извлечении из них длины п,е-взаимодействия можно будет ограничиться применением формализма Турчина, что существенно упростит анализ эксперимента.

Также были проведены расчеты телесных углов и эффективностей детекторов в реальной геометрии для рассеивающих газов Ar, Kr, Xe и энергий нейтронов от 12 мэВ до 400 мэВ. Отношение вероятностей регистрации нейтронов, рассеянных на углы 135 и 45 градусов, дает величину поправочного множителя к экспериментальному отношению отсчетов детекторов $45^0 / 135^0$.

В силу оригинальности осуществляемого эксперимента почти все подходы для учета многочисленных поправок с точностью порядка 10^{-4} доли от ядерного рассеяния по необходимости оказываются новыми. В частности, безмодельный учет теплового движения атомов мишени выявил тонкости в угловой анизотропии, которые не передает обычно используемая модель Плачека (она слишком груба для наших целей). Кинематическое описание движения нейтрона и атома, как и точная поправка на сброс энергии нейтроном, рассеиваемым на разные углы, позволят получить прецизионную величину длины п,е-рассеяния из измеренной анизотропии рассеяния.

В 2008 году планируется проведение в Троицке эксперимента с рассеянием тепловых нейтронов на аргоне при низких давлениях (порядка атмосферного) с использованием метода времени пролета. В эксперименте будет реализована возможность получения значения b_{ne} для разных энергетических участков спектра нейтронов (и разных значений электронного форм-фактора атома $f(E, \vartheta)$) взамен усредненного по спектру значения b_{ne} .

1.1.3 Изучение возможности поиска многомерной гравитации

Теоретически рассмотрены возможности экспериментальной проверки с помощью рассеяния нейтронов различных энергий ньютоновского закона тяготения ($F \sim 1/r^2$) на малых (менее 5мм) расстояниях. Отклонение от закона можно ожидать в случае справедливости идеи о существовании многомерной гравитации. В рамках теоретической модели, связанной с длиной электрослабого взаимодействия, в борновском приближении получены выражения для амплитуд гравитационного рассеяния нейтронов. Сила тяготения

при этом записывается в виде: $F_n = -G \frac{m_1 m_2}{r^{n+2}} R_c^n$, где R_c - некоторое характеристическое

расстояние, $n=0,1,2,\dots$ характеризует многомерность гравитации и при $n=0$ формула переходит в обычную ньютоновскую формулу, записанную выше. Формула должна быть справедлива при $r \leq R_c$. При $r > R_c$ должен выполняться ньютоновский закон гравитации.

Можно также получить:

n	1	2	3	4
R_c , см	1.2×10^{17}	2.8	8×10^{-6}	1.4×10^{-8}

Значение $n=1$ в приведенной таблице следует отбросить, так как величина R_c превосходит размеры солнечной системы и орбиты планет были бы нестабильны. Размеры R_c менее 1 см трудно проверить с помощью макроскопических экспериментов, однако опыты с нейтронами могут быть в принципе возможны.

Амплитуду гравитационного рассеяния можно найти в борновском приближении. Так например для $n=2$ она имеет вид:

$$f(\varphi) = \frac{2}{3} m_n^2 m_T G_f^2 c^7 \hbar \int_0^{R_c} \frac{\sin qr}{qr^2} dr$$

где $q=2k \sin \varphi/2$, k – волновое число, φ - угол рассеяния, m_n и m_T - взаимодействующие массы, G_f - константа Ферми.

Вычислено влияние гравитационного рассеяния на асимметрию (вперед-назад) рассеяния нейтронов, взаимодействующих с ядрами при энергиях нейтронов от ультрахолодных (10^{-10} эВ) до нескольких ГэВ. Анализ результатов показывает, что эксперименты подобного рода при существующей точности вряд ли могут служить проверкой идеи существования многомерной гравитации.

Однако, несмотря на отрицательные результаты оценок поиска возможных проявлений многомерной гравитации с помощью нейтронов следует продолжать, вследствие важности поставленной задачи.

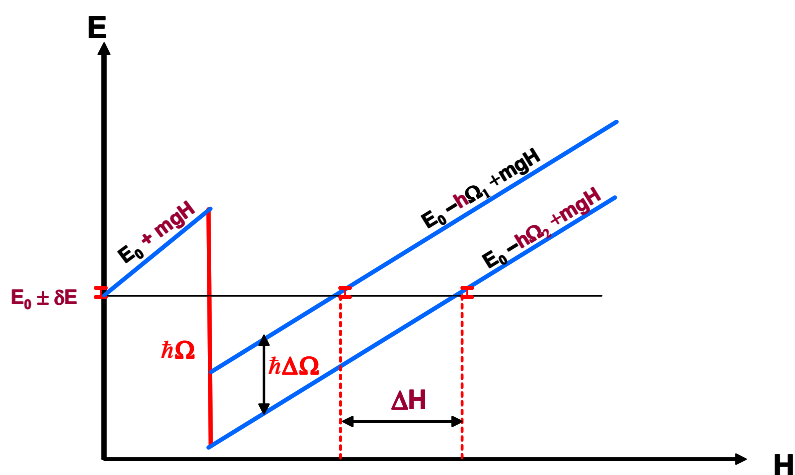


Рис. 4 Идея эксперимента.

Нейтронная оптика

1.2.1 Проверка слабого принципа эквивалентности для нейтрона

В 2006 году была закончена обработка данных эксперимента по проверке принципа эквивалентности для нейтрона, выполненного в 2006 году. Результаты работы опубликованы.

Идея эксперимента состоит в сравнении изменения энергии нейтрона mgh при его падении с высоты h с величиной энергии $\Delta E = \hbar\Omega$, переданной нейтрону, при взаимодействии с нестационарным устройством. Она поясняется рисунком. 4.

Узкий энергетический спектр нейтронов $f(E)$ формируется монохроматором, расположенным на высоте $H=0$. Для того чтобы попасть в детектор и быть зарегистрированными нейтроны должны пройти через анализатор, расположенный ниже монохроматора на величину H и обладающий такими же спектрометрическими свойствами. На пути между монохроматором и анализатором нейтроны ускоряются в гравитационном поле Земли. Поскольку ширина спектральной функции $f(E)$ мала, то уже при относительно малом расстоянии H система становится непрозрачной. Однако, если на этом пути энергия нейтронов дополнительно уменьшается на величину $\Delta E = \hbar\Omega$, то можно найти положение анализатора, при котором он пропускает нейтроны. При этом зависимость пропускания системы от положения анализатора описывается симметричной функцией

$$\Phi(h) = \int f(E)f(E + m_g g_n H - \hbar\Omega)dE, \quad (1)$$

Максимум этой функции или кривой сканирования определяется условием

$$m_g g_n H = \hbar\Omega. \quad (2)$$

Определив его в эксперименте и зная величину частоты Ω , можно измерить гравитационную силу, действующую на нейтрон.

В качестве монохроматора и анализатора использовались нейтронные интерференционные фильтры (НИФ), а контролируемое уменьшение энергии нейтрона достигалось путем дифракции на движущейся решетке.

Измерения кривых сканирования (1) проводятся для набора частот Ω_j . Для каждой из кривых можно найти положение максимума H_j , которое можно отсчитывать от некоторого произвольного значения h_0 , положив $H_j = h_0 + \Delta H_j$. Найденная из этих измерений система уравнений

$$\Delta H_j = \frac{\hbar \Omega_j}{m_g g_n} + \eta, \quad (3)$$

позволяет определить гравитационную силу $m_g g_n$, действующую на нейтрон. Константа η учитывает как упомянутое выше постоянное дифракционное смещение, так и неизвестное начало отсчета h_0 . Подчеркнем, что формула (3) не содержит параметров спектрометрических элементов.

Эксперимент был поставлен с гравитационным спектрометром УХН на источнике ультрахолодных нейтронов Института Лауэ – Ланжевена (Гренобль, Франция). Схема эксперимента иллюстрируется рисунками 5, 6.

В эксперименте использовалась вращающаяся решетка, приготовленная на поверхности кремниевого диска диаметром **150 мм** и толщиной **0.6мм**. На периферической области диска, имевшей форму кольца, были вытравлены радиальные канавки, ширина которых была пропорциональна радиусу. Это обеспечивало постоянное угловое расстояние между канавками, равное половине точно известного углового периода. Он составлял величину

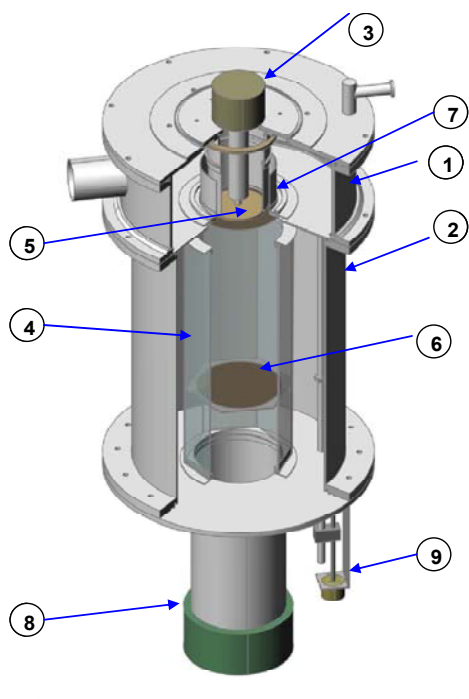


Рис. 5 Гравитационный спектрометр УХН. 1- камера очистки спектра, 2- вакуумная камера спектрометра, 3- мотор-привод вращения дифракционной решетки, 4- зеркальный нейтронпровод, 5- дифракционная решетка на кремниевом диске, 6- фильтр-анализатор в подвижной каретке, 7- фильтр - монохроматор, 8-детектор, 9- шаговый двигатель для перемещения анализатора.

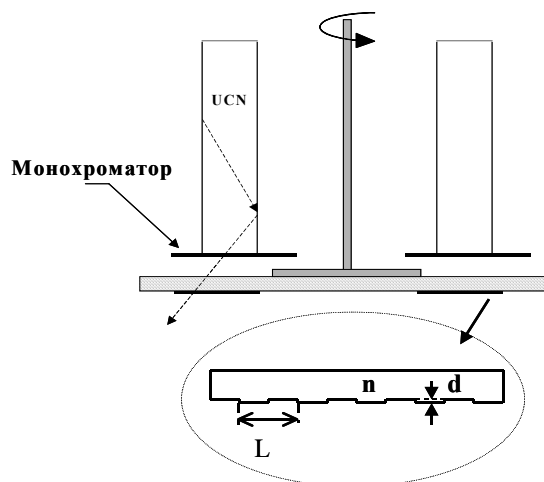


Рис. 6 Верхняя часть спектрометра. Кольцевой коридор, монохроматор и решетка

$\alpha = 2\pi/N$, где $N=75398$. Глубина канавки составляла величину **0.14мкм** и была выбрана таким образом, чтобы обеспечить разность фаз $\Delta\varphi = \pi$ нейтронных волн, прошедших через разные элементы решетки.

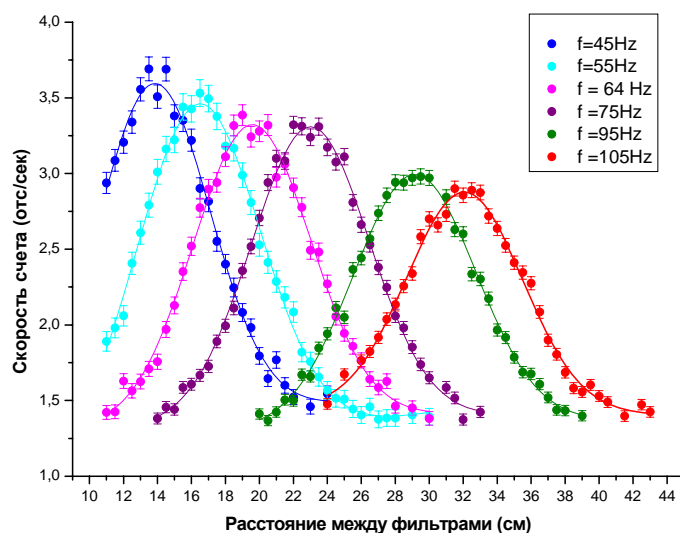


Рис. 7 Кривые сканирования, измеренные при различных частотах вращения решетки, и фитирующие их гауссовы функции

Спектрометрия УХН осуществлялась с помощью двух идентичных пятислойных интерференционных фильтров. Каждый из них имел один резонанс в пропускании при энергии около **107 нэВ**. Один из них, служивший монохроматором, имел форму кольца и был расположен на выходе подводящего кольцевого коридора (см. Рис. 6). Непосредственно под ним располагалась дифракционная решетка. Пройдя решетку, нейтроны поступали в вертикальный зеркальный нейтронотвод, внутри которого размещался второй интерференционный фильтр – анализатор. Последний можно было перемещать по высоте. Нейтроны, прошедшие через анализатор регистрировались детектором.

При фиксированной частоте вращения решетки проводилось измерение кривой сканирования, то есть зависимости скорости счета от положения каретки с фильтром-анализатором. Частота вращения решетки непрерывно измерялась. Измерения проводились для набора частот от 45 до 107 оборотов в секунду, что соответствовало частоте модуляции нейтронной волны $\Omega = (2.1 \div 5.1) \times 10^7$ радиан/сек. Были проведены две серии таких измерений, отличавшихся точкой отсчета расстояний h_0 .

Каждая из полученных кривых сканирования, соответствующая пику минус первого дифракционного порядка, фитировалась гауссовской функцией с линейным фоном (см. Рис. 7)

$$n = a + bH + A \exp\left(-\frac{(H - H_m)^2}{2\sigma^2}\right). \quad (4)$$

Из пяти определенных таким образом параметров существенным является параметр H_m – соответствующий центру гауссовской кривой. Целью дальнейшей обработки было определение коэффициента B линейной связи $H_m = c + Bf$ между частотой вращения решетки f и величиной H_m . (См Рис. 8). Линейный МНК-фит данных двух серий привел к итоговому значению $B_{\text{exp}} = 0.30366 \pm 0.000654$.

Теоретическое значение величины B равно

$$B_{\text{th}} = \frac{2\pi\hbar N}{mg} \quad (5)$$

где N – точно известное полное число периодов решетки.

Подставляя в (5) табличные значения массы нейтрона m , локальное значение ускорения свободного падения $g=980.507(2)$, измеренное в месте проведения эксперимента, получаем для теоретического значения коэффициента $B_{\text{th}} = 0.304203$.

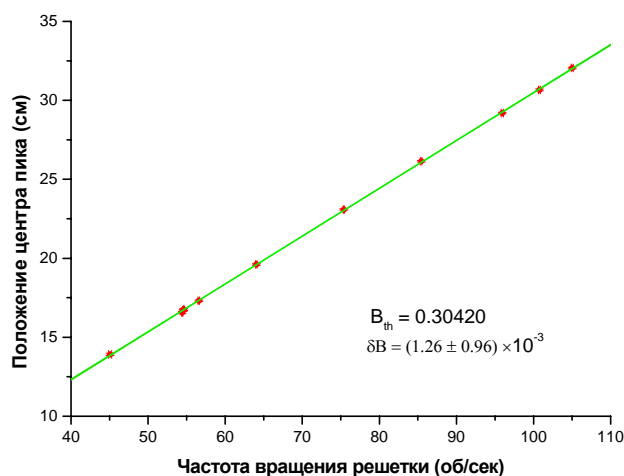


Рис. 8 Зависимость положения максимума кривой сканирования от частоты вращения решетки

Таким образом, данный результат вполне согласуется с расчетом, в котором использовалось табличное значение массы нейтрона и величина локального ускорения свободного падения макроскопических тел. Степень этого согласия удобно выразить через отношение $\gamma = B_{\text{exp}}/B_{\text{th}} = mg/m_g g_n$. Для величины определенного таким образом фактора эквивалентности было получено: $1-\gamma = (1.8 \pm 2.1) \times 10^{-3}$.

1.2.2 Взаимодействие нейтрона с ускоряющимся веществом

Хорошо известно, что для любых волн значение волнового числа k в среде отличается от его вакуумного значения k_0 . Отношение этих величин называется показателем преломления среды. При этом общепризнанное мнение состоит в том, что если волна, пройдя через преломляющую среду, снова выходит в вакуум, то абсолютное значение ее волнового числа в точности такое же, что и у исходной волны, хотя направление ее распространения и может, разумеется, измениться (см. Рис. 4). Это утверждение справедливо для всех видов волн, но только для случая, когда среда покоится или движется с постоянной скоростью v . В этом последнем случае движение образца может изменить лишь фазу прошедшей волны, что связано с изменением эффективной длины образца $\Delta L = vt$, где $\tau = L/c$ – время прохождения через образец длиной L , а c – скорость волны в вакууме.

Однако, в конце прошлого столетия было найдено теоретически, что если образец преломляющего вещества движется с линейным ускорением, то волновое число и, соответственно, частота, прошедшей через него волны изменяются. Впервые это было

показано Танака^[1] для случая классической оптики, а позже аналогичный результат был получен и для нейтронных волн^[2, 3]. Эффект Танака столь мал, что несмотря на фантастическую чувствительность современных оптических методов он так и не наблюдался на опыте.

Однако нейтронно-оптический эксперимент по наблюдению эффекта ускоряющийся среды оказался осуществимым и был недавно поставлен с ультрахолодными нейтронами^[4]. Величина переданной энергии при прохождении нейтрона сквозь преломляющий образец, движущийся с ускорением a , описывается простым выражением $\Delta E = \left(\frac{1-n}{n} \right) maL$.

Использование УХН ограничивает толщину образца L . Однако этот недостаток полностью компенсируется двумя обстоятельствами. Во-первых, в случае УХН фактор $(1-n)/n$ довольно значителен и может быть порядка 0.5, в то время как, для холодных нейтронов с длиной волны, например, 2нм, его величина порядка 10^{-3} . А во-вторых, методы спектрометрии УХН, основанные в частности на применении нейтронных интерферометров Фабри-Перо, обладают совершенно уникальным разрешением

Именно такой спектрометр и был использован для детектирования эффекта ускоряющейся среды в нейтронной оптике. В качестве образцов использовались кремниевые пластины с толщиной 0.6 или 2мм, которые приводились в гармоническое движение с частотой несколько десятков Гц. При этом ускорение образца также менялось по гармоническому закону и достигало в максимуме величины порядка 8g (g - ускорение свободного падения). Передача энергии, которую надо было зарегистрировать, была порядка $0.2 \div 0.6 \text{ neV}$. Эксперимент был поставлен таким образом, что обусловленное эффектом ускоряющейся среды периодическое изменение энергии нейтронов должно было приводить к осцилляции скорости счета. В силу ряда причин искомый эффект являлся не единственным, влияющим на величину потока нейтронов. Однако, измеряя фазу осцилляции скорости счета можно было однозначно установить соотношение эффекта ускоренной среды и иных систематических эффектов. В 2006г. Было сообщено, что результаты первого эксперимента, осуществленного в 2005г, с несомненностью свидетельствуют о существовании впервые наблюдаемого эффекта изменения энергии нейтронов при

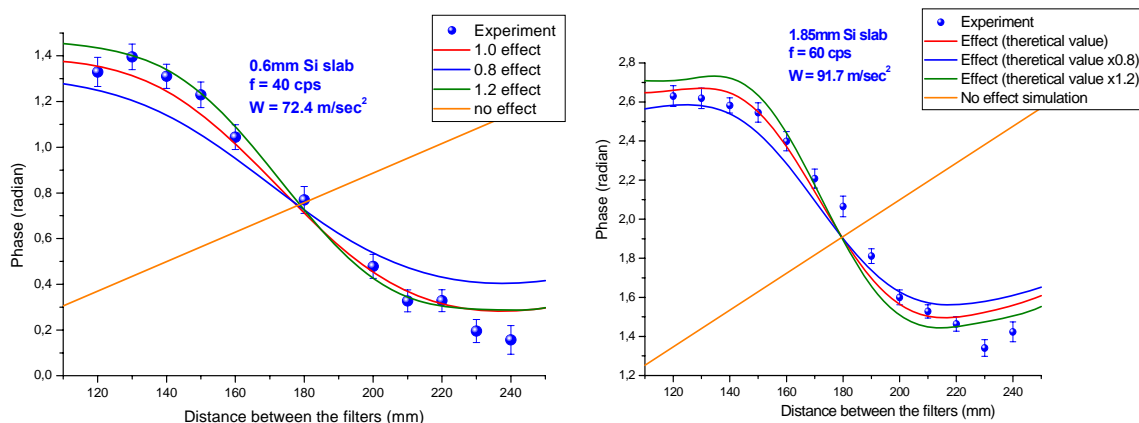


Рис. 9 Фаза осцилляции скорости счета детектора в зависимости от расстояния между фильтрами.

прохождении через ускоряющийся образец.

В 2007г. эксперимент был повторен с несколько улучшенными условиями. Измерения были проведены для двух образцов. Для каждого образца было произведено два измерения: с частотой 40Гц и максимальным значением ускорения 72.4 м/сек^2 , и с частотой 60Гц и

¹ К. Tanaka. Phys. Rev. A 25 (1982) 385.

² F. V. Kowalski. Phys. Lett. A 182, (1993), 335.

³ V. G. Nosov, A. I. Frank. Phys. of Atomic Nuclei, 61, (1998) 613.

⁴ A. I. Frank, P. Geltenbort, G. V. Kulin, D. V. Kustov, V. G. Nosov and A. N. Strepetov. JETP Letters, 84 (2006), 363.

максимальным значением ускорения 81.7 м/сек^2 . Во всех четырех сериях измерений эффект был надежно установлен.

На Рис. 9 представлены результаты двух таких измерений. Экспериментальные результаты (синие точки) весьма удовлетворительно согласуются с теоретическими предсказаниями (красная кривая) и категорически противоречат расчету, выполненному в предположении о неизменности энергии УХН, прошедших через ускоряющийся образец (оранжевая прямая).

Таким образом, использование УХН позволило впервые наблюдать новый оптический эффект, который носит совершенно общий характер. Дело в том, что понятие показателя преломления может быть введено для волн любой природы и единственным требованием здесь является наличие в среде рассеивающих центров. Поэтому частицы любой природы должны менять свою энергию при прохождении через ограниченный в пространстве объем среды, движущийся с ускорением.

1.3 Исследование свойств ультрахолодных нейтронов

1.3.1 Изучение взаимодействия нейтронов с наночастицами

Ультрахолодные нейтроны (УХН) и очень холодные нейтроны (ОХН) интенсивно взаимодействуют с наночастицами благодаря тому, что длина волны этих нейтронов и размер этих частиц одного порядка величины — несколько нанометров, а значит сечение упругого когерентного рассеяния нейтронов на частицах велико. Полное сечение взаимодействия ОХН с наночастицами было детально изучено как экспериментально, так и теоретически, используя макроскопические толстые образцы наночастиц. Полученные результаты позволяют заключить, что наблюдаемые чрезвычайно короткая длина диффузии ОХН в среде с наноструктурой и достаточно малые потери ОХН при их диффузионном движении внутри такой среды (при условии, что среда состоит из материалов с малым сечением захвата), позволят получить коэффициент отражения от такой наноструктурированной поверхности близкий к единице в широком диапазоне скоростей нейтронов: от нуля до $\sim 100 \text{ м/с}$. Поэтому планируется исследовать возможность хранения ОХН в ловушке со стенками из нанопорошка толщиной несколько сантиметров.

Были проведены первые измерения хранения очень холодных нейтронов (40-160 м/с) в

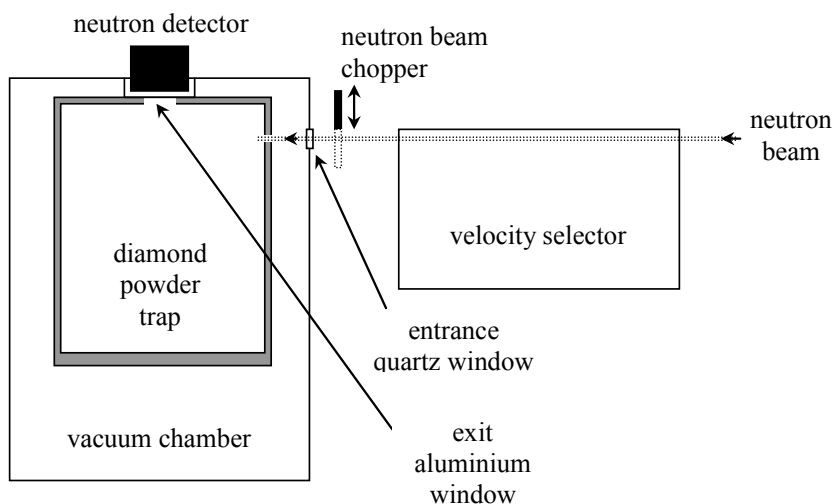


Рис. 10 Схема эксперимента

ловушке (объемом ~ 70 литров), стенки которой состоят из порошка нанодисперсных алмазов (толщина стенок ~ 2 см, характерный диаметр наноалмазов 5-10 нм). Схема экспериментальной установки показана на Рис. 10.



Рис. 11 Вид внутренней поверхности ловушки.

Пучок очень холодных нейтронов (со скоростями 40-160 м/с) диаметром 13 мм, проходит через селектор скоростей (с разрешением от 20% до 5%) и заполняет ловушку, через входное отверстие $2 \times 2 \text{ см}^2$. Вид ловушки внутри представлен на Рис. 11. Нейтроны, попавшие в ловушку, с некоторой вероятностью могут быть зарегистрированы детектором через окно диаметром 6 см, площадь которого мала по сравнению с площадью стенок ловушки и не влияет на время хранения нейтронов в ловушке. Вероятность регистрации нейтронов зависит от среднего числа их отражений от стенок ловушки.

Входящий пучок нейтронов перекрывается прерывателем с частотой $\sim 1 \text{ Гц}$. По экспоненте спада скорости счета нейтронов после перекрытия пучка, определяется

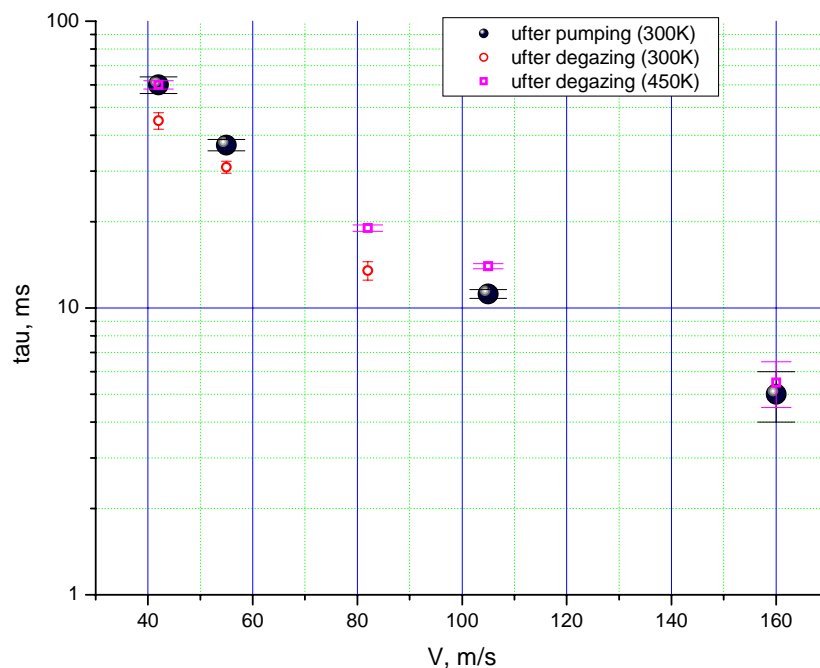


Рис. 12 Постоянная времени хранения нейтронов от стенки ловушки в зависимости от скорости нейтронов. Заполненные кружки – результаты измерения при комнатной температуре после откачки ловушки, квадраты - результаты измерения при комнатной температуре после прогрева ловушки при 150°C в течении суток, пустые кружки - результаты измерения при температуре ловушки 150°C .

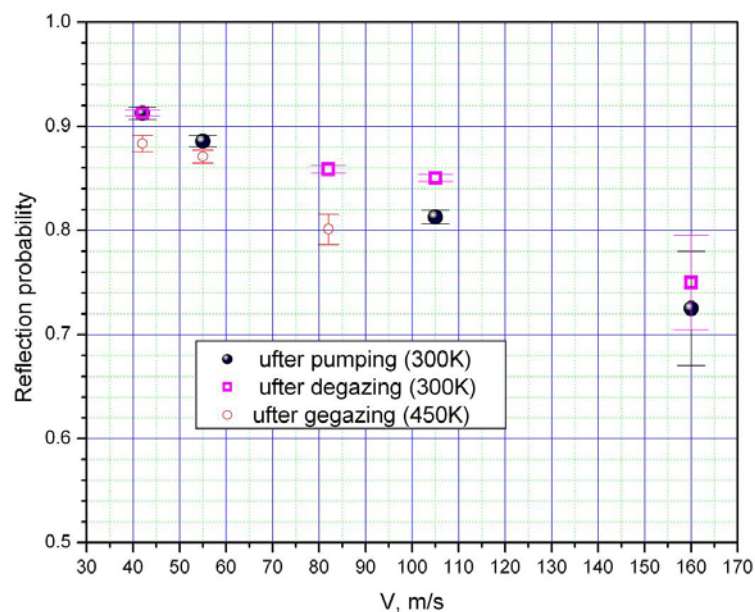


Рис. 13 Зависимость вероятности отражения от поверхности ловушки от скорости нейтрона.

Заполненные кружки – результаты измерения при комнатной температуре после откачки ловушки, квадраты - результаты измерения при комнатной температуре после прогрева ловушки при 150⁰С в течении суток, пустые кружки - результаты измерения при температуре ловушки 150⁰С.

постоянная времени хранения нейтронов в ловушке как функция средней скорости нейтронов.

Ловушка была помещена в вакуумный кожух и откачена до вакуума лучше чем 10⁻³ мбар. После откачки была проведена первая серия измерений времён хранения. Вторая серия измерений была проведена после того как стенки ловушки были почищены от воды адсорбированной на поверхности алмазных частиц порошка (ловушка обезгаживалась при температуре 150⁰С, в течение суток). Третья серия измерений была проведена в ловушке нагретой до 150⁰С. Результаты измерений представлены на Рис. 12.

Из полученных зависимостей были вычислены зависимости вероятности отражения нейтрона на удар от скорости, приведённые на Рис. 13. При этих предварительных оценках брались простейшие газокинетические соображения для частоты соударений. Эти расчёты будут уточнены в дальнейшем соответствующим моделированием процесса диффузии ОХН в порошке с учётом геометрии ловушки методом Монте-Карло.

Полученные вероятности отражения ОХН согласуются с теоретическими оценками, полученными в рамке модели независимых частиц [5], принимая во внимание, что массовая доля примеси водорода в наноалмазах составляет ~1% [6].

Таким образом, экспериментально показано, что ОХН могут эффективно отражаться порошком алмазных наночастиц. Такой отражатель перекрывает провал в вероятности отражения в диапазоне энергий ОХН между эффективными отражателями тепловых и холодных нейтронов, используемых на реакторах, и эффективным отражением от потенциала Ферми для ультрахолодных нейтронов. Так же экспериментально показана возможность хранения ОХН, обсуждаемая в [7].

⁵ V.V.Nesvizhevsky, G.Pignol and K.V.Protasov (2006). "Nanoparticles as a possible moderator for an ultracold neutron source." *International Journal of Nanoscience* **6**(6)

⁶ A.L. Vereschagin, G.V. Sakovich, V.F. Komarov, E.A. Petrov (1993). *Diamond and Related Materials* **3**: 160.

⁷ V.V. Nesvizhevsky, E.V. Lychagin, A.Yu. Muzychka, A.V. Strelkov, G. Pignol, K.V. Protasov. "The reflection of very cold neutrons from diamond nanoparticles", to be published in 2008.

В 2008 году планируется провести измерение индикатрисы рассеяния очень холодных нейтронов при однократном отражении от слоя нанодIAMAZOV для различных скоростей нейтронов.

1.4 Исследование нарушений пространственной и временной четности при взаимодействии нейтронов с ядрами

1.4.1 Измерение P-нечетной асимметрии вылета γ -квантов реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha_1)^7\text{Li}^* \rightarrow ^7\text{Li} + \gamma$

В рамках экспериментов по поиску нейтральных токов в нуклон-нуклонных взаимодействиях и определению слабой π -мезонной константы связи проведены измерения (в коллаборации с ПИЯФ, ИЛЛ и ТУ Мюнхена) P-нечетной асимметрии γ -квантов реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha_1)^7\text{Li}^* \rightarrow ^7\text{Li} + \gamma$ на пучке холодных поляризованных нейтронов PF1B (ИЛЛ, Гренобль).

Слабые взаимодействия в нуклон-нуклонных системах при низких энергиях описываются в приближении одно-мезонного обмена (обменами π , ρ , ω мезонами с передачей различного количества изоспина 0, 1, 2), где четность нарушается в одной из вершин NN-диаграммы. Слабый NN-потенциал параметризуется набором 6, в некоторых моделях 7, слабых мезон-нуклонных констант. Константы определяются на основе стандартной модели и кварковой структуры нуклонов, однако из-за неопределенностей при учете интерференции сильного взаимодействия, различные подходы дают существенно различные значения констант. Особенно чувствительна к модели π -мезонная константа связи f_π . С другой стороны, f_π полностью определяется обменом Z^0 -бозоном между кварками, т.е. нейтральным током. Эксперименты по рассеянию поляризованных протонов на протонной мишени однозначно зарегистрировали заряженные токи в NN-взаимодействиях. Извлеченные из этих данных значения констант связи h_ρ^0 и h_ω^0 в пределах экспериментальной погрешности совпадают с теоретическими «лучшим значениям» Дипланка-Донахью-Нольстена (DDH «best values»). В то же время эксперименты, где были попытки определения слабой π -мезонной константы, дают несовпадающие значения в широком диапазоне (от 0 до $\sim 9 \cdot 10^{-7}$) Теоретическое «лучшее значение» $f_\pi = 4.6 \cdot 10^{-7}$. Наиболее строгие ограничения получены из экспериментов со ^{18}F ($f_\pi \leq 1.2 \cdot 10^{-7}$) и нашего недавно завершеного эксперимента с ^6Li ($f_\pi \leq 1.1 \cdot 10^{-7}$). Таким образом, до сих пор нет однозначного подтверждения нейтральных токов в слабых NN-взаимодействиях.

До этого было проведено 2 цикла измерений P-нечетной асимметрии γ -квантов реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha_1)^7\text{Li}^* \rightarrow ^7\text{Li} + \gamma$ на пучке холодных поляризованных нейтронов PF1B (ИЛЛ, Гренобль). Было получено значение $\alpha_\gamma = (5.1 \pm 3.8) \cdot 10^{-8}$. Согласно расчетам группы Чувильского асимметрия γ -квантов $\alpha_\gamma = 1.1 \cdot 10^{-8}$, если другие слабые мезон-нуклонные константы (главным образом h_ρ^0 , поскольку дает наибольший вклад в величину асимметрии) равны теоретическим «лучшим значениям» Дипланка-Донахью-Нольстена.

В измерении этого года применялась новая система регистрации токовых сигналов. Метод позволяет производить процедуру, аналогичную интегрированию сигнала за значительно более короткие промежутки времени, чем аналоговые интеграторы. Это позволило уйти из низкочастотной области, где вклад флуктуаций мощности реактора и шумов максимален, и уменьшить погрешность определения эффекта более чем в 1.5 раза: $\alpha_\gamma = (3.9 \pm 3.9) \cdot 10^{-8}$. Суммарное по трем циклам значение асимметрии (предварительное): $\alpha_\gamma = (4.5 \pm 2.7) \cdot 10^{-8}$. Оценка слабой π -мезонной константы из полученных данных $f_\pi \leq 4.7 \cdot 10^{-7}$. Таким образом, экспериментальной точности пока недостаточно для наблюдения эффекта асимметрии в реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha_1)^7\text{Li}^* \rightarrow ^7\text{Li} + \gamma$, но полученное значение указывает на величину f_π , меньшую, чем «лучшее значение».

1.4.2 Поиск и исследование структуры подпороговых нейтронных р-резонансов на изотопах свинца методом комбинированной корреляционной гамма-спектроскопии

Завершён анализ экспериментальных данных, полученных в контрольных экспериментах 2005-2006г.г. на 1-м канале реактора ИБР-2 по поиску отрицательного нейтронного р-резонанса у изотопов свинца ^{204}Pb и ^{207}Pb .

Эти эксперименты проводились на усовершенствованном гамма-спектрометре COCOS с повышенной эффективностью и быстродействием с целью проверки полученных ранее данных о существовании отрицательного нейтронного р-резонанса у изотопа ^{207}Pb , вместо ^{204}Pb , как ожидалось на основании работ по наблюдению поворота спина тепловых нейтронов при взаимодействии со свинцом.

Результаты проведённого анализа не подтвердили наличие значительного отклонения сечения радиационного захвата от закона $1/v$ в области энергии нейтронов (1 – 5) эВ для изотопа ^{207}Pb , наблюдаемого в экспериментах 2002-2003г.г. и свидетельствующего о существовании отрицательного р-резонанса у этого изотопа. Если такое отклонение имеет место, то оно незначительно и для этого изотопа вклад р-волны не превышает (5-6)% от s-волны.

Для изотопа ^{204}Pb искомое отклонение в пределах погрешности экспериментальных данных также не обнаружено. Это не может однозначно свидетельствовать об отсутствии отрицательного р-резонанса, так как в проведенных измерениях регистрируется гамма-переход, смешанный вблизи тепловой области энергий нейтронов от s- и р-резонансов, причём парциальная ширина такого перехода для р-волны неизвестна. Если она существенно меньше, чем у s-волны, то это может приводить к невозможности наблюдения отрицательного р-резонанса использованной методикой в пределах точности эксперимента (3-4)%.

1.4.3 Изучение возможности создания поляризованной лантановой мишени на основе LaS

Лантан является наиболее перспективным нуклидом для создания поляризованной мишени в эксперименте по проверке временной инвариантности при взаимодействии поляризованных нейтронов и ядер. LaS в отличие от монокристаллов LaAlO_3 или LaF имеет кубическую решетку и, в силу изотропности g-фактора, может использоваться в порошке. Поляризация La в LaS выполняется методом Оверхаузера.

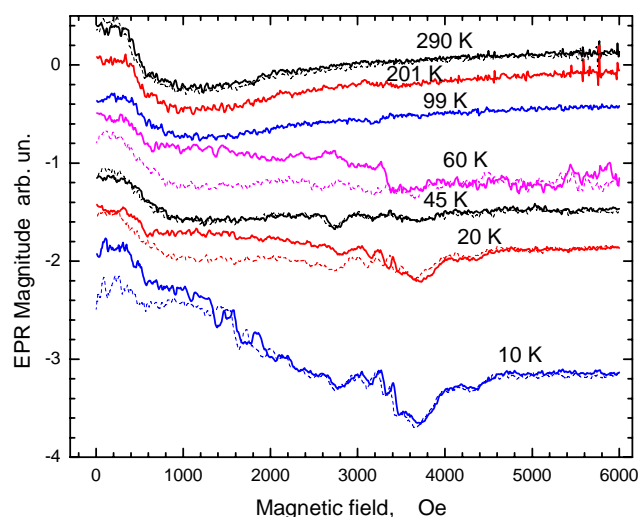


Рис. 14 Сигнал ЭПР в образце LaS.

Для проверки этой возможности в Институте Неорганической Химии СО РАН (Новосибирск) были изготовлены 4 образца LaS в виде таблеток из прессованного порошка. В Институте Радиоэлектроники РАН (Москва) были выполнены измерения формы линии парамагнитного резонанса с целью определения времени релаксации первичных носителей поляризации (свободных электронов). Выяснилось, что при 77 К скорость их релаксации столь велика, что линия ЭПР становится ненаблюдаемой. Такая ситуация типична для электронов проводимости в трехмерных системах. Была надежда, что при понижении температуры до 4 К релаксация замедлится и появится резонанс. Однако этого не произошло. Результаты для одного из образцов представлены на Рис. 14. Сплошные линии - запись при увеличении магнитного поля, штриховые линии - запись при уменьшении магнитного поля. Видны два типа сигналов. 1) При всех температурах наблюдается низкополевой сигнал. Этот сигнал связан с нерезонансным поглощением СВЧ и обусловлен соразмерностью скин-слоя и толщиной образца. Например, при повороте на 90° градусов вокруг вертикальной оси этот сигнал пропадал. А ведь мы имеем дело с поликристаллом, где не должно наблюдаться структурных анизотропных эффектов. Следовательно, наблюдается анизотропия формы образца. 2) При температурах ниже 45 К появляются разнообразные широкие (от 500 Э) резонансные сигналы, разбросанные в широком диапазоне магнитных полей. Скорее всего это различные неконтролируемые примеси, которые, как правило, всегда присутствуют во всех образцах при первых попытках их изготовления. При внимательном рассмотрении свежих сколов на таблетках можно было легко видеть вкрапления другого цвета. Остальные образцы были аналогичны первому с одной лишь разницей: нерезонансного поглощения в низких полях у них не наблюдалось. Похоже, что не получалось "благоприятного" соотношения между скин-слоем и размерами образца. Таким образом, пока не удалось получить образцы LaS, пригодные для перехода к следующему этапу – поляризации La методом Оверхаузера.

1.4.4 Измерение параметров низковольтных нейтронных резонансов Хе

В экспериментах по оптической поляризации изотопов Хе выполненных в КЕК (2004) выяснилось, что табличные данные для резонансов 9.5 эВ (^{129}Xe) и 14.4 эВ (^{131}Xe) не описывают измеренные трансмиссионные данные. Кроме того, при сопоставлении данных различных библиотек (ENDF VII, JENDL 3.3, JEF 2.2) также были замечены значительные расхождения. В связи с этим, на Pohang Neutron Source (Республика Корея) были выполнены специальные измерения полного нейтронного сечения. Для этого был изготовлен баллон-мишень, схема которого показана на Рис. 15.

Баллон был заполнен естественной смесью изотопов Xe при давлении 1 атм. На Рис. 16 представлены измеренная трансмиссия и результаты подгонки. В таблицах 1 и 2 приведены полученные значения параметров. Результаты данной работы направлены для публикации в журнал Nuclear Instruments and Methods.

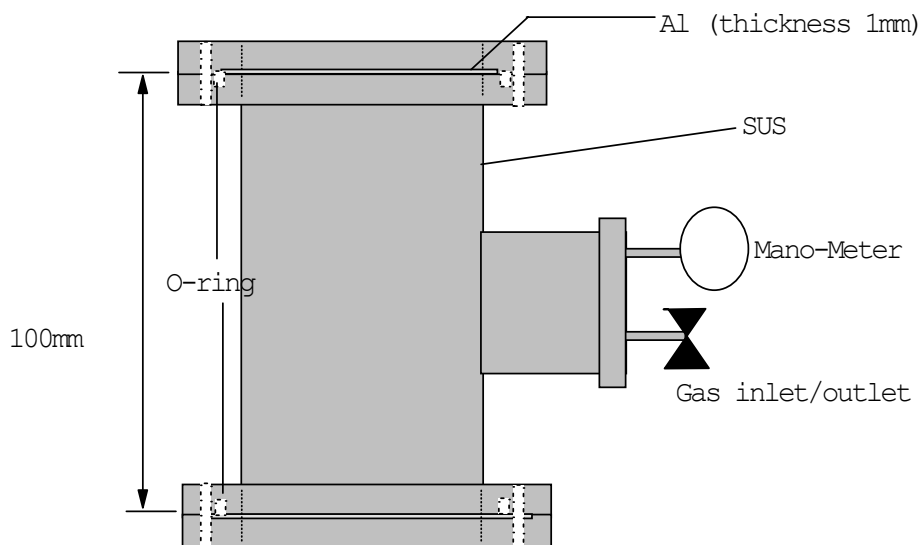


Рис. 15 Баллон-мишень для измерения полного нейтронного сечения Xe.

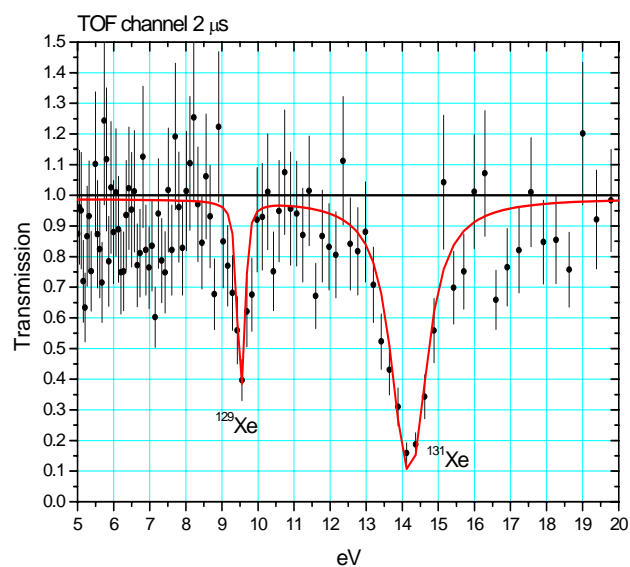


Рис. 16 Нейтронная трансмиссия натурального Xe. Кривая – результат подгонки.

Таблица 1. Параметры резонанса 9.5 эВ ^{129}Xe

Величина	Начальное ⁸	Данная работа
E (эВ)	9.5	9.531 ± 0.016
Γ_n (мэВ)	6.0	12.68 ± 0.18
Γ_γ (мэВ)	110	114.2 ± 1.7

Таблица 2. Параметры резонанса 14.4 эВ ^{131}Xe

Величина	Начальное ¹	Данная работа
E (эВ)	14.4	14.19 ± 0.04

⁸ Low Energy Neutron Physics, Subvolume B, Tables of Neutron Resonance Parameters, Edited by H. Schopper ISBN 3-540-63277-8, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998.

Γ_n (мэВ)	216	242.7 ± 0.5
Γ_γ (мэВ)	94	419.7 ± 0.5

1.5 Исследования свойств атомных ядер

1.5.1 Поиск экзотических мод деления на реакторе ИБР-2 с использованием установки «Мини-Фобос»

В предыдущих экспериментах, посвященных изучению спонтанного деления ^{252}Cf , были обнаружены многочисленные указания на существование необычного, по крайней мере тройного, канала распада, названного тройным коллинеарным кластерным распадом^[9]. Для исследования наблюдаемого эффекта планировалось изучение различных делящихся ядерных систем при различных энергиях возбуждения вплоть до порога выживания ядерных оболочек. Одной из выбранных для изучения реакций была реакция $^{235}\text{U}(n, f)$.

Эксперимент был выполнен на пучке тепловых нейтронов реактора ИБР-2 в Лаборатории нейтронной физики с помощью двухплечевого спектрометра время пролета-энергия миниФОБОС^[10]. Детекторы спектрометра позволяют находить как первичные так и конечные массы фрагментов (т.е. до и после сброса нейтронов), вектор скорости (импульса), а также пробег фрагмента в газе ионизационной камеры в каждом плече спектрометра.

В экспериментах наблюдался специфический двумерный бамп в распределении масса-масса фрагментов деления^[11] (см. Рис. 17а). Эффект проявляется только в одном плече спектрометра, а именно со стороны подложки мишени. Выход событий, образующих бамп, составляет около $5 \cdot 10^{-3}$ на одно двойное деление. Эта оценка была получена после вычитания «хвоста» 2 из «хвоста» 1. Соответствующий разностный спектр (собственно бамп) показан на Рис. 17б. Максимум выхода в бампе лежит в окрестности масс 68–70, ассоциирующихся с магическими изотопами Ni.

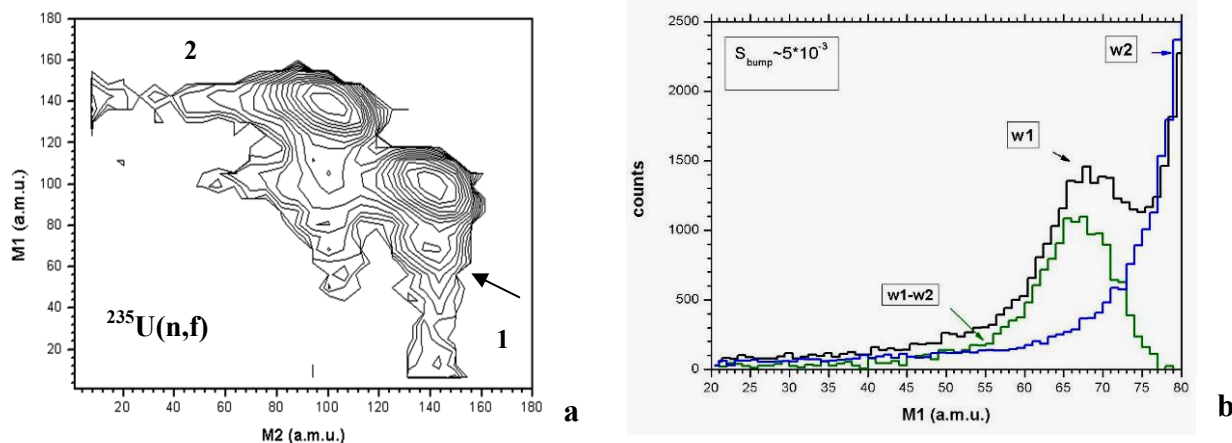


Рис. 17 Распределение масса-масса фрагментов (логарифмическая шкала), полученное в реакции $^{235}\text{U}(n, f)$ (а). Обсуждаемая особенность спектра 1 обозначена стрелкой. Проекция распределения на ось M1 (б): «хвост» 1 дает спектр w1, «хвост» 2 – спектр w2, а результат их вычитания обозначен как w1-w2.

Еще одно проявление кластеризации было получено в результате специальной обработки распределения масса-масса фрагментов. Был произведен отбор фрагментов деления по их

⁹ Yu.V. Pyatkov et al., Phys. Atom. Nucl. V.66, 1631 (2003).

¹⁰ D. V. Kamanin et al., International Symposium on Exotic Nuclei, Peterhof, Russia, 5-12 July 2004. Conference proceedings. Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2005, p. 588-591.

¹¹ Yu. V. Pyatkov et al., Preprint JINR E15-2005-99, Dubna, 2005

скорости и импульсу. Отбирались события, имеющие приблизительно одинаковые скорости и лежащие одновременно вне «хвостов» рассеянных событий в распределении фрагментов по импульсам.

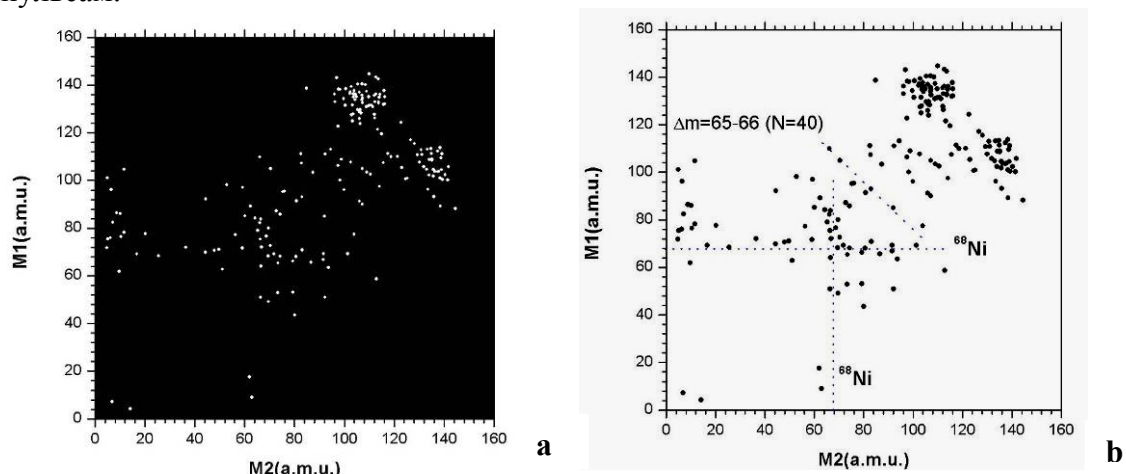


Рис. 18 Распределение масса-масса для событий деления с приблизительно равными скоростями, взятых вне «хвостов» рассеянных фрагментов в импульсном распределении (а). Специфическая структура в форме прямого угла ясно видна в центре распределения. Вершина угла расположена в точке (68, 68), предположительно связанной с магическим изотопом ^{68}Ni (b).

Обращает на себя внимание специфическая структура в центре распределения. Она выглядит подобно прямому углу с вершиной, лежащей в окрестности точки (68, 68) а.т.е., которая предположительно отвечает магическому ядру $^{68}\text{Ni}_{40}$. Используя такой же отбор, подобная структура (прямоугольник) была выявлена ранее в распределении масса-масса фрагментов спонтанного деления ядра ^{252}Cf [12]. Некоторые точки на распределении лежат приблизительно на линии $M1+M2=\text{const}$ (наклонная точечная линия на Рис. 18b). Соответствующий «потерянный фрагмент» также связан с известной нейтронной подоболочкой $N=40$.

Основное значение представленных результатов заключается в том, что они подтверждают, в основном, результаты, полученные ранее для различных делящихся систем.

1.5.2 Исследование вылета запаздывающих нейтронов на установке «ИЗОМЕР-М»

В продолжение исследований характеристик запаздывающих нейтронов деления главных и минорных реакторных изотопов в 2006-2007г.г. завершены измерения выхода запаздывающих нейтронов при делении изотопа ^{245}Cm тепловыми нейтронами на установке «Изомер-М» 11-б канала ИБР-2. Несмотря на высокое обогащение исследованного образца изотопом ^{245}Cm (95,46%) и большое сечение деления его тепловыми нейтронами (~2145 б), сопутствующие изотопы ^{244}Cm и ^{246}Cm создают постоянный фон мгновенных нейтронов спонтанного деления и определяют малость отношения эффект-фон при измерениях выхода запаздывающих нейтронов. Это обстоятельство потребовало провести модернизацию измерительного модуля для обеспечения максимальной стабильности работы, оптимизировать режим работы установки и тщательно учитывать все компоненты фона при проведении измерений.

По завершению обработки всех экспериментальных данных было получено значение полного выхода запаздывающих нейтронов при делении изотопа ^{245}Cm тепловыми нейтронами $\nu_d = (0,64 \pm 0,02)\%$. Это значение является вторым известным

¹² Yu. V. Pyatkov et al., Preprint JINR E15-2004-65, Dubna, 2004

экспериментальным результатом и выгодно отличается от него вдвое более высокой точностью. Проведённое сравнение этого результата с глобальной систематикой выходов запаздывающих нейтронов показало, что оно совпадает со значением, полученным в рамках упрощенного варианта этой систематики.

1.6 Гамма-спектроскопия нейтронно-ядерных взаимодействий

Комплексный анализ экспериментальных данных о процессе каскадного гамма-распада нейтронного резонанса позволяет получать принципиально новую информацию о свойствах ядерной материи ниже энергии возбуждения примерно 5-10 МэВ. Его наиболее важный результат – принципиально новая информация о динамике взаимодействия и перехода друг в друга сверхтекучего и обычного состояний ядерной материи. Аппроксимация большого набора экспериментальных значений плотности возбужденных уровней ядер из области масс $39 < A < 201$ показала, что возбуждения фонов типа определяют структуру возбужденных уровней ядра на 90% и более по крайней мере ниже половины энергии связи нейтрона. Выполненный в ЛНФ по оригинальной методике анализ опубликованных экспериментальных данных по интенсивностям первичных гамма-переходов захвата нейтронов с энергией около 2 кэВ позволил уточнить эти результаты и оценить их максимальную систематическую погрешность. Дополнительно был установлен факт отсутствия резкого изменения параметров каскадного гамма-распада от возможного изменения структуры нейтронного резонанса в этом интервале их энергий. Аппроксимация экспериментальных данных о парциальных ширинах первичных дипольных гамма-переходов в диапазоне энергии связи нейтрона подтвердила сильное влияние сверхтекучего состояния ядра и на этот параметр каскадного гамма-распада нейтронного резонанса. Таким образом продемонстрирована возможность и необходимость прямого экспериментального и теоретического изучения сверхтекучести нагретого ядра до его температуры не ниже 0.5 МэВ.

1.7 Исследование реакций (n,p) и (n,α)

Продолжались эксперименты по определению коэффициента корреляции вперед-назад в реакции $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ на ускорителе ЭГ-5 ЛНФ ОИЯИ в области ближайших низко лежащих резонансов. По техническим причинам в 2007 г. пучковое время на ускорителе было ограничено. Были выполнены измерения в 5-ти энергетических точках, как для проверки полученных ранее результатов, так и при других энергиях. Тем не менее, для проведения теоретического анализа данных недостаточно.

На нейтронном источнике по времени пролета Московской мезонной фабрики ИЯИ РАН в Троицке проведены тестовые измерения при длительности вспышки 5 мкс для экспериментов по определению Р-четных корреляций в реакции $^{35}\text{Cl}(n,p)^{35}\text{S}$. На основе полученных данных произведена оценка возможностей для исследования Р-четных корреляций в реакции $^{35}\text{Cl}(n,p)^{35}\text{S}$. При тех параметрах пучка, что были в тестовом измерении (длительность вспышки 5 мкс, частота 50 Гц, средний ток протонов на мишени 1.5-1.7 мкА) за 3-е суток измерений можно достигнуть точности $5 \cdot 10^{-2}$ в интересующих энергетических интервалах.

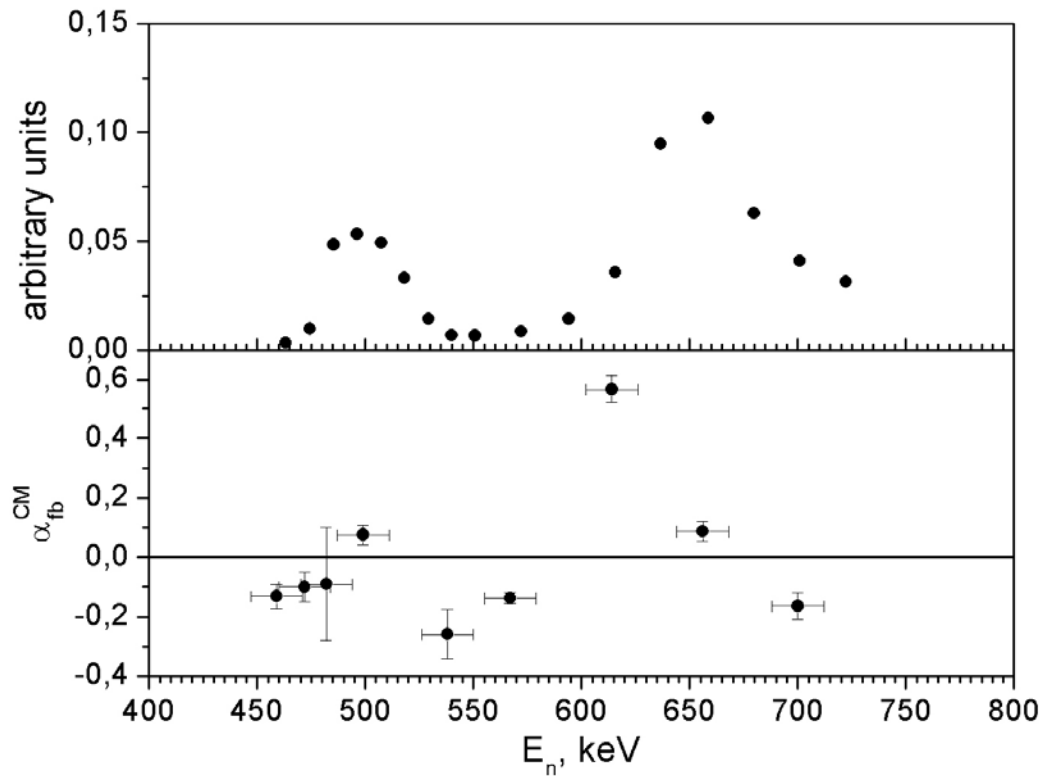


Рис. 19 Верхний график – относительный выход протонов из реакции $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$; нижний график – значения корреляции вперед-назад в системе центра масс.

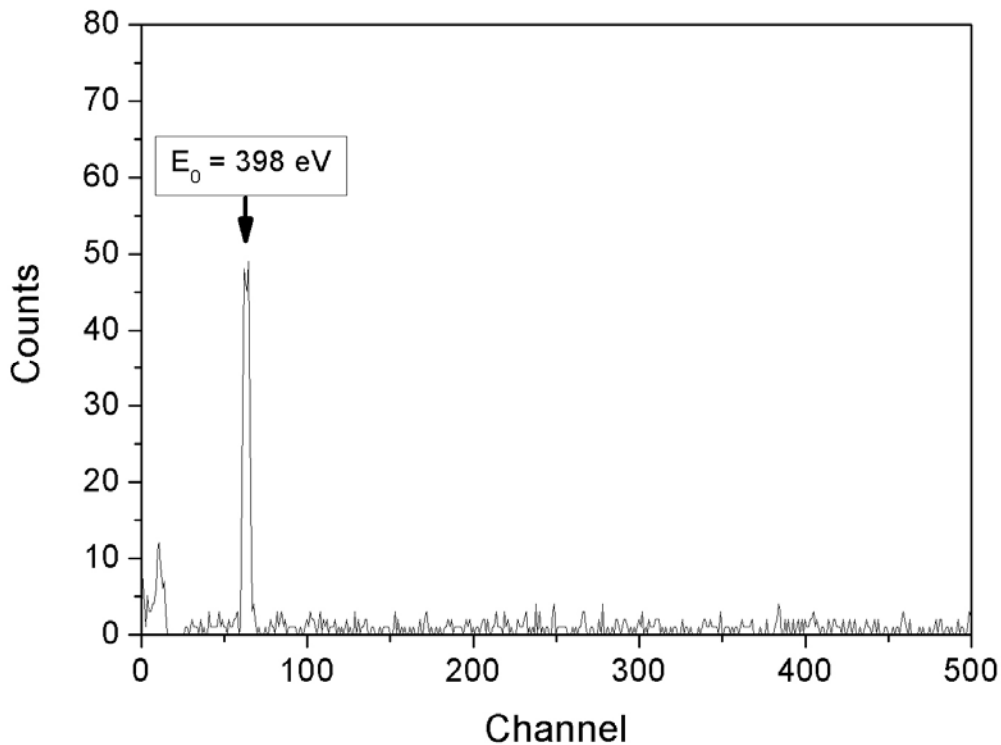


Рис. 20 Времяпролетный спектр реакции $^{35}\text{Cl}(n,p)^{35}\text{S}$ при длительности вспышки 5 мкс и частоте 50 Гц. Цена канала 1 мкс.

В рамках программы совместных исследований на ускорителе ЭГ-4.5 Института физики тяжелых ионов при Пекинском университете, Китай, проведены исследования реакции $^6\text{Li}(n,\alpha)^3\text{H}$ при $E_n=1.23, 1.70, 2.05, 2.47 \text{ МэВ}$, получены энергетические спектры заряженных частиц (Рис. 21, Рис. 22). Данные в настоящее время обрабатываются. Данные для реакции

${}^6\text{Li}(n,\alpha){}^3\text{H}$ важны как для изучения механизмов ядерных реакций, так и для ядерной энергетики. Однако, в существующих на сегодняшний день экспериментальных данных и теоретических оценках в области энергий нейтронов несколько МэВ наблюдаются значительные расхождения.

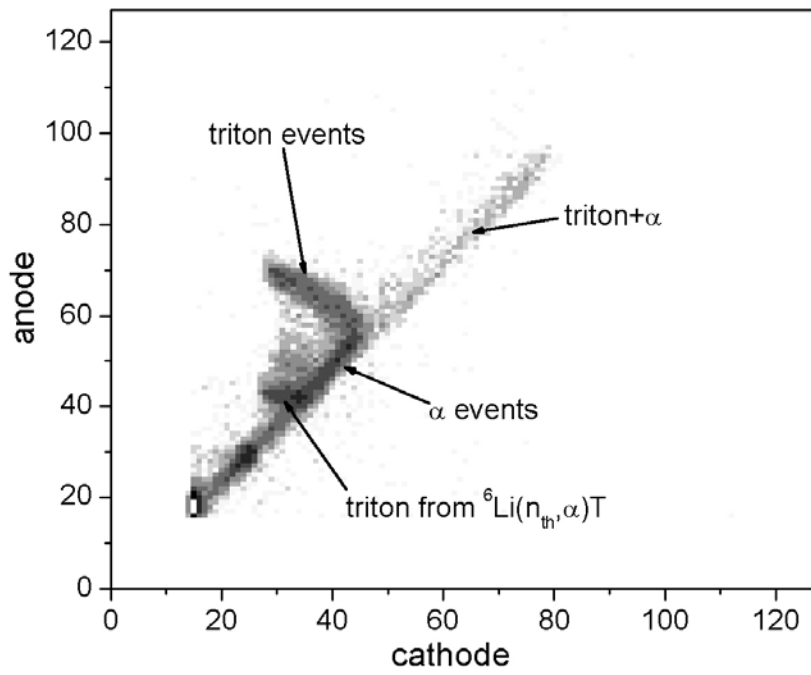


Рис. 21 Двумерный спектр заряженных частиц из реакции ${}^6\text{Li}(n,\alpha){}^3\text{H}$ в направлении «вперед» при энергии $E_n=1.23$ МэВ

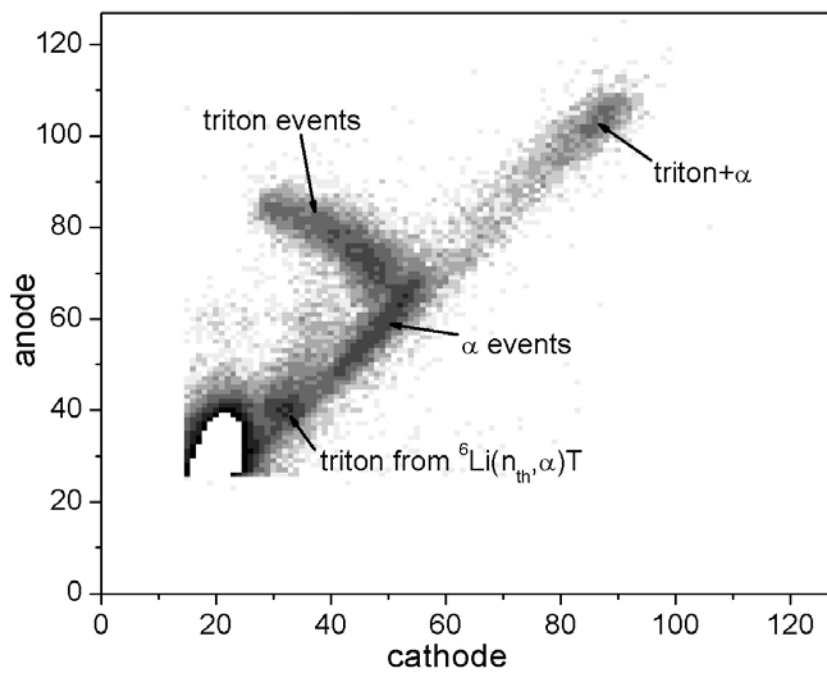


Рис. 22 Двумерный спектр заряженных частиц из реакции ${}^6\text{Li}(n,\alpha){}^3\text{H}$ в направлении «вперед» при энергии $E_n=2.47$ МэВ

Проведена окончательная обработка результатов измерений реакции $^{64}\text{Zn}(n,\alpha)^{61}\text{Ni}$ при $E_n=4, 5.5$ МэВ, а так же для более низкой энергии нейтронов 2.5 МэВ. Заметим, что в области энергии $E_n \sim 2$ МэВ из-за трудностей измерений, обусловленных малой величиной сечения и ростом фона, никогда ранее такие измерения не проводились. Полученные угловые распределения, дифференциальные и полные сечения приводятся на Рис. 23, Рис. 24 и в Таб. 3, где первая группа соответствует трем первым энергетическим ^{61}Ni (основное состояние, первое и второе возбужденные состояния 67 и 283 кэВ), вторая группа соответствует более высоким энергетическим состояниям ядра ^{61}Ni (656 кэВ, 909 кэВ, ...).

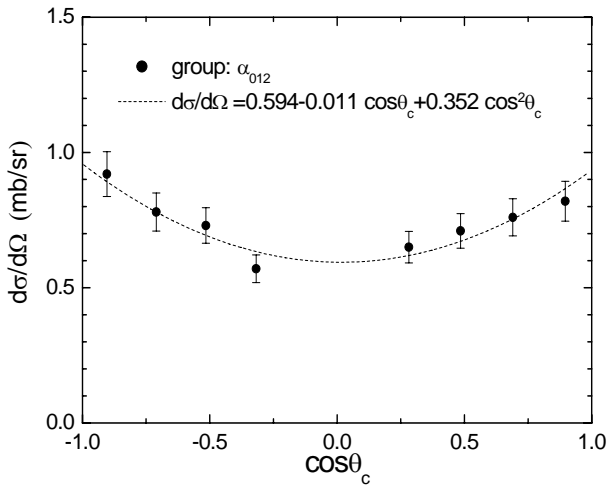


Рис. 23 Угловое распределение α -частиц из реакции $^{64}\text{Zn}(n,\alpha)^{61}\text{Ni}$ в системе центра масс при $E_n = 2.5$ МэВ

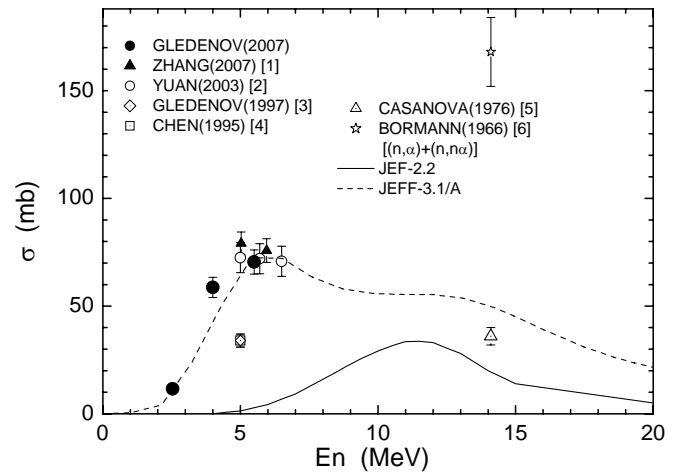


Рис. 24 Полученные сечения реакции $^{64}\text{Zn}(n,\alpha)^{61}\text{Ni}$ в сравнении с существующими данными

Таблица 3. Сечения реакций $^{64}\text{Zn}(n, \alpha_{012})^{61}\text{Ni}$, $^{64}\text{Zn}(n, \alpha_{34\dots})^{61}\text{Ni}$, и $^{64}\text{Zn}(n, \alpha)^{61}\text{Ni}$

E_n (МэВ)	σ (мб)		
	Первая группа $^{64}\text{Zn}(n, \alpha_{012})^{61}\text{Ni}$	Вторая группа: $^{64}\text{Zn}(n, \alpha_{34\dots})^{61}\text{Ni}$	Полное: $^{64}\text{Zn}(n, \alpha)^{61}\text{Ni}$
2.54 ± 0.03	9.0 ± 0.9	2.6 ± 2.0	11.6 ± 1.1
4.00 ± 0.21	40.9 ± 3.3	17.8 ± 1.4	58.7 ± 4.7
5.50 ± 0.13	30.9 ± 2.5	39.6 ± 3.1	70.5 ± 5.6

Работы проводятся совместно с Пекинским университетом (Китай), Лодзинским университетом (Польша) и Национальным университетом Монголии (Улан-Батор, Монголия).

2. Теоретические исследования

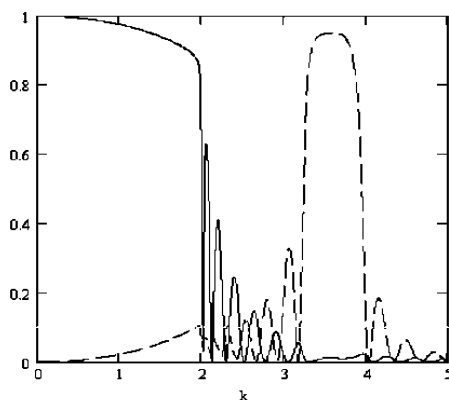
Экстраполяцией оптического потенциала взаимодействия нейтрона с веществом на область больших плотностей, имеющих место в нейтронной звезде, показано, что в нейтронной звезде имеют место силы нейтроно стрикции, которые сжимают звезду дополнительно к силам гравитации. Путем численных расчетов показано, что эффект оптических сил на массу, радиус звезды и распределение плотности в ней превосходит влияние эффектов общей теории относительности. Показано, также, что при наличии резонанса в нейтрон-нейтронном рассеянии в звезде могут возникать пульсации и звезда может взрываться с огромным выделением энергии.

Исходя из предположения, что нейтронная волновая функция представляется волновым пакетом, поставлен вопрос: изменяется ли ширина пакета с ростом энергии или нет? Для ответа на этот вопрос был проведен эксперимент по определению температурной зависимости сечения рассеяния медленных нейтронов в газе He^4 . Из результатов эксперимента следует, что ширина волнового пакета уменьшается с ростом энергии обратно пропорционально скорости нейтрона.

На основе алгебраического подхода к описанию процесса транспортировки нейтрона в однородной и мелкодисперсной среде получены новые формулы для альбедо нейтронов от слоев веществ заданной толщины. Новые формулы имеют преимущество перед известными, полученными ранее на основе диффузионной теории, поскольку применимы в более широкой области изменения параметров. Они могут использоваться для расчета реакторов и радиационной защиты.

Разработан метод длинноволновой нейтронной голографии без опорного пучка, который позволяет записывать голографическое изображение магнитной и не-магнитной макроскопической структуры непрозрачных объектов и воспроизводить изображение в видимом свете. Метод основан на получении пучка нейтронов в когерентной суперпозиции состояний с двумя различными энергиями. Разность энергий и волновых векторов этих состояний создает в пространстве нейтронную волну прецессии, длина которой на несколько порядков больше длины волны де Бройля.

Получено полное решение задачи о взаимодействии нейтрона с веществами, имеющими геликоидальную магнитную структуру. Вычислены матричные амплитуды отражения и пропускания геликоидальных магнитных зеркал и обнаружен эффект резонансного отражения с переворотом спина.



На рисунке показаны коэффициенты отражения с переворотом (пунктирная кривая) и без переворота спина (сплошная кривая) от геликоидального зеркала конечной толщины при поляризации падающего нейтрона антипараллельной геликоидальному вектору. По оси ординат отложен коэффициент отражения, а по оси абсцисс -- волновой вектор нейтрона в безразмерных единицах. Видно, что отражение с переворотом спина имеет резонансный характер, и резонанс имеет место при волновом векторе нейтрона равном геликоидальному.

3. Прикладные и методические исследования

3.1 Изучение свойств пиксельных полупроводниковых детекторов

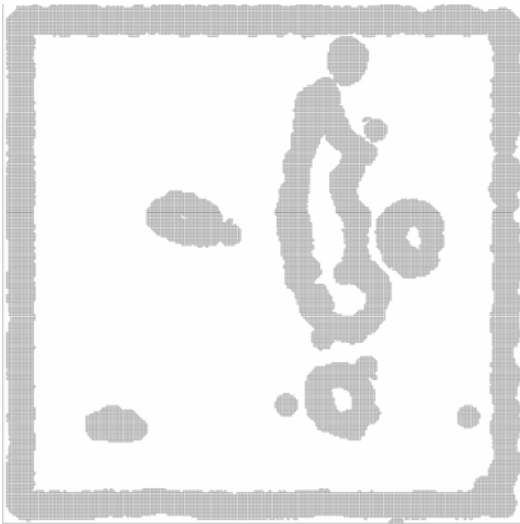


Рис. 25 Пиксели, исключенные из обработки.

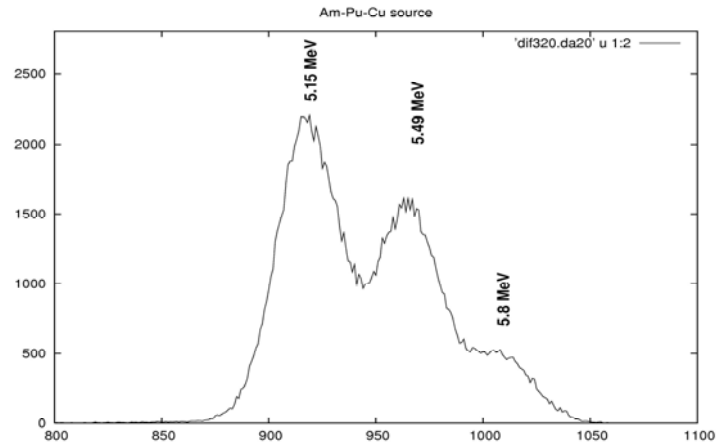


Рис. 26 Энергетический спектр для α -частиц от комбинированного источника после калибровки.

В коллаборации ЛНФ ОИЯИ – Политехнический Университет (г. Прага) ведутся работы по изучению возможности применения пиксельных полупроводниковых детекторов (MEDIPIX - MEDIPIX2 - TIMEPIX) для ядерно-физических исследований.

В 2007 году Институт Экспериментальной и Прикладной физики Чешского Политехнического Университета (г. Прага) получил первые экземпляры timerix детекторов. Timerix детектор - позиционно чувствительный детектор размером $1,5 \times 1,5$ см², представляющий матрицу 256×256 пикселей, каждый из которых имеет свой усилитель. Частица, попавшая в детектор, создает ионизацию, пропорциональную энергии частицы. Информация об ионизации считывается специальной системой считывания в компьютер.

Была поставлена задача провести калибровку такого детектора: найти наилучший коэффициент усиления для каждого пикселя для α -частиц с энергиями около 5 МэВ. Альфа-частица, попавшая в детектор, создает кластер размером около 80 пикселей. Надо считать информацию с каждого пикселя. Сумма всех значений пропорциональна энергии α -частицы.

В вакуумной камере были проведены 2 цикла измерений: измерение с источником Am-Pu-Cu и измерение с источником ²⁴¹Am, имеющем интенсивную α -линию 5486 кэВ. С комбинированным источником была набрана статистика около 5 событий на пиксель, а с источником ²⁴¹Am - около 37 событий на пиксель. Так как кластер от α -частицы имеет большой размер, прокалибровать краевые пиксели не представляется возможным. Задача калибровки осложнилась тем, что в некоторых частях детектора пиксели оказались или совсем нечувствительными, или имеют коэффициент усиления, очень отличающийся от среднего значения коэффициентов усиления для остальных пикселей. События, попадающие в эти пиксели, при обработке не учитывались. На Рис. 25 схематически показаны области, в которых находятся такие пиксели.

Из обработки данных измерений с источником ²⁴¹Am был получен первый вариант калибровочной матрицы, с использованием которой были обработаны данные с комбинированным источником и получен энергетический спектр, который приведен на Рис. 26.

3.2 Исследования элементного состава и структуры приповерхностных слоёв твердых тел на ускорителе ЭГ-5

На пучках заряженных частиц ускорителя ЭГ-5 проводились аналитические исследования с использованием неразрушающих ядерно-физических методик: RBS (метод Резерфордского обратного рассеяния) и ERD (метод ядер отдачи). Измерялись глубинные профили различных элементов, начиная от водорода и дейтерия вплоть до гадолиния и вольфрама.

В сотрудничестве с ЭИ САН (г.Братислава, Словакия) анализировались нанослои металлов и окислов металлов, нанесённые на кремниевые подложки. С помощью неразрушающей методики RBS выполнен элементный анализ слоя, содержащего $1,9 \times 10^{16}$ ат/см² гадолиния, $2,7 \times 10^{15}$ ат/см² скандия и $4,5 \times 10^{16}$ ат/см² кислорода. На Рис. 27 показан спектр ионов гелия с энергией 2,035 МэВ, рассеянных на угол 170 градусов на образце, толщиной которого составляет 17 нанометров. Толщина поверхностного слоя и его элементный состав были определены в результате компьютерной обработки экспериментального спектра.

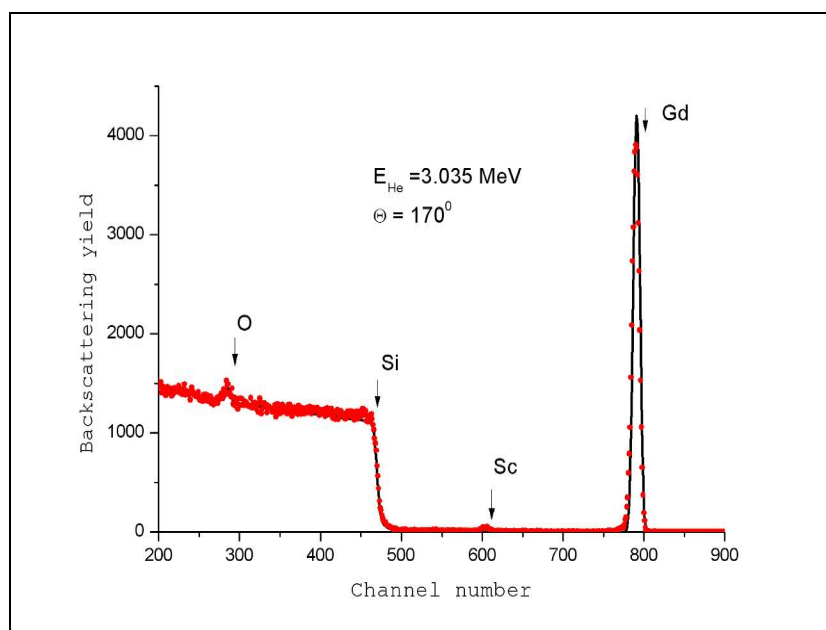


Рис. 27 Экспериментальный спектр (точки) и рассчитанный (линия) для оптимизированной модели образца.

Аналогичные исследования проводились в сотрудничестве с Воронежским Университетом. Был выполнен анализ образцов слоистых структур с толщинами слоёв от нанометров до 1-2 микрон. Для элементного анализа слоистых структур микронной толщины использовался также пучок протонов, получаемых от ускорителя ЭГ-5 ЛНФ. С помощью методики ERD был выполнен анализ кремниевых образцов, насыщенных водородом и дейтерием.

В сотрудничестве с УМКС и ЛУТ (г.Люблин, Польша), а также с СИМП (г. Сумы, Украина) анализировались образцы модифицированных конструкционных материалов. В частности выполнены детальные исследования изменения поверхностных свойств нержавеющей стали марки , имплантированной различными дозами азота. Выполнены также исследования процесса экстракции положительно заряженных ионов из плазмы в целях оптимизации ионных источников для имплантаторов.

3.3 Аналитические исследования с применением метода нейтронно-активационного анализа (НАА) на реакторе ИБР-2

Развитие экспериментальной базы сектора НАА

В период стоянки реактора ИБР-2 проводятся работы по усовершенствованию спектрометрического и сервисного оборудования установки РЕГАТА. В 2007 году

приобретены полупроводниковый германиевый детектор и ряд электронных блоков фирмы *Canberra*. Проведена калибровка детектора по эффективности с занесением полученных данных в программу расчета концентраций элементов. Совершенствуется пакет программ для обработки экспериментальных данных. Начаты работы по созданию спектрометра для проведения низкофоновых измерений.

По разработанной ранее в КБ ЛНФ конструкторской документации в Опытном производстве ОИЯИ в 2007 году были изготовлены новые каналы облучения для установки РЕГАТА на реакторе ИБР-2М. Проведен частичный демонтаж магистралей и устройств пневмотранспорта в кольцевом коридоре реактора для обеспечения возможности проведения работ по модернизации реактора. Изготовлена и смонтирована магистраль для заполнения детекторов жидким азотом.

Проведена теоретическая оценка возможности проведения НАА на новом источнике нейтронов ИРЕН, для чего были рассчитаны распределения плотностей потоков тепловых, резонансных и быстрых нейтронов вокруг мишени и выбрано оптимальное место расположения каналов облучения. Написано техническое задание на разработку системы пневмотранспорта для проведения активационного анализа на установке ИРЕН.

Экология

Биомониторинг

В марте 2007 года в Дубне на юбилейном XX Совещании комиссии ООН по трансграничному переносу воздушных загрязнений в Европе был подведен итог работам сектора НАА, проводимых 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, где были собраны и проанализированы более 2500 образцов мхов-биомониторов.

Результаты анализа для европейских стран по 13 элементам: Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Sb, Ti, V и Zn – переданы в Европейский Атлас атмосферных выпадений тяжелых металлов, а полный спектр данных по 40–43 элементам, включая лантаниды (редкоземельные элементы) и актиниды (уран и торий), отражен в публикациях по соответствующим регионам. Для оценки уровней загрязнения окружающей среды в промышленных районах России, подверженных сильному экологическому стрессу, качестве фоновых были результаты анализа мхов-биомониторов из биосферных заповедников (Приокско-Тerrasного и Воронежского), полученные в сотрудничестве с Институтом глобального климата и экологии (Москва).

В 2007 году намечены возможные пути сотрудничества со Стелленбошским Университетом (ЮАР) в области биомониторинга (изучение распределения атмосферных выпадений метил-ртути с помощью мхов-биомониторов и НАА).

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 2007 году была завершена обработка результатов НАА донных отложений, отобранных на шельфе Черноморского побережья Румынии, и проведена оценка ретроспективного загрязнения этого региона. Совместно с румынской стороной подготовлены три публикации и отчет в РФФИ по проекту за 2007 год.

Завершена работа и представлены в печать результаты многоэлементного НАА коллекции аэрозольных фильтров разных лет, полученных из Братиславы, что позволило охарактеризовать динамику загрязнения атмосферы столицы Словакии тяжелыми металлами за последние 15 лет.

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 представлены в совместной статье, принятой в 2007 году к печати польским журналом «*Ecological Chemistry and Engineering*».

При участии университета «Дубна» завершено исследование распределения ряда тяжелых металлов вблизи транспортных развязок в Дубне и Москве (Щелковское и Минское шоссе). Работы доложены на двух международных конференциях и направлены в печать.

Результаты НАА (ОИЯИ) и ААС (Университет в Скопье) 200 образцов почв из района свинцово-цинкового комбината в Македонии послужили основой для Атласа карт распределения ряда тяжелых металлов, готовящегося к печати в Македонии.

Продукты питания и здоровье человека

В 2007 году на реакторе МИФИ (Москва) продолжены работы по анализу продуктов питания в связи с проектом сектора НАА с Корпорацией по атомной энергии Южной Африки (NECSA): «Сравнительное изучение воздействия на здоровье детей потребления продуктов питания, выращенных в некоторых промышленных районах России и Южной Африки, с использованием ядерно-физических аналитических методов».

Определение ряда короткоживущих изотопов в продуктах питания было проведено на реакторе Центра нейтронных исследований в Будапеште в октябре 2007 года. Результаты обрабатываются.

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 продолжена работа по интерпретации результатов 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.

Биотехнологии

Продолжены исследования по биотехнологии очистки окружающей среды от токсичных элементов (ртуть, хром и др.), которые ведутся в секторе НАА совместно со специалистами Институтом физики им. Э. Андроникашвили (Тбилиси, Грузия). Новые результаты по использованию природных штаммов бактерий *Arthrobacter oxidans*, выделяемых из базальтов для восстановления токсичного Cr-VI в нетоксичную форму Cr-III, были представлены на международной конференции «Современные направления в активационном анализе» (17-21 сентября, Токио, Япония). Цикл из семи работ в области применения ядерно-физических методов в биотехнологии представлен на конкурс ОИЯИ научно-технических прикладных работ 2007 года.

Материаловедение

Синтез мелкокристаллических алмазов

Совместная работа с Институтом твердого тела и полупроводников Академии наук Беларуси по изучению влияния нейтронного облучения на свойства синтетических алмазов на примере системы Ni-Mn-C-Al₂O₃ в 2007 году направлена в российский журнал

«Кристаллография», а обобщенный материал о поведении дефектов в мелкокристаллических алмазах под воздействием нейтронного облучения в присутствии катализаторов представлен в виде отдельной главы в книге «Diamond and Related Materials» (США), находящейся в печати.

Археология

В рамках сотрудничества с Государственным Эрмитажем (Санкт-Петербург) был проведен статистический анализ ранее полученных результатов НАА образцов керамик из древних курганов (Сыртя Смоленской области и Северный Кавказ). Обсуждение результатов проходило на рабочем семинаре в Эрмитаже (23 ноября 2007 г), где были намечены направления дальнейших исследований.

Радиоэкология

Совместно с университетом Коменского в Братиславе в низкофоновой лаборатории физического факультета впервые были проведены радиометрические измерения 50 образцов мхов-биомониторов, собранных в Минской и Гомельской областях Беларуси спустя 20 лет после аварии на Чернобыльской АЭС. Результаты измерений показали, что уровень активности ^{137}Cs в Гомельской области в три раза превышает уровень активности в Минской области. Отмечено повышенное содержание ^{210}Pb , что, по всей вероятности, связано с мероприятиями по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в 1986 году. Готовится публикация в реферируемом журнале.

Учебный процесс

На базе установки РЕГАТА в 2007 году проводился Практикум для студентов старших курсов Университета «Дубна» и студентов Международных Летних Школ, организуемых УНЦ ОИЯИ. За отчетный период на базе сектора НАА были выполнены 2 курсовых и 3 магистерских работы.

Организация совещаний

XX Совещание комиссии ООН по трансграничному переносу воздушных загрязнений в Европе (5-9 марта 2007, Дубна).

Первое рабочее совещание в рамках проекта Технической кооперации сектора НАА ЛНФ с МАГАТЭ «Гармонизация системы контроля качества в лабораториях РФ, использующих ядерно-физические аналитические методы (9-15 декабря 2007, Дубна).

2. НЕЙТРОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

2.1. Импульсный реактор ИБР-2

Работы по модернизации ИБР-2, начиная с декабря 2006 г. после остановки реактора, ведутся в соответствии с «Программой работ на реакторе ИБР-2 в режиме временного останова (2007-2010 г.г.)» по квартальным планам, утверждаемым главным инженером ЛНФ.

К настоящему времени полностью готовы для реактора ИБР-2М:

- подвижный отражатель ПО-3;
- топливная загрузка;
- конструкторская документация по всему реакторному оборудованию.

1. Работы по демонтажу ИБР-2:

- 1.1. Главная задача 2007 г. по графику модернизации – разгрузка активной зоны ИБР-2 и отмывка выгруженных ТВС от натрия. Эта работа после тщательной подготовки была начата 12.03.2007 г. 22.06.2007 г. эта работа была успешно завершена.
- 1.2. 06.07.2007 г. был дренирован натрий из I^{го} и II^{го} контуров. Оборудование и трубопроводы натриевых контуров заполнены аргоном.
- 1.3. Исполнительные механизмы СУЗ и ионизационные камеры демонтированы и размещены в хранилище.
- 1.4. Удалены от реактора откатные защиты.
- 1.5. Подвижный отражатель удален от реактора. Смонтированы временные коммуникации для подачи в ПО-3 гелия и масла, что обеспечивает режим временной консервации.
- 1.6. Демонтированы водяной замедлитель и наклонный замедлитель.
- 1.7. Демонтированы трубы охлаждения стационарных отражателей.
- 1.8. Трубопроводы натриевого охлаждения (напорный и сливной коллекторы) отрезаны от корпуса реактора. Выполнен комплекс мер для удаления корпуса ИБР-2.
- 1.9. Корпус реактора 12 декабря 2007 г. удален в штатное хранилище реакторного зала для длительного хранения.

2. СУЗ ИБР-2М:

- 2.1. Продолжалось изготовление в СНИИП-СИСТЕМАТОМ штатного комплекта АСУЗ, а также пульта управления реактором, системы контроля технологических параметров (ИНЭУМ).
- 2.2. В ОП ОИЯИ изготовлены штатные исполнительные механизмы (ИМ) для органов регулирования КО и РР и опытный образец ИМ АЗ, ведется изготовление штатных ИМ АЗ и АР.
- 2.3. На стенде ЛНФ завершены ресурсные испытания опытного образца ИМ КО и АЗ.

3. В НИКИЭТ продолжалось изготовление нового корпуса. Внутрикорпусное перегрузочное устройство ТВС доставлено в ЛНФ.

4. В ОП ОИЯИ завершено изготовление откатных защит, стационарных отражателей и блоков регулирования в стационарном отражателе. Выполнена контрольная сборка этого комплекса оборудования. Указанное оборудование принято комиссией с участием НИКИЭТ и Ростехнадзора и перевезено в реакторный зал ИБР-2.

5. Комплекс криогенных замедлителей:

- изготовлена КГУ-700 (Гелиймаш);
- выпущен технический проект КЗ (НИКИЭТ);
- ведется изготовление криогенных трубопроводов в Гелиймаше;
- в НИКИЭТ ведется разработка КД для КЗ 202 (пучки 7÷11);

- в ОП ОИЯИ начато изготовление водяных замедлителей.

На обеспечение работ по модернизации ИБР-2 в 2007 г. было израсходовано на 01.01.2008 г. около 915 k\$, что составляет 106 % от плана года.

2.2. Проект ИРЕН

Главными задачами Лаборатории нейтронной физики и Лаборатории физики частиц в 2007 году являлось создание инженерной инфраструктуры и монтаж имеющегося оборудования первой очереди ускорителя ЛУЭ-200.

1. Создание инженерной инфраструктуры

В течение 2007 года в соответствии с утвержденным планом-графиком были выполнены следующие работы по созданию систем электропитания, водоохлаждения и термостабилизации, управления и сигнализации первой очереди установки ИРЕН:

- Смонтировано и испытано все электрооборудование ускорителя ЛУЭ-200 и вспомогательных систем;
- Смонтирована система водоохлаждения, термостабилизации и подготовки дистиллята;
- Смонтирована система блокировок и сигнализации;
- Проведен ремонт пульта управления и вспомогательных помещений, идет монтаж оборудования системы АСКУ (автоматизированная система контроля и управления);
- Начаты работы по изготовлению системы АСРК (автоматизированная система радиационного контроля);
- Завершается монтаж системы автоматического пожаротушения и пожарной сигнализации.

2. Работы по ускорителю ЛУЭ-200

Несмотря на задержку, вызванную аварией с клистроном SLAC 5045, работы по монтажу систем ускорителя выполняются в соответствии с откорректированным планом-графиком.

- Запущена на штатном месте система зарядки модулятора пушки;
- Смонтированы на штатном месте и стационарно подключены к сети источники питания фокусирующих магнитов: УМ-10, ВЧ-25 (ИЯФ), Bruker D1 Bruker D2, Bruker Q1.
- Испытаны на реальную нагрузку сильноточные источники питания фокусирующих соленоидов 1-й ускоряющей секции (Bruker D1) и СВЧ-группирователя (Bruker Q1);
- Проведены магнитные измерения и коррекция магнитного поля фокусирующего соленоида. Неоднородность поля B_r/B_z в области пучка не хуже, чем $\pm 5 \cdot 10^{-3}$;
- На полномасштабном стенде ускорителя ЛУЭ-200 произведена адаптация системы питания клистрона SLAC 5045 к клистроу TH2129;
- Смонтированы катушки корректоры первого ускорительного промежутка;
- Установлена первая ускорительная секция;
- Завершен монтаж СВЧ фидера, проведены вакуумные испытания ускорителя в составе источника электронов, первого ускорительного промежутка и первой ускорительной секции;
- Завершается монтаж магнитного спектрометра;
- Завершается монтаж оборудования системы АСКУ.

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

Работы по теме велись в следующих основных направлениях:

- создание газовых и сцинтилляционных нейтронных детекторов;
- системы формирования нейтронных пучков и системы окружения образца;
- развитие систем сбора данных и вычислительной инфраструктуры.

1. Создание нейтронных детекторов

а) Газовые детекторы

Из-за ограниченности финансовых ресурсов и в связи с планированием разработки в 2008-2010г.г. специализированной микросхемы ASIC для съема информации с MWPC детекторов в рамках проекта EU “DETNI” (Detectors for Neutron Instrumentation) было решено перенести начало работ по созданию ПЧД с индивидуальным считыванием информации с каждой нити на 2008г. На первом этапе этих работ будет создан прототип детектора с ограниченным числом нитей (16-32).

В соответствии с планом были выполнены работы по оптимизации геометрии и рабочих параметров двухкоординатного ПЧД с размерами чувствительной области 225×225 мм² и съемом информации с линий задержки (**Рис. 1**):

- диаметр анодной нити уменьшен с 15мкм до 10 мкм;
- повышены натяжение и точность монтажа катодных нитей;
- обеспечена параллельность анодных и катодных нитей (разброс менее 2 мкм);
- в 1,5 раза уменьшена длина линии задержки.

Все это позволило улучшить пространственное разрешение до 2 мм по обеим координатам.



Рис.1 Двухкоординатный ПЧД с размерами чувствительной области 225×225 мм².

Благодаря финансовой поддержке Венгерской Академии Наук начата разработка и изготовление аналогичного ПЧД детектора для спектрометра «Горизонт». На этапе 2007 г. разработана конструкторская документация и изготовлен корпус ПЧД, приобретены в/в источник питания, NIM крейт и дискриминатор с точной временной привязкой. Изготовлены также предусилители для съема сигналов с анодной и катодных плоскостей детектора.

На период 2007-08 гг. получен грант Федерального агентства по науке и инновациям Минобрнауки РФ на разработку и создание системы мониторинга холодных замедлителей

нового типа на основе твердой замороженной смеси ароматических углеводородов в виде шариков при температуре 20-30 К (Государственный контракт № 02.518.11.7035 от 19.04.07). В рамках этого контракта разработан проект системы мониторинга, основным элементом которой является двухкоординатный PSD с чувствительной областью 200x200 мм². В 2007г. изготовлены корпус и электроды детектора и приобретены стандартные электронные блоки.

В сотрудничестве ИЯИЯЭ БАН, София разрабатывается газонаполненный изогнутый позиционно-чувствительный детектор, предназначенный для исследований в области рентгено-структурного анализа твердотельных образцов.

Детектор проточного типа цилиндрической геометрии, радиус дуги равняется 223.9 мм, занимаемый угол - 63°, высота входного окна – 35 мм. Расстояние между анодными нитями равняется 1мм, в цилиндрической геометрии это расстояние соответствует 12 угловым минутам. При такой геометрии угловое разрешение регистрируемых рентгеновских квантов ожидается лучше 10 угловых минут. Съём информации о месте регистрации производится с помощью линии задержки с временным шагом 2нс. Чертежи детектора прошли этап технологической проверки и переданы для изготовления в ОП ОИЯИ (Рис. 2).

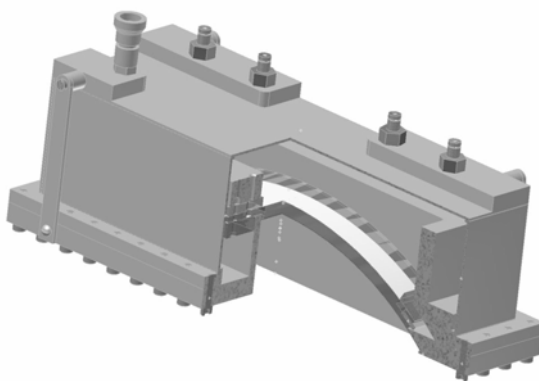


Рис.2. Общий вид изогнутого ПЧД для измерений рентгеновской дифракции.

Для ЛЯР ОИЯИ была разработана камера к детектору МиниФобос, которая предназначена для точной юстировки источника осколков деления. Камера (Рис.3) позволяет микрометрические передвижения по всем трем координатам, а также поворот источника на угол $\pm 15^\circ$ по отношению к плоскости, перпендикулярной оси МиниФобоса. Кроме того, имеется возможность предварительной юстировки всего блока. В настоящий момент чертежи камеры переданы для исполнения в ООЭП ЛНФ.

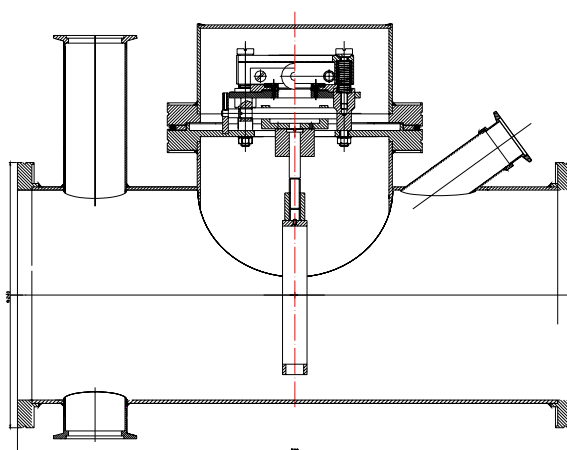


Рис. 3. Юстировочная камера детектора МиниФобос – фронтальная проекция.



Рис. 4. Детекторный стенд.

Были проведены работы по модернизации детекторного стенда (**Рис. 4**). Изготовлен новый блок замедлителей для работы с детекторами, имеющими чувствительную область до $200 \times 200 \text{ мм}^2$. Также была произведена перепланировка помещения с целью усиления биологической защиты операторов и улучшения условий их работы. В результате этих работ, суммарная мощность дозы по нейтронам и гамма-излучению на рабочем месте операторов при установленном источнике составляет не более $0,5 \text{ мкЗв/час}$.

Для изготовления газовых ПЧД детекторов с большой чувствительной площадью создан намоточный станок (**Рис. 5**), позволяющий наматывать тонкие проволоочки (до 10 мкм) из позолоченного вольфрама на рамки электродов детекторов. Станок представляет собой плоскую основу, вращающуюся на укрепленной станине. С обеих сторон основы прикреплены пластины, предназначенные для крепления рамок электродов. Пластины могут подниматься и опускаться над основой. Шаг намотки проволоочек задается с помощью дистанционных винтов. Станок позволяет наматывать одновременно одну или две рамки с размерами до $800 \times 800 \text{ мм}^2$. Максимальная толщина рамки – 12 мм . Шаг намотки кратен 1 мм , минимальный шаг намотки составляет 1 мм .



Рис. 5. Намоточный станок.

2. Системы формирования нейтронных пучков и системы окружения образца.

В 2007 году в рамках проекта VMBF-JINR совместно с институтами ФРГ и ПИЯФ г. Гатчина начаты работы по созданию изогнутых зеркальных нейтронородов на канале 7а реактора ИБР-2 и кардинальной модернизации спектрометров ЭПСИЛОН и СКАТ:

- 2.1. Выполнены расчеты и моделирование элементов нейтронорода.
- 2.2. Завершена привязка конструкций нейтронородов к реальным строительным осям канала №7 и здания 117/2 (**Рис. 6**).

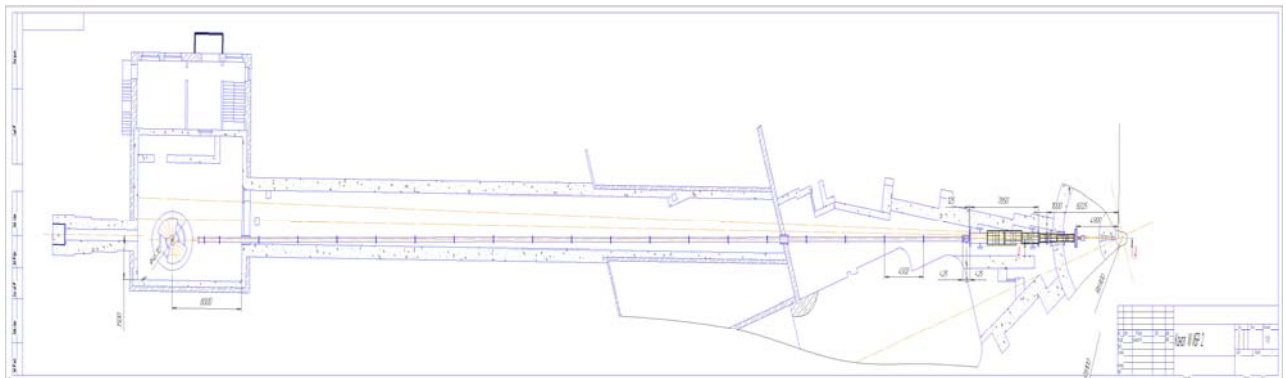


Рис. 6. Размещение зеркальных нейтронородов на канале №7 ИБР-2.

2.3. Согласованы и утверждены угловые направления осей прямой части нейтронных каналов для нейтронных каналов 7а-1 и 7а-2 по отношению к геометрической оси канала №7 реактора для установок SKAT и EPSILON соответственно.

2.4. В соответствии с оптимизированными расчетными параметрами по пропусканию нейтронного потока, согласованы и утверждены входные сечения для нейтронных каналов 7а-1 и 7а-2.

2.5. Разработаны эскизный и рабочий проекты вакуумных кожухов входного трехканального оптического коллиматора нейтронной системы канала №7 (**Рис. 7**).

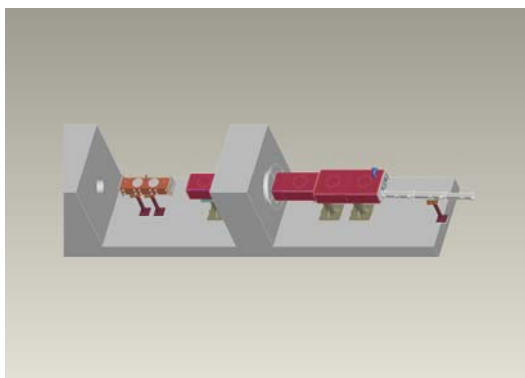


Рис. 7. Входной трехканальный оптический коллиматор нейтронной системы.

2.6. Разработан эскизный и рабочий проект для двух типов вакуумных кожухов с необходимой инфраструктурой, для сборки и юстировки отдельных оптических каналов нейтронных каналов 7а-1 и 7а-2 (**Рис. 8**).

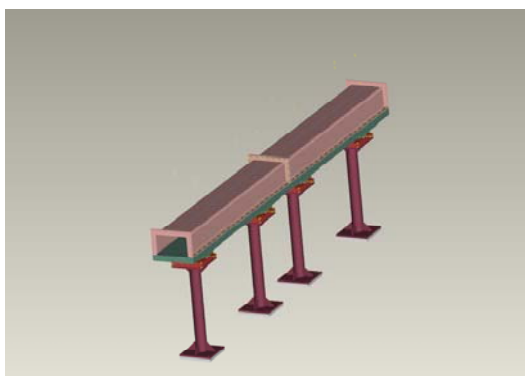


Рис. 8. Вакуумный кожух для двух зеркальных каналов.

2.7. Разработан эскизный и рабочий проект несущих опор и юстировочных столов для всех видов вакуумных кожухов нейтронной системы канала №7а (**Рис. 9**).

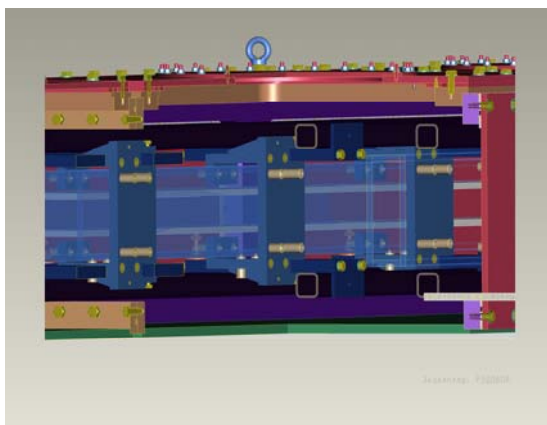


Рис. 9. Юстировочный механизм на несущем каркасе вакуумного кожуха.

2.8. Произведен демонтаж старого нейтроновода на канале №7а и частичная разборка биологической защиты (**Рис. 10**).



Рис. 10. Галерея вывода пучков 7 канала ИБР-2 до и после демонтажа

По системам управления исполнительными механизмами спектрометров выполнены следующие работы:

1. Разработаны и испытаны контроллеры SMC-32-CAN для систем управления исполнительными механизмами спектрометров на реакторе ИБР-2М:
 - в состав системы управления введены датчик углового перемещения (16 бит) и блок управления двигателями постоянного тока типа ДР-1,5РА;
 - разработана программа контроллера для доступа по линии CAN к нескольким блокам.

Указанные блоки выполнены в промышленном стандарте CAN. Этими унифицированными блоками будут оснащаться все спектрометры ИБР-2М.

2. Сданы в эксплуатацию система управления спектрометра МОНД и система управления 15 двигателями постоянного тока спектрометра ДИСК в РНЦ «Курчатовский институт».

Разработан шахтный криостат с рефрижератором замкнутого цикла SUMITOMO RP-062B (**Рис. 11**) для проведения экспериментов по дифракции с образцами в камерах высокого давления с сапфировыми наковальнями на пучках тепловых нейтронов в диапазоне температур 6-300 К. Криостат содержит вертикальный канал для ввода камер высокого давления в зону термостатирования, причем замена камеры может производиться без размораживания криостата. Документация в настоящее время проходит технологическую обработку в ОП ОИЯИ.

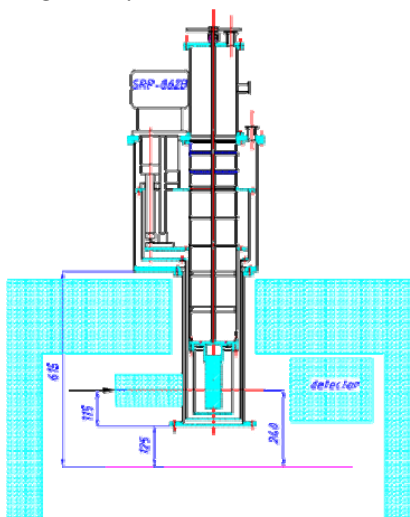


Рис. 11 Шахтный криостат.

На базе оборудования, полученного по долевному взносу Румынии, создан и запущен в работу вакуумный стенд с гелиевым течеискателем L200 (Leybold), предназначенный для испытаний различных вакуумных и криогенных систем спектрометров ИБР-2. Заключен также контракт с фирмой CRYOMECH (США) на поставку криорефрижератора РТ 403, являющегося основным элементом криогенного стенда.

3. Развитие систем сбора данных и вычислительной инфраструктуры, разработка программного обеспечения

Завершена разработка блока сбора данных с многосчетчиковых систем (до 64 каналов в одном блоке). Блок подготовлен к испытаниям на нейтронном источнике в ПИЯФ (Гатчина). Изготовлены также блоки DAQ системы для сбора и накопления данных с 1D и 2D ПЧД. Тестирование этих блоков будет проводиться в начале 2008 г. на реакторе ВЕР-II (ИГМ, Берлин). Ожидаемая скорость счета составит не менее по 10^6 событий/с.

Начаты работы по созданию кабельной инфраструктуры сетевого сегмента экспериментальных залов ИБР-2 (Gigabit Ethernet). Заключен контракт с компанией «Контакт» на поставку комплектующих изделий, выполнены работы по прокладке и сварке волоконно-оптического кабеля.

В работах по программному обеспечению основное внимание уделялось развитию комплекса Sonix+ для работы на реакторе ИБР-2М и практической проверке подготовленных программ на реакторах сторонних организаций ФЭИ, (Обнинск) и РЦКИ (Москва). В частности,

- разработаны модули для систем управления исполнительными механизмами с CAN интерфейсом;
- усовершенствована программа визуализации спектров для работы в on-line и off-line режимах;
- начата разработка программного обеспечения новых электронных блоков DAQ, подключаемых к компьютеру через USB- интерфейс;
- подготовлена к проверке первая версия системы удаленного слежения и управления ходом эксперимента на спектрометрах Web Sonix.

Система Web Sonix предназначена для удаленного наблюдения и контроля экспериментов на спектрометрах ИБР-2М. Она должна удовлетворять требованиям всех групп пользователей. Архитектура системы не зависит от специфических особенностей спектрометров и предоставляет пользователю:

- детальную информацию о параметрах текущего измерения;
- содержимое журнала регистрации измерений (текущее и предыдущее);
- визуализацию текущих спектров от всех детекторов.

Контроль предполагает, что сервис обеспечивается web сайтом и включает средства для чтения, редактирования и манипуляции скриптами.

В сети ЛНФ выделен специальный сервер для системы Web Sonix . Система является клиентом Apache HTTP server 2.2.4 (**Рис. 11**). Для генерации динамических web страниц выбран язык PHP 5.0. Командный канал связи сервера с управляющим компьютером спектрометра реализован по модели клиент-сервер с обменом на уровне сокетов. Для передачи файлов используется протокол FTP (SFTP).

Предварительное тестирование системы Web Sonix с ограниченным набором функций было выполнено в декабре 2006 г. на спектрометрах РЕМУР, НЕРА-ПП и ФДВР

в экспериментах с использованием позиционно-чувствительных детекторов. Тесты показали, что система наблюдения пригодна к эксплуатации и не влияет на надежность систем сбора данных. В настоящее время тестируется полная версия Web Sonix.

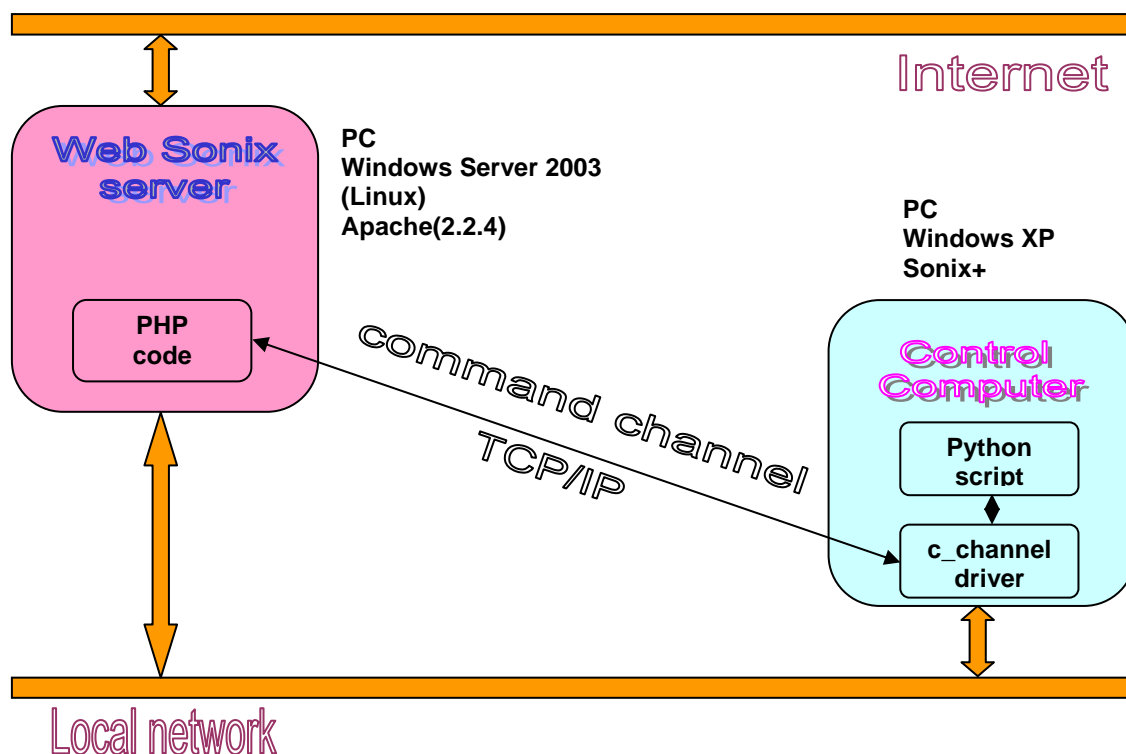


Рис. 11. Схема командного канала.

Совместно с ИГМ, Берлин выполнен большой объем работ по интеграции в программный комплекс CARESS и проверке долговременной стабильности разработанного в ЛНФ программного обеспечения системы сбора данных с двумерных ПЧД. Эти работы успешно завершены на нескольких спектрометрах реактора ВЕР-II и синхротронного источника ИГМ.

В 2007 году продолжалось развитие программного комплекса VITESS для моделирования новых элементов спектрометров и методов нейтронного рассеяния. Как и ранее был использован метод Монте-Карло (движение частиц в трехмерном пространстве). Разработка модулей велась на языке программирования C/C++, а для графического интерфейса использовался интерактивный язык TCL/TK.

Были созданы, протестированы и внедрены следующие модули для пакета VITESS (Рис. 12):

- Модуль для системы рефракционных линз с комплектом вспомогательных программ (поиск фокуса и т.п.). В базовый модуль встроена визуализация (Рис. 13).
- Модуль для моделирования прецессии спина нейтрона в импульсных магнитных полях “треугольник”, “пила”.
- Модуль для анализа поляризации во временных интервалах (TIME GATE) для моделирования спектрометра спин-эхо.
- Модуль для моделирования многоканальных пропускающих поляризаторов (в стадии тестирования и внедрения). В модуль встроена визуализация.

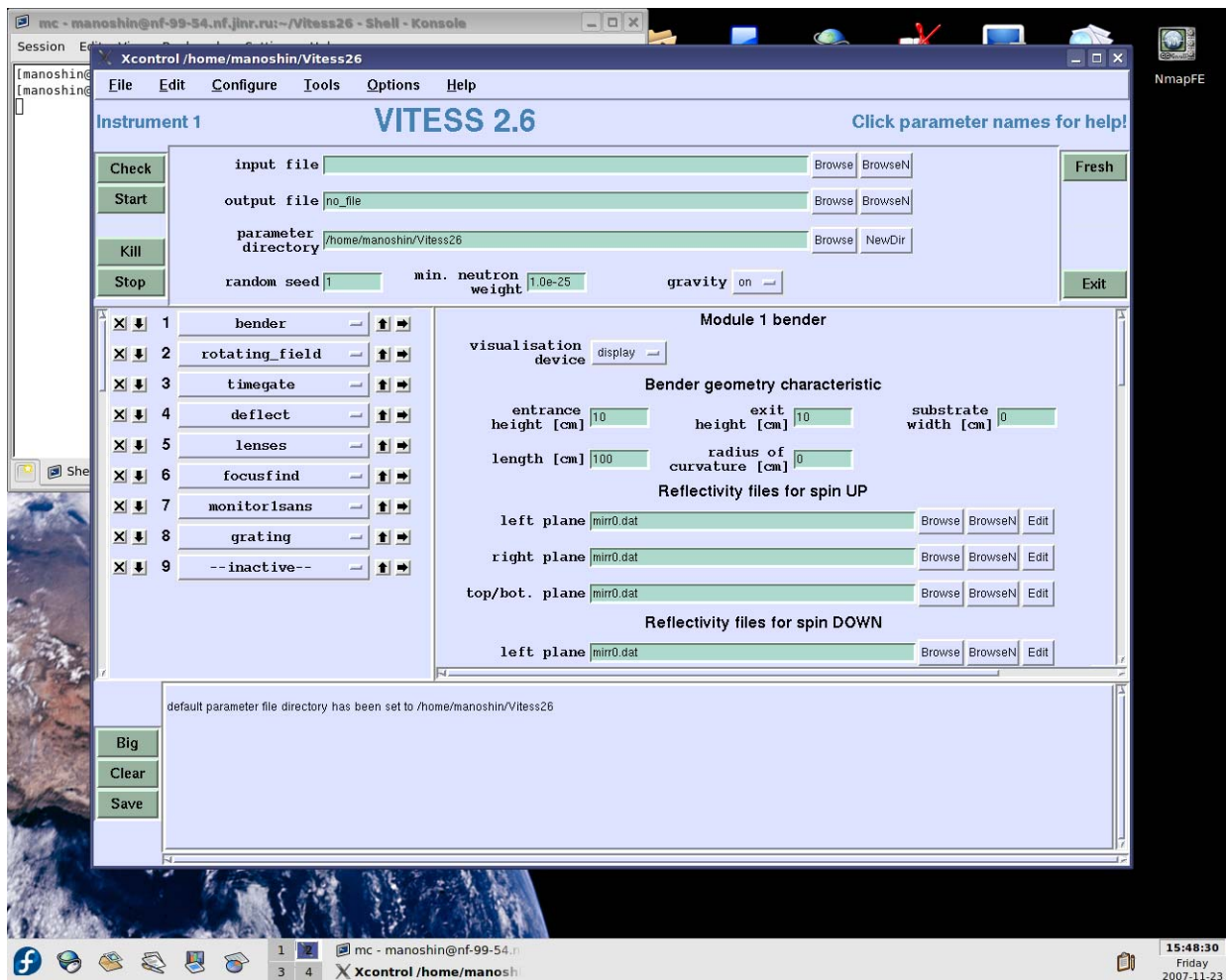


Рис. 12. Графическая оболочка VITESS с новыми модулями.

Были выполнены предварительные расчеты и промоделированы следующие установки:

- 1) Спектрометр спин-эхо с временно-зависимыми магнитными полями (“треугольник”, “пила”.)
- 2) Системы фокусирующих рефракционных линз и их применение в простейшей малоугловой установке для улучшения качества данных
- 3) Пропускающие поляризаторы нейтронного пучка (N, V, Double V вида).

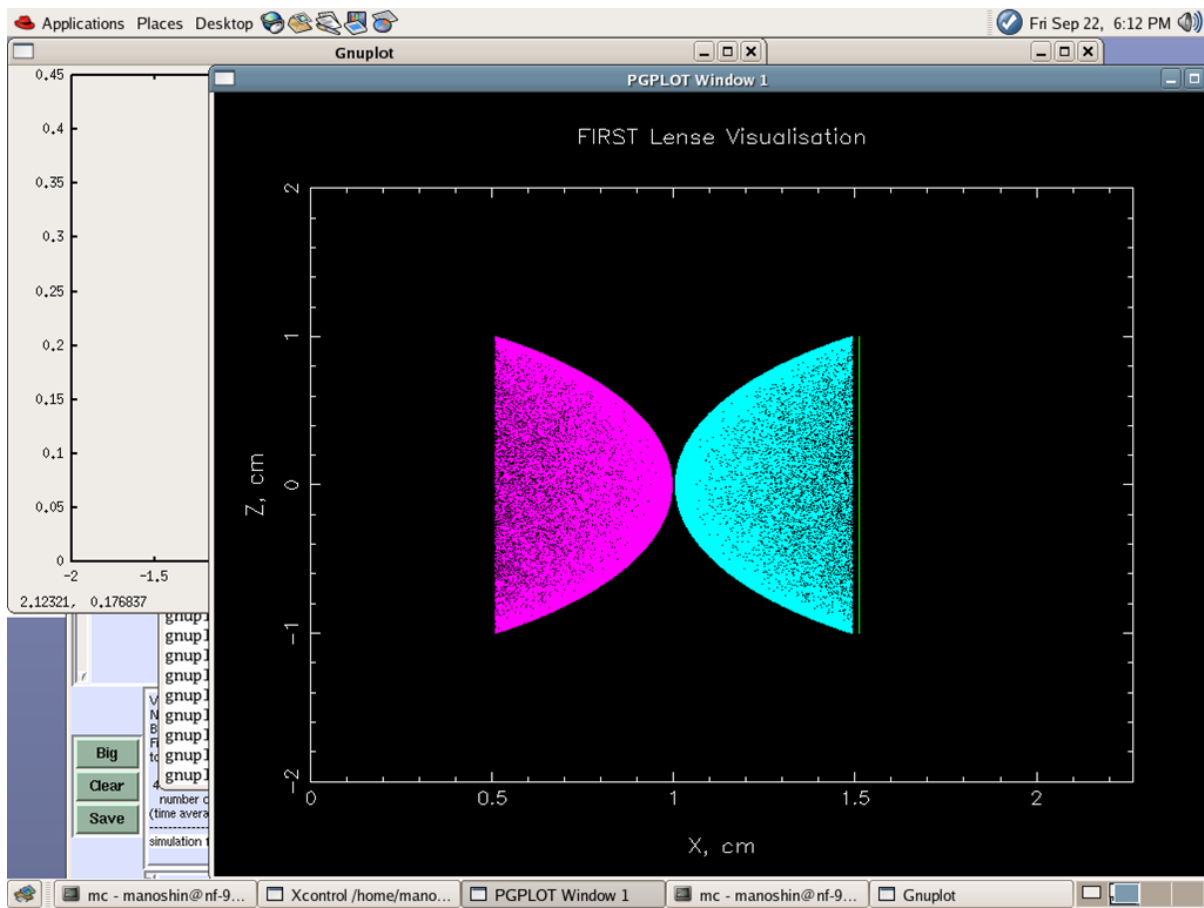


Рис. 13. Пример визуализации моделирования нейтронной вогнутой рефракционной линзы.

5. PUBLICATIONS

CONDENSED MATTER PHYSICS

Atomic and magnetic structures

1. Aksenov V.L., Glazkov V.P., Kichanov S.E., Pogoreliy D.K., Podurets K.M., Somenkov V.A., Savenko B.N. Powder diffractometer for microsamples at the Kurchatov Synchrotron Radiation Source, *Nucl. Instr. and Meth. A*, 2007, v.575, pp.266-268.
2. Antonov V.E., Beskrovnyy A.I., Fedotov V.K., Ivanov A.S., Khasanov S.S., Kolesnikov A.I., Sakharov M.K., Sashin I.L., Tkacz M. Crystal structure and lattice dynamics of chromium hydrides, *J. Alloys and Compounds*, 2007, v.430, pp.22-28.
3. Dmitriev A.I., Radchenko M.V., Lashkare G.V.v, Butorin P.E., Sichkovskiy V.I., Kovalyuk Z.D., Beskrovny A.I., Aleshkevych P., Szymczak R., Dobrowolski W., Minikaev R. Neutron Diffraction Researches of Magnetic Transformation for Layered semiconductor InSe<Mn>, submitted in *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*.
4. Hall P., Hall E., Houtmann S., Salazar J., Natkanec I., Smirnov L.S., Ivanov A., Beskrovnyy A., Vasilovskiy, S. Butorin P. Study of nanocrystalline substances with sorbed hydrogen by neutron scattering, *Communication JINR*, E14-2007-65.
5. Kessner D., Kiselev M., Dante S., Hauss T., Lersch P., Wartewig S., Neubert R.H.H. Arrangement of ceramide[EOS] in a stratum corneum lipid model matrix -new aspects revealed by neutron diffraction studies. Submitted to *Chem&Phys Lipids*, 2007.
6. Kessner D., Kiselev M.A., Hauss T., Dante S., Wartewig S., Neubert R.H.H. Localisation of partially deuterated cholesterol in quaternary SC lipid model membranes. A neutron diffraction study, *European Biophysical Journal (Biophysics Letter)* submitted, 2007
7. 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*, 2007, in press.
8. 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 perrhenate at high pressure, *Journal of Molecular Structure*, accepted for publication, 2007.
9. 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*, 2007, in press.
10. Kiselev M.A., Gutberlet T., Hoell A., Aksenov V.L., Lombardo D. Orientation of the DMPC unilamellar vesicle system in the magnetic field: SANS study. *Chemical Physics*, 2007, in press.
11. Kiselev M.A., Lombardo D., Lesieur P., Kiselev A.M., Borbely S., Simonova T.N., Barsukov L.I. Membrane Self Assembly in Mixed DMPC/NaC Systems by SANS. *Chemical Physics*, 2007, in press.
12. Kozlenko D.P., Dubrovinsky L.S., Goncharenko I.N., Savenko B.N., Voronin V.I., Kiselev E.A. and Proskurnina N.V. Pressure-induced monoclinic distortion and charge and orbital ordering in $\text{La}_{0.5}\text{Ca}_{0.5}\text{MnO}_3$, *Phys. Rev. B*, 2007, v.75, pp.104408-1-6.
13. Kozlenko D.P., Dubrovinsky L.S., Jirak Z., Savenko B.N., Martin C., Vratislav S. Pressure-induced antiferromagnetism and compression anisotropy in $\text{Pr}_{0.52}\text{Sr}_{0.48}\text{MnO}_3$ *Phys. Rev. B*, 2007, v.76, pp.094408-1-6.

14. Kozlenko D.P., Golosova N.O., Jirák Z., Dubrovinsky L.S., Savenko B.N., Tucker M.G., Godec Y. Le and Glazkov V.P. Temperature and pressure driven spin state transitions in LaCoO_3 , *Phys. Rev. B*, 2007, v.75, pp.064422-1-12.
15. Kozlenko D.P., Kichanov S.E., Lee S., Park J.-G. and Savenko B.N. Pressure-induced spin fluctuations and spin reorientation in hexagonal manganites” *J. Phys.: Condensed Matter*, 2007, v.19, pp.156228-1-9.
16. Kozlenko D.P., Trukhanov S.V., Lukin E.V., Troyanchuk I.O., Savenko B.N. Pressure-induced modifications of crystal and magnetic structure of oxygen deficient $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_{3-d}$ manganites, *Eur. Phys. J. B*, 2007, v.58., pp.361-365.
17. Mirmelstein A., Clementyev E., Voronin V., Akshentsev Yu., Kozlenko D., Kutepov A., Petrovtsev A., Zuev Yu. Effect of chemical and external pressure on the structure of intermetallic compound CeNi ”, *J. Alloys and Compounds*, 2007, v.444-445, pp.281-284.
18. Nietz V.V., Osipov A.A. Ball solitons and kinetics of the first order magnetic phase transition, admitted in *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*.
19. Nietz V.V., Osipov A.A. Ball solitons in kinetics of the first order magnetic phase transition, *Communication JINR*, 2007, E17-2007-63, Dubna.
20. Nietz V.V., Stavisskiy Yu.Ya. Prospects for neutron research of magnetism with a pulsed magnetic field at powerful pulsed neutron sources, in press *Journal of Neutron Research*, 2007.
21. Pomjakushin V.Yu., Sheptyakov D.V., Conder K., Pomjakushina E.V., Balagurov A.M. Effect of oxygen isotope substitution and crystal microstructure on magnetic ordering and phase separation in $(\text{La}_{1-y}\text{Pr}_y)_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$, *Phys. Rev. B*, 2007, v.75, pp.054410-1-12.
22. Ruettinger A., Kiselev M.A., Hauss Th., Dante S., Neubert R.H.H. Fatty acid interdigitation in the stratum corneum model membranes: A neutron diffraction study. Submitted to *European Biophys. J.*, 2007.
23. Балагуров А.М., Бобриков И.А., Помякушин В.Ю., Шептяков Д.В., Бабушкин Н.А.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, принята в печать.
24. Биккулова Н.Н., Бескровный А.И., Ядровский Е.Л., Скоморохов А.Н., Степанов Ю.М., Миколайчук А.Н., Сагдаткиреева М.Б., Каримов Л.З. Динамика решётки и ионный перенос в структурно-разупорядоченных халькогенидах меди и серебра. *Кристаллография*, 2007, том 52, №3, с.474-476.
25. Дмитриев А.И., Лашкарев Г.В., Буторин П.Е., Сичковский В.И., Радченко М.В., Ковалюк З.Д., Бескровный А.И., Алешкевич П., Шимчак Р., Добровольский Д., Миникаев Р. Нейтронографические исследования магнитных превращений слоистого полупроводника $\text{InSe}\langle\text{Mn}\rangle$, направлена в печать в Украинский физический журнал.
26. Злоказов В.Б., Бобриков И.А., Балагуров А.М. Анализ данных магнитного дифракционного рассеяния нейтронов на поликристаллах с помощью программы VMRIA, *Сообщение ОИЯИ*, 2007, P10-2007-118, ОИЯИ, Дубна.
27. Киселев М.А. Комбинированное применение нейтронного и синхротронного излучения для исследования влияния диметилсульфоксида на структуру и свойства везикул из дипальмитоилфосфатидилхолина. *Кристаллография*, 2007, т.52, с.554-559.
28. Киселев М.А. Конформация молекул церамида 6 и chain-flip переходы в липидной матрице верхнего слоя кожи - Stratum Corneum. *Кристаллография*, 2007, т.52, с.549-553.

29. Кичанов С.Е., Козленко Д.П., Вонсицки Я.В., Чернецки П., Глазков В.П., Наврочик В., Савенко Б.Н., Лате К. Исследование структуры молекулярного кристалла RuHfReO_4 под высоким давлением, Кристаллография, 2007, т.52, с.468-471.
30. Козленко Д.П., Воронин В.И., Глазков В.П., Савенко Б.Н. Влияние высокого давления и химического замещения на кристаллическую структуру и магнитное состояние $\text{R}_2\text{Fe}_{17-x}\text{Si}_x$ ($\text{R} = \text{Lu}, \text{Y}; x = 0, 1.7$), Письма в ЖЭТФ, 2007, т. 86, стр. 675-680.
31. Козленко Д.П., Кичанов С.Е., Ли С., Парк Дж.-Г., Глазков В.П., Савенко Б.Н. Гексагональные фрустрированные манганиты RMnO_3 ($\text{R}=\text{Y}, \text{Lu}$) при высоких давлениях, Кристаллография, 2007, т.52, с.441-445.
32. Козленко Д.П., Овсянников С.В., Щенников В.В., Воронин В.И., Савенко Б.Н. Термоэлектрические свойства манганита $\text{La}_{0.75}\text{Ca}_{0.25}\text{MnO}_3$ при сверхвысоких давлениях до 20 ГПа, Письма в ЖЭТФ, 2007, т.85, с.242-246.
33. Козленко Д.П., Труханов С.В., Лукин Е.В., Троянчук И.О., Савенко Б.Н., Глазков В.П. Влияние дефицита кислорода и высокого давления на магнитную и кристаллическую структуры манганитов $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_{3-d}$, Письма в ЖЭТФ, 2007, т.85, с.123-127.
34. Лушников С.А., Балагуров А.М., Бобриков И. А., Вербецкий В.Н., Глазков В.П., Соменков В.А. Структура и особенности химической связи в дейтеридах CeNi_3 . Неорг. мат., 2007, т.43(7), с.1-8. Lushnikov S.A., Balagurov A.M., Bobrikov I.A., Verbeckii V.N., Glazkov V.P., Somenkov V.A. Structure and chemical bonds peculiarities in CeNi_3 deuterides.
35. Нитц В.В. Мощные импульсные источники нейтронов для исследований с импульсным магнитным полем, Кристаллография, 2008, т.54, № 2.
36. Нитц В.В., Осипов А.А. Шаровые солитоны в кинетике магнитных фазовых переходов первого рода. Новый механизм фазовой перестройки, Кристаллография, 2008, т.53, № 1, с.130-134.
37. Труханов С.В., Троянчук И.О., Бобриков И.А., Симкин В.Г., Балагуров А.М., Структурное исследование анион-дефицитных манганитов $\text{La}_{0.70}\text{Sr}_{0.30}\text{MnO}_{3-\delta}$ Кристаллография, 2007, т.52(5), с.834 - 839.

Applied research (diffraction)

38. Frischbutter A., Janssen Ch., Scheffzük Ch., Walther K., Ullemeyer K., Behrmann J.H., Nikitin A.N., Ivankina T.I., Kern H. & Leiss B. Strain and texture measurements on geological samples using neutron diffraction at IBR-2, Joint Institute for Nuclear Research Dubna (Russia), Dedicated to the 50th anniversary of the Joint Institute for Nuclear Research Dubna. ЭЧАЯ (Physics of Particles and Nuclei), 2007, v.37 (Suppl.7), S91-S128.
39. Ivankina T.I., Kern H., Lokajicek T., Nikitin A.N., Pros Z. The effect of oriented microcracks and crystallographic and shape preferred orientation on bulk elastic anisotropy of a strongly foliated biotite gneiss. Tectonophysics. 2007. (submitted).
40. Lychagina T.A., Nikolayev D.I., Wagner F. Using Individual Spectra Simulation for a Pole Figures Errors Study, Physica Status Solidi, accepted.
41. Nikolayev D., Siegesmund S., Mosch S. and Hoffmann A. Model-based prediction of unfractured rock masses, ZDGG, 2007, v.158/3, pp.483-490.
42. Nikolayev D., Siegesmund S., Mosch S. and Hoffmann A. Quantification of nfractured rock masses, LITOS, 2007, v.92/5, pp.94-111.
43. Scheffzük Ch., Siegesmund S., Nikolayev D.I. & Hoffmann A. Texture, spatial and orientation dependence of internal strain in marble: A key to understand the bowing of

- marble panels? In: Příkryl, R. & Smith, B.J. (eds.): Building Stone Decay: From Diagnosis to Conservation. Spec. Publ. Geol. Soc. London, 2007, v.271, pp.237-249.
44. Scheffzük Ch., Walther K., Frischbutter A. & Naumann R.: Residual strain and texture of an anhydrite-dolomite-specimen, sampled in the Piora-syncline (Central Switzerland). *Z. Geol. Wiss.*, 2007, submitted.
 45. Siegesmund S., Mosch S., Scheffzük Ch. & Nikolayev D.I. The bowing potential of granitic rocks: Rock fabrics, thermal properties and residual strain, *Environment Geology*, 2007, in print.
 46. Taran Yu.V. To the 40th anniversary of the first nuclear experiment with a polarized deuteron target, In: Proc. XIV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics", 2007, JINR E3-2007-23, Dubna, pp.22-29.
 47. Taran Yu.V., Schreiber J., Balagurov A.M., Stuhr U., Kockelmann H., Zlokazov V.B. Triaxial residual stresses in composite tube from austenitic stainless steel with welded ferritic steel cladding, *Zeitschrift für Kristallographie*, 2007, Supplement Issue no. 26, pp.355-360.
 48. 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.* (submitted).
 49. Walther, K., Frischbutter, A., Scheffzük, Ch., Kenkmann, T. & Eichhorn, F. Diffraction measurements with synchrotron radiation on superimposed deformed composite of quartzite and dunite, *Z. Geol. Wiss.*, 2007, v.35 (1/2), pp.17-26.
 50. Базалеев Н.И., 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, *Письма в ЭЧАЯ*, 2007 (сдано в печать).
 51. Лычагина Т.А., Николаев Д.И. Исследование ошибок экспериментальных полюсных фигур с помощью моделирования индивидуальных спектров, *Кристаллография*, 2007, т.52, с.804-810.
 52. 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*, 2007, принята в печать.
 53. 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*. 2007. Принята в печать.
 54. 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*, 2007, принята в печать.
 55. Никитин А.Н., Кулаковский А.Л., Родкин М.В., Юрченко О.Ю., Иванкина Т.И., Васин Р.Н. О некоторых механизмах проницаемости горных пород в связи с геоэкологической безопасностью хранилищ высокорadioактивных отходов, *Геофизические исследования*, Сб.науч.тр./ Институт физики Земли РАН. – М.: ИФЗ РАН, 2006, вып.6, с. 85-95.
 56. Никитин А.Н., Маркова Г.В., Балагуров А.М. и др. Исследования структуры и свойств кварца в области α - β перехода методами нейтронной дифракции и

- механической спектроскопии, Кристаллография, 2007, т. 52, № 3, с. 450-457. Nikitin A.N., Markova G.V., Balagurov A.M., Vasin R.N., Alekseeva O.V. Investigation of the structure and properties of quartz in the α - β transition range by neutron diffraction and mechanical spectroscopy, Crystallography Reports, 2007, v.52, pp.428-435.
57. Смирнов Ю.П., Горбачевич Ф.Ф., Никитин А.Н., Тюремнов В.А. Характеристики текстуры, структуры, анизотропии пород по разрезу Кольской сверхглубокой скважины. Вестник МГТУ. Сб.науч.тр. «Глубинное вещество: Структура, свойства и состояние в геопространстве Кольской сверхглубокой скважины. Результаты исследований по проекту МПГК-408 ЮНЕСКО», 2007, т.10, № 2, с.285-295.
58. Уваров В.Т., Уваров В.В., Робук В.Н., Пономарев А.Г., Никитин А.Н., Лонин Ю.Ф., Литвиненко В.В., Иванкина Т.И. и др. Процессы массопереноса в образцах горных пород под действием импульсных высокоэнергетических пучков электронов, Письма в ЭЧАЯ, 2007 (сдано в печать).

Nanostructures (SANS)

1. Aksenov V.L., Avdeev M.V., Kyzyma O.A., Rosta L., Korobov M.V.. Age effect of solution C₆₀/N-methylpyrrolidone on the cluster structure in the system C₆₀/N-methylpyrrolidone/water, Crystallography reports 52 (2007) 479-482.
2. Avdeev M.V., Aksenov V.L., Rosta L., Pressure induced changes in fractal structure of detonation nanodiamond powder by small-angle neutron scattering, Diamond and Related Mater. 16 (2007) 2050-2053.
3. Avdeev M.V., Bica D., Vékás L., Marinica O., Balasoïu M., Aksenov V.L., Rosta L., Garamus V.M., Schreyer A. On the possibility of using short chain length mono-carboxylic acids for stabilization of magnetic fluids, J. Mag. Mag. Mater., 2007, v.311, pp.6-9.
4. Avdeev M.V., Contrast variation in small-angle scattering experiments on polydisperse and superparamagnetic systems: basic functions approach, J. Appl. Cryst., 2007, v.40, pp.56-70.
5. 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 (2007) accepted.
6. Balasoïu M., Avdeev M. V., Aksenov V. L., SANS Study of Clusters in Aqueous Magnetic Fluids, Review, Crystallography Reports, 52 (2007) 505–511.
7. Balasoïu M., Barsov S.G., Bica D., Vekas L., Vorobyev S.I., Gritsaj K.I., Duginov V.N., Zhukov V.A., Komarov E.N., Koptev V.P., Kotov S.A., Mamedov T.N., Mikirtychyants C.M., Petrescu C., Shcherbakov G.V. Influence of magnetic nanoparticles on behaviour of polarized positive muons in ferrofluid on the Fe₃O₄ base in carrier medium D₂O, 2007, Preprint PNPI No. 2745 (in Rus.)
8. Balasoïu M., Bica D., Vekas L., Gritsaj K.I., Duginov V.N., Zhukov V.A., Mamedov T.N., Olshevsky V.G., Petrescu C. Magnetic properties investigation of the magnetite ferrofluids by mSR spectroscopy at the Phasotron in function at LNP JINR, 2007, JINR Communication P14-2007-21, Dubna (in Russian).
9. 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 ferrofluid magnetite/myristic acid/benzene, J. Surf. Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques (2007) accepted.
10. Haramagatti C.R., Islamov A., Gibhardt H., Gorski N., Kuklin A. and Eckold G. Pressure induced phase transitions of TTAB-micellar solutions studied by SANS and Raman spectroscopy, Phys. Chem. Chem. Phys., 2006, v.8, pp.994–1000.

11. Here M., Islamov A., Kuklin A., Gago M., Gruszecki W.I. Effect of antibiotic amphotericin B on structural and dynamic properties of lipid membranes formed with egg yolk phosphatidylcholine, *Chemistry and Physics of Lipids*, 2007, v.147, pp.78–86.
12. Ioffe A., Bodnarchuk V., Busmann K., R.Müller, Larmor labeling by time gradient magnetic fields, *Physica B* 397 (2007) 108-111.
13. Jernenkov M., Klimko S., Llauter-Pasyuk V., Toperverg B., Milyaev M., Romashev L., Ustinov V., Aksenov V., Lauter H., Larmor precession reflectometry for magnetic film studies, *Nucl. Instr. Meth. A* (2007), in print.
14. Khokhryakov A.O., Avdeev M.V., Kyzyma O.A., Len A., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Colloidal structure and nature of stabilization of nonmodified fullerene water solutions, *Crystallography Reports* 52 (2007) 487–491.
15. Kovalev Yu.S., Kuklin A.I., Novikov A.G., Savostin V.V., Shimkevich A.L., Jadrovsky E.L. The microstructure of Pb–K liquid alloy from small-angle neutron scattering experiments, *Journal of Non-Crystalline Solids*, 2007, v.353, pp.3532-3534.
16. Krainova E.A., Avdeev M.V., Merkushina K.V., Rodionov A.I., Garamus V.M., Willumeit R., Structural Studies of a Carbonize Obtained from Solid Cellulose-containing Waste by Sulfuric Acid Carbonization, *Rus. J. Appl. Chem.* 80 (2007) 1670
17. Kyzyma O.A., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Snegir S.V., Reorganization of fullerene clusters in the system C₆₀/N-metyl-2-pyrrolidone/water, *J. Surf. Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques* (2007) accepted.
18. Kyzyma O.A., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Avdeev M.V., Tropin T.V., Korobov M.V., Snegir S.V., Rosta L.. Organization of fullerene clusters in the system C₆₀/N-metyl-2-pyrrolidone, *Materials structure in Chemistry, Biology, Physics and Technology* (2007) accepted.
19. Kyzyma O.A., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Avdeev M.V., Tropin T.V., Korobov M.V., S.V. Snegir, L. Rosta, Aggregation in C₆₀/NMP, C₆₀/NMP/water and C₆₀/NMP/Toluene mixtures, *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nonstructures*. (2007) in print.
20. Lauter-Pasyuk V.V., Neutron grazing incidence techniques for nano-science, *Journal de Physique IV* (2007) in print.
21. Molchanov V.S., Philippova O.E., Khokhlov A.R., Kovalev Y.A., Kuklin A.I. Self-Assembled Networks Highly Responsive to Hydrocarbons, *Langmuir*, 2007, v.23, pp.105-111.
22. Novosylina O., Kanibolotsky D., Serdyuk I., Timchenko A., Tiktopulo E., Negrutskii B., Analysis of conformation differences of the normal and oncogenic isoforms of eEF1A1, *Acta Biochimica Polonica*, 54 (2007) 24.
23. Petrenko V.I., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Rosta L., Structure of magnetic fluids with surfactant excess by small-angle neutron scattering, *J. Surf. Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques* (2007) accepted.
24. Toperverg B., Kampmann R., Lauter-Pasruk V., Lauter H., Tietze U., Solina D., Schreyer A., Larmor encoding and Fourier reconstruction for wavelength dispersive reflectometry, *Physica B* 397 (2007) 141.
25. Tropin T.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Small-angle neutron scattering study of C₆₀/CS₂ solutions, *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanoclusters*, (2007) in print.
26. Vekas L., Bica D., Avdeev M.V., Magnetic nanoparticles and concentrated magnetic nanofluids: Synthesis, properties and some applications, *Review, China Particuology* 5 (2007) 43–49.
27. Авдеев М.В., Структурные особенности магнитных жидкостей, *УФН* 177 (2007) 1139-1144.
28. Боднарчук В.И., Ярадайкин С.П., Поиск неупругого рассеяния тепловых нейтронов на планарных магнитных возбуждениях, *Кристаллография* 52 (2007) 573-575.

29. Боднарчук И.А., Холмуродов Х.Т., Петренко В.И., Авдеев М.В. Определение предельного парциального молярного объема растворов монокарбоксильных кислот в бензоле методом молекулярно-динамического моделирования, направлено в Ж. Хим. Физ.
30. Горшкова Ю.Е., Горделий В.И. Исследование взаимодействия диметилсульфоксида с липидными мембранами с помощью малоуглового рассеяния нейтронов, Кристаллография, 2007, т.52, № 3, с.584–588.
31. Докукин М.Е., Перов Н.С., Докукин Е.Б., Исламов А.Х., Куклин А.И., Калинин Ю.Е., Ситников А.В. Изменение магнитных свойств гранулированных пленок на основе Со при перколяционном переходе, Известия РАН. Серия Физическая, 2007, т.71, №11, с.1643-1644.
32. Жерненков М., Клишко С., Лаутер–Пасюк В., Топерверг Б. П., Миляев М., Рамашев Л., Устинов В., Лаутер Х., Аксенов В., Рефлектометрия с Ларморовской прецессией для исследования многослойных структур, Кристаллография (2007) в печати.
33. Муругова Т.Н., Горделий В.И., Куклин А.И., Ковалев Ю.С., Юрков В.И., Нюрнберг А., Исламов А.Х., Ягужинский Л.С. Обнаружение новых двумембранных структур в нативных митохондриях с помощью метода малоуглового рассеяния нейтронов Биофизика, 2006, т.51, №6, с.1001-1007.
34. Муругова Т.Н., Горделий В.И., Куклин А.И., Солодовникова И.М. и Ягужинский Л.С. Регистрация трехмерно упорядоченных структур в интактных митохондриях с помощью метода малоуглового рассеяния нейтронов, Кристаллография, 2007, т.52, №3, с.545-548.
35. Новосильная А.В., Тимченко А.А., Тиктопуло Е.И., Сердюк И.Н., Негруцкий Б.С., Ельская А.В., Характеристика физических свойств изоформ фактора элонгации трансляции eEF1A, Биополимеры и клетка 23 (2007) 386-391.
36. Рогачев А.В., Черный А.Ю., Озерин А.Н., Горделий В.И., Куклин А.И. Модель шаровых секторов для описания экспериментальных данных малоуглового рассеяния нейтронов на дендримерах, Кристаллография, 2007, т.52, №3, с.546-550.
37. Селиванова О.М., Федорова Ю.Ю., Сердюк И.Н., Протеолиз рибосомного белка S1 из *Escherichia coli* и *Thermus thermophilus* приводит к образованию двух разных фрагментов, Биохимия, 72 (2007) 1112-1117.
38. Сердюк И.Н., Галзитская О.В., Неупорядоченные области в элонгационных факторах трех Надцарствах Живого Мира, Молекулярная биология 41 (2007) 134-138.
39. Сердюк И.Н., Структурированные белки и белки с внутренней неупорядоченностью, Молекулярная биология, 41 (2007) 297-313.
40. Тропин Т.В., Авдеев М.В., Аксенов В.Л., Немонотонное поведение концентрации в кинетике растворения фуллеренов, Кристаллография 52 (2007) 528-531.
41. Федотов Г.Н., Пахомов Е.И., Поздняков А.И., Куклин А.И., Исламов А.Х., Путляев В.И. Структура и свойства почвенных органико-минеральных гелей, Почвоведение, 2007, № 9, с.1071–1077.
42. Феокистов А.В., Авдеев М.В., Аксенов В.Л., Булавин Л.А., Бика Д., Векаш Л., Гарамус В.М., Виллумайт Р. Вариация контраста в малоугловом рассеянии нейтронов на магнитной жидкости магнетит/миристиновая кислота/бензол, Поверхность, принято к печати.

Nanostructures (reflectometry)

1. Аксенов В.Л., Игнатович В.К., Никитенко Ю.В. Отражение нейтронов от геликоидальных систем, Поверхность, рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2007, № 9, с.40-48.
2. Аксенов В.Л., Никитенко Ю.В. Нейтронная поляризационная рефлектометрия на импульсном реакторе ИБР-2, Кристаллография, 2007, т.52, с.564-572.
3. Aksenov V.L., Nikitenko Yu.V., Osipov A.A. Neutron Nano-Spin-Echo Spectrometer Based on Magnetic Nanostructures, Crystallography Reports, 2007, 52, No.5, pp.901-905.
4. Аксенов В.Л., Никитенко Ю.В., Петренко А.В., Уздин В.М., Хайдуков Ю.Н., Цабель Х. Особенности магнитного состояния слоистой наноструктуры ферромагнетик-сверхпроводник Fe-V, Кристаллография, 2007, т.52, №3, с.403-409.
5. Аксенов В.Л., Никитенко Ю.В., Проглядо В.В., Хайдуков Ю.Н., Гаврилов В., Райтман Э., Боттян Л., Надь Д. Исследование влияния ультразвуковой упругой волны на магнитное упорядочение в слоистой структуре $20x[\text{Fe}(1.99\text{нм})/\text{Cr}(1.2\text{нм})/\text{MgO}]$. Сообщение ОИЯИ, 2007, P14-2007-109, Дубна.
6. Deak L., Spiering H., Bottyan L., Nagy D.L., Khaidukov Yu. N., Yoda Y. Perturbative Theory of Grazing-Incidence Diffuse Nuclear Resonant Scattering of Synchrotron Radiation, Phys. Rev. B, accepted.
7. Wolff M., Zhernenkov K., Zabel H. Neutron reflectometry with ADAM at the ILL: Present status and future perspectives, 2007, Thin Solid Films, v.515, pp.5712-5715.
8. Vadalà M., Nefedov A., Wolff M., Zhernenkov K., Westerholt K., Zabel H. Structure and magnetism of Co_2MnGe – Heusler multilayers with V, Au and AlO_x spacer layers, Journal of Physics D: Applied Physics, 2007, v.40(5), pp.1289-1292.
9. Kozhevnikov S.V., Ott F., Kentzinger E., Paul A. Enhanced off-specular scattering in magnetic neutron waveguides, Physica B, 2007, v.397, pp.68-70.

Inelastic Scattering

1. Bator G., L.Sobczyk, A.Pawlukojc, J.Nowicka-Scheibe, E.Grech, J.Krawczyk, M.Nowina-Konopka, I.Natkaniec, I.V.Kalinin and O.Steivoll, Inelastic and quasielastic neutron scattering and IR and R spectroscopic studies of 1,2,4,5-tetracyanobenzene(TCNB)-1,2,4,5-tetramethylbenzene (durene) complex' Phase Transitions, Vol. 80, No 6–7, June–July 2007, 489–500.
2. Bator G., Sobczy L.k, Рчяawlukojc A., Nowicka-Scheibe J., Grech E., Krawczyk J., Nowina-Konopka M., Natkaniec I., Kalinin I.V. and Steivoll O. Inelastic and quasielastic neutron scattering and IR and R spectroscopic studies of 1,2,4,5-tetracyanobenzene(TCNB)-1,2,4,5-tetramethylbenzene (durene) comple Phase Transitions, 2007, v.80, pp.489–500.
3. Blagoveshchenskii N.M., V.A.Morozov, A.G.Novikov, D.V.Savostin, V.V.Savostin, A.L.Shimkevich, Na-Pb liquid alloy structure at low lead concentrations: Neutron-diffraction studies. J. Non-Cryst. Solids, 353(2007)3032-3034.
4. Juszynska E., Massalska-Arodz M., Natkaniec I., Krawczyk J. Neutron scattering studies of solid-state polymorphism in dimethyl butanol glass formers, Physica B, 2007, v.403, pp.109-114.
5. Kolesnikov A.I., Antonov V.E, Markushin Yu.E., Natkaniec I., Sakharov M.K. Lattice dynamics of $\alpha\text{-AlH}_3$ and $\alpha\text{-AlD}_3$ by inelastic neutron scattering: High-energy band of optical bond-stretching vibrations, Phys. Rev. B, 2007, v.76, pp.643002-1-7.

6. Kovalev Yu.S., A.I.Kuklin, A.G.Novikov, V.V.Savostin, A.L.Shimkevich, E.L.Jadrovsky, The Microstructure of Pb-K Melt from Small Angle Neutron Scattering Experiments. *J. Non-Cryst. Solids*, 353(2007)3532-3534.
7. Migdal-Mikuli A., Holderna-Natkaniec K., Mikuli E., Hetmanczyk L., Natkaniec I. Phase transitions and NH₃ motions in [Zn(NH₃)₄](ClO₄)₂ studied by incoherent neutron scattering and ¹H NMR methods, *Chemical Physics*, 2007, v.335, pp.187-193.
8. Natkaniec I., Holderna-Natkaniec K. and Nowak D. Neutron Scattering Studies of Molecular Dynamics in Solid Phases of Neohexane and Diisopropyl, in *Quasi-Elastic Neutron Scattering Conference 2006 (QENS2006)*, edited by Paul E. Sokol, Helmut Kaiser, David Baxter, Roger Pynn, Dobrin Bossev, Mark Leuschner, Mater. Res. Soc., Warrendale, PA, 2007, pp.117-122.
9. Natkaniec I., Holderna-Natkaniec K., Nowak D., Majerz I. and Prager M. Molecular Dynamics in Crystalline and Glassy State of 2,4,6-trimethyl-pyridine, in *Quasi-Elastic Neutron Scattering Conference 2006 (QENS2006)*, edited by Paul E. Sokol, Helmut Kaiser, David Baxter, Roger Pynn, Dobrin Bossev, Mark Leuschner, Mater. Res. Soc., Warrendale, PA, 2007, pp.131-136.
10. Pawlukojuć A., Starosta W., Leciejewicz J., Natkaniec I., Nowak D. The molecular structure and dynamics of 2-aminopyridine-3-carboxylic acid by X-ray diffraction at 100K, inelastic neutron scattering, infrared, Raman spectroscopy and from first principles calculation, *Chem. Phys. Lett.*, 2007, v.437, pp.32-37.
11. Pokotilovski Yu. N., Natkaniec I., Holderna-Natkaniec K. The experimental and calculated density of states and UCN loss coefficients of perfluoropolyether oils at low temperatures, *Physica B*, 2007, in print.
12. Prager M., Desmedt A., Allgaier J., Russina M., Janses A., Natkaniec I., Pawlukojuć A., Press W. Methyl group rotations and whole molecule dynamics in methyl bromide hydrate, *Phase Transitions*, 2007, v.80. No.6-7, pp. 473-488.
13. Reehuis M., Wozniak K., Dominiak P., Smirnov L.S., Natkaniec I., Baranov A.I., Dolbinina V.V. X-ray and neutron single crystal diffraction on (NH₄)₃H(SO₄)₂. II. Refinement of phase II crystal structure at room temperature, *Поверхность, рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*, 2007, №11, с.21-28.
14. Skomorokhov A.N., D.M.Trots, I.L. Sashin, H.Fuess, E.L.Jadrowskii, S.G.Ovchinnikov, Phonon density of states in γ -, β - and α - AgCuS, *Физика Твёрдого Тела*, 2007, в печати.
15. Skomorokhov A.N., D.Trots, S.Ovchinnikov, H.Fuess, Lattice vibrations in an α - and β - AgCuS superionic conductor: experimental time-of-flight inelastic neutron scattering studies, *Journal of Physics: Condensed Matter* 2007, V.19., p.186228 - 186240
16. Skomorokhov A.N., Trots D.M., Sashin I.L., Fuess H., Jadrowskii E.L., Ovchinnikov S.G. Phonon density of states in γ -, β - and α - AgCuS, *ФТТ*, 2007, в печати.
17. Smirnov L.S., Melnyk G., Zink N., Wozniak K., Dominiak P., Pawlukojuć A., Shuvalov L.A., Loose A. Refinement of hydrogen positions in (NH₄)₂SeO₄, *Journal of Surface Investigation, X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2007, v.1, No.1, pp.113-119, *Поверхность, рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*, 2007, №2, с.73-79.
18. Sobolev O., A.Novikov, J.Pieper, Quasielastic neutron scattering and microscopic dynamics of liquid ethylene glycol, *Chemical Physics* 334(2007)36-44.
19. Биккулова Н.Н., А.И.Бескровный, Е.Л.Ядровский, А.Н.Скоморохов, Ю.М.Степанов, А.Н.Миколайчук, М.Б.Сагдакириева, Л.З.Каримов, Динамика решетки и ионный перенос в структурно-разупорядоченных халькогенидах меди и серебра // *Кристаллография*, 2007, том 52, №3, с.474-476.

20. Благовещенский Н.М., В.А.Морозов, А.Г.Новиков, В.В.Савостин, Д.В.Савостин, А.Л.Шимкевич. Изучение микродинамики жидкого лития и расплава литий–водород методом неупругого рассеяния нейтронов. Кристаллография, 2007, т. 52, № 3, с. 498 – 504 (англ. вариант: Crystallography Reports. 52 (2007) 406).
21. Благовещенский Н.М., Н.И.Логинов, В.А.Морозов, А.Г.Новиков, А.В.Пучков, В.В.Савостин, Д.В.Савостин, А.Л.Шимкевич, Исследования жидкометаллических композиций на основе свинца методом нейтронного рассеяния, Известия вузов. Ядерная энергетика, 2007, №1, с.129-137.
22. Дубовский О.А., Орлов А.В. / Периодическая взаимная конверсия солитонных волн сжатия и разрежения в кристаллах с межатомным потенциалом Леннарда – Джонса, направлено в Письма в ЖЭТФ.
23. Дубовский О.А., Орлов А.В. / Солитоны сжатия двух типов в кристаллах с межатомным потенциалом взаимодействия Леннарда – Джонса, направлено в Письма в ЖЭТФ
24. Дубовский О.А., Орлов А.В. /Бесфононные солитонные волны – ранние предвестники разрушения кристаллических материалов//Препринт ФЭИ – 3103, 2007 г., 24 стр.
25. Калинин И.В., Лаутер Х., Коза М., Лаутер-Пасюк В.В., Пучков А.В. Поверхностные возбуждения в нано-пленках жидкого гелия, Кристаллография, 2007, т.52, №3, с.505-510.
26. Калинин И.В., Х.Лаутер, А.В.Пучков «Исследование особенностей спектра возбуждений сверхтекучего гелия методом неупругого рассеяния нейтронов», ЖЭТФ, 2007, т.132, вып.1, с.157.
27. Калинин И.В., Х.Лаутер, М.Коза, В.В.Лаутер-Пасюк, А.В.Пучков «Поверхностные возбуждения в нано-пленках жидкого гелия», Кристаллография, 2007, т. 52, № 3, с. 505-510.
28. Семенов В.А., Ж.А.Козлов, И.Крэчун, Г.Матиеску, В.М.Морозов, А.Опре, К.Опре, И.Падуреану, А.В.Пучков, Неупругое рассеяние медленных нейтронов ванадием при температурах 293-1773К, Препринт ФЭИ-3098, 2007 г., 17 стр.
29. Семенов В.А., Козлов Ж.А., Крэчун И., Матиеску Г., Морозов В.М., Опре А., Опре К., Падуреану И., Пучков А.В. Неупругое рассеяние медленных нейтронов ванадием при температурах 293-1773 К, 2007, Препринт ФЭИ-3098, Обнинск.
30. Титов А.Н., А.Н.Скоморохов, А.А.Титов, С.Г.Титова, В.А.Семенов, Влияние интеркаляции на фононный спектр дихалькогенидов титана, Физика Твердого Тела 2007, Т. 49, №8, с.1460-1463.

CONFERENCES

1. Avdeev M.V., “Small angle neutron scattering” 4th Central European Training School on Neutron Scattering”, 23-27 April, Budapest, Hungary.
2. Avdeev M.V., Bica D., Vékás L., Marinica O., Aksenov V.L., Garamus V.M., Rosta L., Ivanov A.O., Mendeleev V.S., “On the stable size of magnetite dispersed in organic non-polar carries with coating by non-saturated and saturated mono-carboxylic acids” 11th International Conference on Magnetic Fluids, 23-27 July, Kosice, Slovakia.
3. Avdeev M.V., Small-angle neutron scattering from nanosystems, The 2nd Joint Seminar JINR-Romania on Neutron Physics for Investigations of Nuclei , Condensed Matter and Life Sciences, September 11-16, 2007, Baia-Mare – Romania.
4. Baeva M., Beskrovnyy A.I. and Jadrowski E.L., Phase composition of the four-component nitrified steels at increasing manganese concentration, Proc. of six-th conference of Balcan physical union, 22-26 august 2006, Istambul, Turkey. New York, 2007, vol. 899, p. 583.

5. Baeva M., Beskrovnyy A.I., Boianova A. and Shelkova I., Investigation of renal stones by X-ray and neutron diffraction, Proc. of six-th conference of Balcan physical union, 22-26 august 2006, Istambul, Turkey. New York, 2007, vol. 899, p. 807.
6. Balagurov A.M. "Application of Reverse Time of Flight (RTOF) Neutron Diffraction for Residual Stress Investigations", IAEA Meeting "Development and applications of the technique of residual stress measurements in materials", Berlin, October 8 – 10, 2007.
7. Balagurov A.M., Kazimirov V.Yu., Khasanova N.R., Antipov E.V. "Crystal structure and lattice dynamics of stable and unstable Ni-hydroxides" European Conference of Neutron Scattering, Lund, June 25 – 29, 2007.
8. Balasoïu M., Kappel W., Cios M., Stancu N., Cios A., Kirilov A. S., Kutuzov S.A., Smirnov A.A., Gordeliy V.I., Erhan R., Ivan'kov A.E., Rogacev A.V., Kovalev Yu.S., Kuklin A.I. New Magnetic System for Small Angle Neutron Scattering at Yumo Instrument. Book of abstracts 4-th European Conference on Neutron Scattering, 25-29 June 2007, Lund, Sweden. p484.
9. Balasoïu Maria, Anitas Eugen, Muresan Cristina, Kuklin Alexander, Kovalev Yuriy, Bica Ion. Small Angle Neutron Scattering Investigations of Magnetic Elastomemers based on Ferrofluids. Book of abstracts 4-th European Conference on Neutron Scattering, 25-29 June 2007, Lund, Sweden, p.594.
10. Bodnarchuk V., "Neutron Spin Turners with Rotating Magnetic Field: First Experiments", 4th European Conference On Neutron Scattering, 25-29 June, Lund, Sweden.
11. Erhan R. V., Balasoïu M., Barna E., Morjan I., Kuklin A. I. Carbon nanopowders studied by SANS. 4th Central European Training School on Neutron Scattering. 23-27 April 2007, Budapest, Hungary.
12. Erhan R. V., Balasoïu M., Barna E., Morjan I., Kuklin A. I. Study of carbon nanostructures using small angle neutron scattering. Bucharest, Romania, Friday, June 01, 2007 - June 02, 2007, Bucharest University Physics Department 2007 Meeting.
13. Erhan Raul, Balasoïu Maria, Barna Emil, Kuklin Alexander, Morjan Ion. Structure Study of Carbon Nanopowders using SANS. Book of abstracts 4-th European Conference on Neutron Scattering, 25-29 June 2007, Lund, Sweden, p.598.
14. Feoktystov A.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Bica D., Vekas L., Garamus V.M., "SANS contrast variation on ferrofluid magnetite/myristic acid/benzene", 4th Central European Training School on Neutron Scattering", 23-27 April, Budapest, Hungary.
15. Feoktystov A.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L., Bulavin L.A., Bica D., Vekas L., Garamus V.M., Almasan V., "Small-angle neutron scattering contrast variation on ferrofluid magnetite/myristic acid/benzene", 11th International Conference on Magnetic Fluids", 23-27 July, Kosice, Slovakia.
16. Feoktystov A.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L., et al., "Small-angle neutron scattering contrast variation on ferrofluid magnetite/myristic acid/benzene", 4th European Conference On Neutron Scattering, 25-29 June, Lund, Sweden.
17. Gibhardt Holger, Haramagatti Chandrashekhara, Islamov Akhmed, Kuklin Alexander, Eckold Goetz. Phase Transitions in Micellar solutions of Different Alkyl Trimethylammonium Bromide Surfactants with Various Chain Lengths. Book of abstracts 4-th European Conference on Neutron Scattering, 25-29 June 2007, Lund, Sweden.p.158.
18. Hall P., Hall E., Houtmann S., Salazar J., Natkanec I., Smirnov L.S., Ivanov A., Beskrovnyy A., Vasilovskiy S., Butorin P.. The study of diffraction and vibration spectra by means of neutron scattering from substances with nanocrystalline structures sorbed hydrogen. International Workshop "Dynamics of Molecules and Materials", 31 January- 2 Februry 2007, Grenoble, France, p 56.
19. Ioffe A., Bodnarchuk V., Bussmann K., Müller R., "Larmor labeling by time-gradient magnetic fields" 4th Central European Training School on Neutron Scattering", 23-27 April, Budapest, Hungary.

20. Isaev-Ivanov Vladimir, Filatov Mikhail, Isalnov Akhmed, Kuklin Aleksandr, Lauter Hans, Lebedev Dmitry, Pantina Rimma, Toperverg Boris, Varfolomeeva Elena. Comparison of Nucleosome Arrangement in Native Nuclei of Different Cell Types by SANS. Book of abstracts 4-th European Conference on Neutron Scattering, 25-29 June 2007, Lund, Sweden.p.216.
21. Ivankina T.I. Application of neutron diffraction in geosciences. International Conference on Contemporary Physics (ICCP-IV). August 13-20, 2007, Ulaanbaatar, Mongolia.
22. Ivankina T.I., Kern H., Nikitin A.N. Neutron texture measurements and 3D velocity calculations on strongly foliated biotite gneisses from the Outokumpu Deep Drill Hole. Outokumpu Deep Drill Project, Second International Workshop, May 21-22, 2007, Espoo, Finland.
23. Ivankina T.I., Kern H.M., Lokajicek T, Nikitin A.N. and Pros Z. Textures and elastic anisotropies of biotite gneisses from the Outokumpu Deep Drill Hole. VIII международная конференция “Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле”, Октябрь 9-11, 2007, Москва.
24. Ivankina T.I., Nikitin A.N. Influence of temperature and long-time loading on texture and physical properties of marble. Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках. 17-23 Сентября, 2007, Украина, Алушта.
25. Jernenkov M., Klimko S., Lauter-Pasyuk V., Toperverg B.P., Lauter H.J., Aksenov V., “Larmor precession reflectometry for multilayer studies”, European workshop on neutron optics NOP 2007, March 5-7, Villigen, Switzerland.
26. Karelov Denis, Lebedev Dmitry, Suslov Aleksandr, Shalguev Valeriy, Kuklin Aleksandr, Islamov Akhmed, Isaev-Ivanov Vladimir, Lanzov Vladislav. Large-scale Structure of RecA Protein from Deinococcus Radiodurance and its Complexes in Solution. Book of abstracts 4-th European Conference on Neutron Scattering, 25-29 June 2007, Lund, Sweden.p.217.
27. Kozlenko D.P., “Pressure tuning of magnetic states in $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ manganites ($x=0.25-0.85$)”, oral presentation on the 4th European Conference on Neutron Scattering, Lund, Sweden, 25-29 June 2007.
28. Kuklin A.I., Kutuzov S.A., Gabriel A., Eckold G., Utrobin P.K., Smirnov A.A., Islamov A.Kh., Kirilov A.S., Bogdzal A.A., Gordeliy V.I. The Parameters of Position Sensitive Detector with Central Hole and First Results in Small-angle and Backscattering Configurations. Book of abstracts 4-th European Conference on Neutron Scattering, 25-29 June 2007, Lund, Sweden, p.530.
29. Lashkarev G.V., Dmitriev A.I., Radchenko M.V., Butorin P.E., Sichkovskiy V.I., Kovalyuk Z.D., Beskrovny A.I. Neutron Diffraction Researches of Spintronic Layered Semiconductor $\text{InSe}<\text{Mn}>$. 6th International Conference on Nuclear and Particle Physics 17-21 Nov. 2007, Luxor, Egypt.
30. Lashkarev G.V., Slynko V.V., Sichkovskiy V.I., Radchenko M.V., Dmitriev A.I., Butorin P.E., Aleshkevych P., Szymczak R., Dobrowolski W., Minikaev R., Beskrovny A.I., Lytvyn P.M. Magnetic structure of sophisticated ferromagnetic semiconductor $\text{InSe}<\text{Mn}>$ XXXV International School on the Physics of Semiconducting Compounds Jaszowiec 2007, Poland, P.42.
31. Lauter H., Lauter-Pasyuk V., “Nano-science with reflectometry”, Conference on the use of scattering of synchrotron radiation, neutrons and electrons (RSNE-2007), November 12-17 2007, Moscow, Russia
32. Lauter H., Lauter-Pasyuk V., Avdeev M., Bodnarchuk V., Aksenov V., Ulyanov V., Project of Horizontal reflectometer on IBR-2 reactor. Complete reflectometry with Larmor precession, Workshop “ILL, 40 years”, January 2007, Grenoble, France.

33. Lauter-Pasyuk V., "Nanoparticle-induced Morphological Transformation in Symmetric and Asymmetric Diblock Copolymer Films", 4th European Conference On Neutron Scattering, 25-29 June, Lund, Sweden.
34. Lauter-Pasyuk V., Ulyanov V., Lauter H.J., "Off-specular scattering from magnetic supermirrors during magnetization reversal", European workshop on neutron optics NOP 2007, March 5-7, Villigen, Switzerland.
35. Loginov N.I., N.M.Blagoveshchenskiy, V.A.Morozov, A.G.Novikov, M.A.Pashnev, V.V.Savostin and A.L.Shimkevich. Investigations of diffusion processes in liquid lithium and lithium-hydrogen melt by quasielastic neutron scattering. 13th International Conference on Liquid and Amorphous Metals, 8-14 July 2007, Ekaterinburg, Russia. Poster DP9, Book of Abstracts, p. 100.
36. Mironova G.M., Balagurov A.M., Bobrikov I.A., "A new version of Time-Resolved Neutron Scattering and Transmission spectrometer at the IBR-2M high-flux pulsed reactor". International Symposium on Time-Resolved Processes in Condensed Matter, 27-28 September 2007, Georg-August University of Goettingen, Abstracts and Programme.
37. Moiseeva E.S., Reshetnyak A.B., Borshchevskiy V.I., Baeken C., Büldt G., and V.I. Gordeliy (2007) Comparative analysis of quality of membrane protein Bacteriorhodopsin crystals obtained in Octylglucoside and Octylthioglucoside. Book of abstracts the Sixth National Conference on Application of X-ray, Synchrotron Radiation, Neutrons and Electrons for Material Characterization November 12-17, 2007, Moscow, Russia, p. 329.
38. Nikitin A.N., Ivankina T.I. An investigation of thermal and deformation properties of quartzite at the temperature interval of polymorphic α - β transition by neutron diffraction and acoustic emission. Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках. Сентябрь 17-23, 2007, Украина, Алушта.
39. Novikov A.G., N.M.Blagoveshchenskiy, A.S.Kolokol, M.A.Pashnev, D.V.Savostin, V.V.Savostin and A.L.Shimkevich. Atomic dynamics of liquid lithium and lithium-hydrogen melt investigated by inelastic neutron scattering. 13th International Conference on Liquid and Amorphous Metals, 8-14 July 2007, Ekaterinburg, Russia. Poster DP22, Book of Abstracts, p. 106.
40. Petrenko V.I., Avdeev M.V., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Rosta L., «Behaviour of monocarboxylic acids in non-polar organic solvent by small-angle neutron scattering», 4th Central European Training School on Neutron Scattering", 23-27 April, Budapest, Hungary.
41. Petrenko V.I., Avdeev M.V., Bulavin L.A., Aksenov V.L., Rosta L., «Interaction of monocarboxylic acids in non-polar organic solvent by small-angle neutron scattering», 11th International Conference on Magnetic Fluids, 23-27 July, Kosice, Slovakia.
42. Rajewska A. SANS method study of aggregation in mixed micellar solutions nonionic and cationic classic surfactants. Book of Abstracts, 21st Conference of the European Colloid and Interface Society, September 10-14, (2007) Geneva (Switzerland).
43. Rajewska A. SANS study of the Gemini nonionic surfactant in micellar solutions. Book of Abstracts, V4 BENSC User`s Meeting , 23-25 May, 2007, Hahn-Meitner Institut, Berlin (Germany).
44. Rajewska A. Structure of water micellar solutions of nonionic classic surfactant heptaethylene glycol monoteradecylether. Book of Abstracts , International Conference on Neutron and X-Ray Scattering, Serpong, (Indonesia) 23- 28 July, 2007.
45. Rajewska A., Mędrzycka K., Hallmann E. "SANS method study of aggregation in mixed micellar solutions of nonionic and cationic classic surfactants". Book of Abstracts, page 394, T18 4th European Conference on Neutron Scattering, Lund (Sweden) 25 – 29 June, 2007.
46. Reshetnyak A., Borshchevskiy V., Klare J., Moiseeva E., Engelhard M., Buldt G., Gordeliy V.. Comparative analysis of structures of sensory rhodopsin II and sensory rhodopsin II in

- complex with its cognate transducer. International Symposium on Retinal Proteins: Experiments and theory. Bremen, Germany, September 23-26, 2007
47. Rogatchev Andrey, Cherny Alexander, Ozerin Alexander, Islamov Akhmed, Gordeliy Valentin, Kuklin Alexander. The Spherical Cone Model for Small Angle Neutron Scattering Dendrimers Curves Data Treatment. Book of abstracts 4-th European Conference on Neutron Scattering, 25-29 June 2007, Lund, Sweden.p.356.
 48. Ryabova N.Yu., Kiselev M.A., Beskrovnyy A.I., Aksenov V.L. and Balagurov A.M., Kinetics of lipid membrane hydration: neutron diffraction study in real time. International Symposium on Time-Resolved Processes in Condensed Matter, 27-28 September 2007, Georg-August University of Goettingen, Abstracts and Programme, P. 29.
 49. Scheffzuek Ch., Walther K., Frischbutter A., Pusenkov V.M., Manoshine S.A., Zhuravlov V.V., Churakov A.V., Bogdsel A.A., Kulikov S.A. & Schabalin E.P. "A proposal for a bent neutron guide at beam line 7A of the modernized fast pulsed reactor IBR-2M for the diffractometers EPSILON-MDS and SCAT" PAC of Condensed Matter Physics, Dubna (Russia), April 16-17, 2007.
 50. Scheffzük Ch., Walther K., Frischbutter A. "Neutron time-of-flight diffraction for load and residual strain experiments on geological materials" MECA sens IV Conference on Stress evaluation, Vienna (Austria), September 24-26, 2007.
 51. Sobolev O.V., N.M.Blagoveshchenskii, V.A.Morozov, A.G.Novikov, M.A.Pashnev, V.V.Savostin, A.L.Shimkevich, Quasielastic neutron scattering and diffusion in liquid lithium and lithium-hydrogen melt. 4th European conference on neutron scattering, 25-29 June 2007, Lund, Sweden.
 52. Taran Yu.V. "About historical possibility of investigation of fatigue degradation and martensitic transformation of austenitic stainless steel in components of the primary cooling circuits of the IBR-2 and BR-10 fast nuclear reactors by neutron-physical methods" XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics", Dubna, Russia, 16-19 May 2007.
 53. Taran Yu.V., Balagurov A.M., Schreiber J., Korsunsky A.M. "Investigation of an in-plane biaxially-fatigued stainless steel sample of cruciform geometry by neutron diffraction stress analysis" The 4th International Conference on Stress Evaluation using Neutrons and Synchrotron Radiation (MECA SENS IV), Vienna, Austria, 24-26 September 2007.
 54. Taran Yu.V., Balagurov A.M., Schreiber J., Stuhr U. "Residual stresses in a shape welded steel tube by neutron diffraction" The 4th European Conference On Neutron Scattering, Lund, Sweden, 25-29 June 2007.
 55. 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 in-plane biaxial fatigued stainless steel sample of cruciform geometry" The 4th European Conference On Neutron Scattering, Lund, Sweden, 25-29 June 2007.
 56. Tropin T.V., Aksenov V.L., Kyzyma O.A., Bulavin L.A., Avdeev M.V., Korobov M.V., Rosta L., «Aggregation in C₆₀/NMP, C₆₀/NMP/water and C₆₀/NMP/toluene mixtures by UV-Vis spectroscopy and SANS», 4th Central European Training School on Neutron Scattering», 23-27 April, Budapest, Hungary.
 57. Tropin T.V., Aksenov V.L., Kyzyma O.A., Bulavin L.A., Avdeev M.V., Korobov M.V., Rosta L., «Aggregation in C₆₀/NMP, C₆₀/NMP/water and C₆₀/NMP/toluene mixtures by UV-Vis spectroscopy and SANS», 8th Biennial International Workshop: Fullerenes and Atomic Clusters IWFAC 2007, 2-6 июля 2007, Санкт-Петербург, Россия.
 58. Tropin T.V., Avdeev M.V., Aksenov V.L., "Small-angle neutron scattering study of C₆₀/CS₂ solutions" 8th Biennial International Workshop: Fullerenes and Atomic Clusters IWFAC 2007, 2-6 июля 2007, Санкт-Петербург, Россия.
 59. Vasilovskiy S., Kononogov S., Kodess B., Sambueva S., Nechaev N. Standartization of procedure for performing the measurement of parameters. International Workshop

- “Dynamics of Molecules and Materials”, 31 January-2 February 2007, Grenoble, France, p 44.
60. Walther K., Scheffzük Ch., Frischbutter A., Pusenkov V.M., Bulkin A.P., Ulyanov V.A., Zhuravlev, V.V. “New neutron guides for the strain and texture diffractometers Epsilon and SKAT at the pulsed reactor IBR-2 in Dubna (Russia)” Workshop on Future Applications of Neutron Texture and Powder Diffraction in the Geosciences, Garching (Germany), November 15-16, 2007.
 61. Walther, K., Scheffzük, Ch., Frischbutter, A., Pusenkov, V.M., Manoshine, S.A., Churakov, A.V., Bogdsel, A.A., Kulikov, S.A. & Schabalin, E.P. “A proposal for a bended neutron guide at beam line 7A of the modernized fast pulsed reactor IBR-2M, Dubna” 4th European Conference on Neutron Scattering, Lund (Sweden), June 25-29, 2007.
 62. Zlokazov V.B “On the simulation of the anisotropic peak broadening in the diffractograms” Size-Strain V Conference (Diffraction Analysis of the Microstructure of Materials), Garmish-Partenkirchen, Germany, October 7-9, 2007.
 63. Авдеев М.В. «Вариация контраста в малоугловом рассеянии на полидисперсных и суперпарамагнитных системах: подход базисных функций» VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов, РСНЭ 2007, 12-17 ноября, Москва.
 64. 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”, VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов, РСНЭ 2007, 12-17 ноября, Москва.
 65. Базалеев Н.И., 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. Международная научно-практическая конференция «Проблемы экологической и ядерной безопасности объектов топливно-энергетического комплекса», Институт геохимии окружающей среды НАН и МЧС Украины, 27 – 29 ноября, 2007, Киев, Украина.
 66. Балагуров А.М. “Мезоскопическая физика структурно-магнитного фазового расслоения в сложных оксидах переходных металлов” Конференция по физике конденсированного состояния, сверхпроводимости и материаловедению, Москва, 26 – 30 ноября, 2007.
 67. Василевский С.Г., Бескровный А.И., Александров К.С., Флеров И.Н. Исследование структуры кристаллов Rb_2KAlF_6 и Rb_2KCrF_6 . Актуальные проблемы физики твердого тела ФТТ-2007, 23-26 октября 2007 г., Минск, стр. 236-238.
 68. Василевский С.Г., Комель И.Л. Разработка эталонных средств измерений для дифрактометрии монокристаллических веществ и материалов. Второй Международный конкурс "Лучший молодой метролог КООМЕТ", 19-20 июня 2007 г. Харьков, Украина, стр. 17-20.
 69. Васин Р.Н., Никитин А.Н. Типизация кристаллографических текстур кварца в различных горных породах по данным нейтронной дифрактометрии. VIII международная конференция “Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле”, Октябрь 9-11, 2007, Москва.
 70. Ермакова Е.В., Киселев М.А., Hauss Th., Dante S., Балагуров А.М., «Исследования наноструктуры лизоформы димиристоилфосфатидилхолина методом дифракции нейтронов», Сборник аннотаций докладов конференции по физике конденсированного состояния, сверхпроводимости и материаловедению, посвященной 50-летию исследовательского ядерного реактора ИРТ, 26-30 ноября 2007, Москва, РНЦ «Курчатовский институт», стр. 39.
 71. Жерненко М., Аксенов В., Клишко С., Топерверг Б.П., Миляев М., Рамашев Л., Устинов В., Лаутер-Пасюк В., Лаутер Х., «Рефлектометрия с Ларморовской

- прецессией для исследования многослойных структур», VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов, РСНЭ 2007, 12-17 ноября, Москва.
72. Калинин И.В., В.В.Лаутер-Пасюк, Х.Лаутер, А.В.Пучков «Нейтроннография наноразмерных пленок жидкого гелия», Сборник аннотаций конференции по физике конденсированного состояния, сверхпроводимости и материаловедению, РИЦ КИ, 26-30 ноября 2007, Москва, с. 171.
 73. Калинин И.В., Лаутер-Пасюк В.В., Лаутер Х., Пучков А.В. «Нейтроннография наноразмерных пленок жидкого гелия» Конференция по физике конденсированного состояния, сверхпроводимости и материаловедению, РИЦ КИ, 26-30 ноября 2007, Москва.
 74. Кизима Е.А., Авдеев М.В., Тропин Т.В., Снегирь С.В., Булавин Л.А., Аксенов В.Л., «Реорганизация кластеров фуллеренов в C_{60}/N -метил-2-пирролидон/вода системе», VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов, РСНЭ 2007, 12-17 ноября, Москва.
 75. Кичанов С.Е. VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов (РСНЭ-2007), 12-17 ноября 2007 г, Москва, устный доклад «Порошковый дифрактометр для исследования микрообразцов на экспериментальной станции "Медиана" источника синхротронного излучения научного центра КИСИиНТ».
 76. Кичанов С.Е. Ежегодная научная конференция по физике конденсированного состояния, сверхпроводимости и материаловедению, посвященная 50-летию первого исследовательского реактора ИРТ, 26-30 ноября 2007, Москва, стендовый доклад «Исследования легированного кремнием железа при высоких давлениях на порошковом дифрактометре экспериментальной станции «Медиана»».
 77. Кичанов С.Е. Ежегодная научная конференция по физике конденсированного состояния, сверхпроводимости и материаловедению, посвященная 50-летию первого исследовательского реактора ИРТ, 26-30 ноября 2007, Москва, стендовый доклад «Исследования рениевокислого пиридина при высоких давлениях на порошковом дифрактометре экспериментальной станции «Медиана»».
 78. Кичанов С.Е. Международная научная конференция «Актуальные проблемы физики твердого тела ФТТ-2007», 23-26 октября 2007 г, г. Минск, Республика Беларусь, стендовый доклад «Исследования структуры и динамики солей пиридина $RuHNO_3$ и $RuHReO_4$ при высоком давлении».
 79. Кичанов С.Е.. Ежегодная научная конференция по физике конденсированного состояния, сверхпроводимости и материаловедению, посвященная 50-летию первого исследовательского реактора ИРТ, 26-30 ноября 2007, Москва, устный доклад «Исследования на порошковом дифрактометре экспериментальной станции «Медиана» источника синхротронного излучения НТК КЦСИиНТ»,
 80. Куклин А.И., Горшкова Ю.Е., Исламов А.Х., Ковалев Ю.С., Ефремов Р.Г., Мухамедзянов Р.И., Горделий В.И. «Результаты испытаний холодного метанового замедлителя на 4-м канале ИБР-2». Тезисы докладов VI национальной конференции по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов. 12-17 ноября 2007, Москва, Россия. стр. 594.
 81. Куклин А.И., Исламов А.Х., Корнышев А.А., Мергель Ю., Ярмилко А.В., Горделий В.И.. Исследование полиэлектролитных мембран методом малоуглового рассеяния нейтронов. Тезисы докладов VI национальной конференции по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов. 12-17 ноября 2007, Москва, Россия. стр. 203.
 82. Куклин А.И., Кугузов С.А., Габриэль А., Экольд Г., Кирилов А.С., Утробин П.К., Богдзель А.А., Исламов А.Х., Ковалев Ю.С., Рогачев А.В., Иваньков А.И., Горделий

- В.И. Результаты применения нового типа позиционно-чувствительного детектора в дифракционных и малоугловых экспериментах. Тезисы докладов VI национальной конференции по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов. 12-17 ноября 2007, Москва, Россия. стр. 593.
83. Лукин Е.В. Международная научная конференция «Актуальные проблемы физики твердого тела ФТТ-2007», 23-26 октября 2007 г, г. Минск, Республика Беларусь, стендовый доклад «Исследования кристаллической и магнитной структуры анион-дефицитного соединения $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_{3-d}$ при высоких давлениях».
 84. Муругова Т.Н., Горделий В.И., Куклин А.И., Иваньков А.И., Солодовникова И.М., Юрков В.И., Ягужинский Л.С. «Исследование ультраструктуры митохондриальных мембран методом малоуглового рассеяния нейтронов». Тезисы докладов VI национальной конференции по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов. 12-17 ноября 2007, Москва, Россия. стр. 143.
 85. Муругова Т.Н., Горделий В.И., Куклин А.И., Солодовникова И.М., Ягужинский Л.С. "Изучение структуры митохондрий с помощью метода малоуглового рассеяния нейтронов", тезисы Первой Всероссийской Школы-семинара "Современные достижения бионаноскопии", 11-17 июня, 2007, Москва, С. 40-41.
 86. Новиков А.Г., Н.М. Благовещенский, Н.И. Логинов, В.А. Морозов, В.В. Савостин, А.Л. Шимкевич. Диффузионные процессы в жидком литии и расплаве литий - водород. Материалы межведомственного семинара «Теплофизика – 2007».
 87. Панков С.Е. Международная научная конференция «Актуальные проблемы физики твердого тела ФТТ-2007», 23-26 октября 2007 г, г. Минск, Республика Беларусь, устный доклад «Влияние высокого давления на кристаллическую и магнитную структуру манганита $\text{Pr}_{0.1}\text{Sr}_{0.9}\text{MnO}_3$ ».
 88. 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», VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов, РСНЭ 2007, 12-17 ноября, Москва.
 89. Рогачев А.В., Черный А.Ю., Озерин А.Н., Музафаров А.М., Горделий В.И., Куклин А.И. Структура кремнийорганических дендримеров в растворе из данных МУРН: новые модели. Тезисы докладов VI национальной конференции по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов. 12-17 ноября 2007, Москва, Россия. стр. 329.
 90. Сердюк И.Н., «New characteristic for classification of the Living World: application to elongation factors EF1A», International Conference «Computational Phylogenetics and Molecular Systematics 2007», Москва 16-19 Ноября
 91. Уваров В.Т., Уваров В.В., Робук В.Н., Пономарев А.Г., Никитин А.Н., Лонин Ю.Ф., Литвиненко В.В., Иванкина Т.И. и др. Процессы массопереноса в образцах горных пород под действием импульсных высокоэнергетических пучков электронов. XX Международный семинар по ускорителям заряженных частиц, Сентябрь 9-15. 2007, Алушта, Украина.
 92. 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», VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов, РСНЭ 2007, 12-17 ноября, Москва.

NEUTRON NUCLEAR PHYSICS

Experimental investigations

1. Andrzejewski J., Gledenov Yu.M., Korejwo A., Sobczak K., Szalanski P.J.. Compensated ionization chamber for (n, α) reaction measurements at a spallation neutron source. *Nucleonika*. V.52(2), p. 51-57 (2007).
2. Atchison F., Blau B., Bodek K., van der Brandt D., Brys T., Daum M., Fierlinger P., Frei F., Geltenbort P., Hautle P., Henneck R., Heule S., Holley A., Kasprzak M., Kirch K., Konter P., Kuzniak M., Liu C.-Y., Morris C., Pichlmaier A., Plonka C., Pokotilovski Yu.N., Saunders A., Shin Y., Tortorella D., Wophlmuther H., Young A., Zsigmond G., "Cold neutron energy dependent production of ultracold neutrons in solid deuterium", *Phys. Rev. Lett.*, 99 (2007) 262502.
3. Beda A.G., Skoi V.R., The Current State of Research on T Invariance in Neutron–Nuclear Reactions, *Physics of Particles and Nuclei*, 2007, Vol. 38, No. 6, 775.
4. Dutov A.G., Komar V.A., Shipilo N.V., Azarko I.I., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S. Decrease of content of structural defects in crystalline diamonds under the influence of Al₂O₃ admixture and neutron irradiation. In the Book "Diamond and Related Materials. Editor Frank Columbus, Nova Science Publishers, Inc., USA, 2007.
5. Frei A., Sobolev Y., Altarev I., Eberhardt K., Gschrey A., Gutschmiedl E., Hackl R., Hampel G., Hartmann F.J., Heil W., Kratz J.V., Lauer Th., Lizon Aguilar A., Muller A.R., Paul S., Pokotilovski Yu., Schmid W., Tassini L., Tortorella D., Trautmann N., Trinks U., Whiel N., "First production of ultracold neutrons with a solid deuterium source at a pulse reactor TRIGA Mainz", *Eur. Phys. Journ. A*. 34 (2007) 119.
6. Granja C., Vykydal Z., Kopatch Y., Jakubek J., Pospisil S., Telezhnikov S.A., Position-sensitive spectroscopy of ²⁵²Cf fission fragments. *Nucl.Instrum.Methods Phys.Res.* A574, 472 (2007)
7. Honzatko J., Khitrov V. A., Panteleev C., Suchovoj A. M., Tomandl I. Intense two-step cascades and gamma-decay scheme of the ¹¹⁸Sn nucleus, *Fizika B (Zagreb)* 15 (2006) 189 - 206.
8. Kartashov D.G., Lychagin E.V., Muzychka A.Yu., Nekhaev G.V., Nesvizhevsky V. V. "An Investigation into the Origin of Small Energy Changes ($\sim 10^{-7}$ eV) of Ultracold Neutrons in Traps"// *International Journal of Nanoscience*, Vol. 6, No. 6 (2007)
9. Khuukhenkhoo G., Unenbat G., Odsuren M., Gledenov Yu.M., Sedysheva M.V., Bayarbadrakh B..The fast neutron induced (n,p) reaction cross sections. *Compound Reaction Mechanism. JINR Communication E3-2007-25*, Dubna, 2007.
10. Khuukhenkhoo G., Unenbat G., Odsuren M., Gledenov Yu.M., Sedysheva M.V., Bayarbadrakh B..The fast neutron induced (n,p) reaction cross sections. *Pre-equilibrium Reaction Mechanism. JINR Communication E3-2007-26*, Dubna, 2007.
11. Khuukhenkhoo G., Unenbat G., Odsuren M., Gledenov Yu.M., Sedysheva M.V., Bayarbadrakh B..The fast neutron induced (n,p) reaction cross sections. *Direct Reaction Mechanism. JINR Communication E3-2007-27*, Dubna, 2007.
12. Magli R., Mitsyna L.V., Nikolenko V.G., Parzhitski S.S., Popov A.B., Samosvat G.S.. On the possibility to estimate the n,e-scattering length from structure factors for liquid krypton. *ISINN-14, E3-2007-23*, p.183-189
13. Masuda Y., Scoy V., Ino T., Jeong S.C. and Watanabe Y., Observation of pulsed neutron Ramsey resonance, *Physica B: Condensed Matter*, Volume 397, Issues 1-2, 15 July 2007, Pages 147-149.

14. Masuda Y., Skoy V., Ino T., Jeong S.C. and Watanabe Y. Ramsey resonance for a pulsed beam, *Physics Letters A*, Volume 364, Issue 2, 23 April 2007, Pages 87-92.
15. Mezhov-Deglin L.P., Efimov V.B., Lokhov A.V., Lychagin E.V., Muzychko A.Y., Nesvizhevskii V.V., Strelkov A.V. "Scattering of Cold Neutrons on Gel Samples Formed by Impurity Clusters in Superfluid He-II" // *J Low Temp Phys* (2007) 148: 833–837
16. Mezhov-Deglin L.P., Efimov V.B., Lokhov A.V., Levchenko A.A., Kolmakov G.V., Abdurakhimov L.V., Brazhnikov M.Y., Lebedeva E.V., May R., Nesvizhevsky V.V., Muzychka A.V., Lychagin E.V., Strelkov A.V. "Neutron Studies of Impurity Gels of Heavy Water and Deuterium in Superfluid He-II" // *J Low Temp Phys* (2007)
17. Muzhychka A.Yu., Furman W.I., Lychagin E.V., Krylov A.R., Nekhaev G.V., Sharapov E.I., Shvetsov V.N., Strelkov A.V., Levakov B.G., Lyzhin A.E., Chernukhin Yu.I., Kandiev Ya.Z., Mitchel G.E., Crawford B.E., Stephenson S.L., Howell C.R., Tornow W. "Modeling and testing background for the neutron-neutron scattering experiment at the reactor YAGUAR", *Nuclear Physics A* 789 (2007) 30–45
18. Nikolenko V.G., Popov A.B. "What is the correct description of the slow neutron scattering in a gas?" // *Eur. Phys. J. A* 34, p.443-446 (2007)
19. Oprea C., Kobzev A. P., Codescu M., Szalansky P. I., Curuia M. PIXE and RBS analysis of Fe - Cu nanoalloy. *Vacuum* 81 2007 1167-1170.
20. Oprea C., Kobzev A. P., Oprea I. A., Szalanski P. J., Buzguta V. PIXE detection limits for dental enamel from some human teeth by excitation with protons and $^4\text{He}^{2+}$ ions from a 3 MeV Van der Graaff accelerator. *Vacuum* 81 2007 1164-1166.
21. Pokotilovski Yu.N., Natkaniec I., Holderna-Natkaniec K., "The experimental and calculated density of states and ultracold neutron loss coefficient of perfluorinated oils at low temperature", *Physica B*. In press.
22. Samosvat G.S., Oprea C.C., Nikolenko V.G., Kozlov Zh.A., Oprea A.I., Popov A.B., Parzhitsky S.S., Semenov V.A., Puchkov A.V., Morozov V.M. "Proposal for the investigation of the neutron-electron scattering length in liquid Pb and Bi by TS-3000K thermostat at IBR-2 reactor" // *ISINN-14, E3-2007-23*, p.64.
23. Zhang Guohui, Cao Rongtai, Chen Jinxiang, Tang Guoyou, Gledenov Yu.M., Sedysheva M.V., Khuukhenkhuu G. Differential cross section measurement for the $^{64}\text{Zn}(n,\alpha)^{61}\text{Ni}$ Reaction at 5.03 and 5.95 MeV. *Nuclear Science and Engineering*. Vol. 156, p. 115-119 (2007).
24. 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 И. М., Фурман В. И. «Измерение выхода запаздывающих нейтронов при делении ^{245}Cm тепловыми нейтронами», *Сообщение ОИЯИ РЗ-2007-123*, Дубна, 2007.
25. Весна В.А., Гледенов Ю.М., Несвижевский В.В., Петухов А.К., Седышев П.В., Солднер Т., Циммер О., Шульгина Е.В. Испытание нового метода регистрации токовых сигналов с увеличенной частотой переключения поляризации нейтронов при измерении Р-нечетных эффектов. *Препринт ПИЯФ №2708*, 2007, 9 с.
26. Гундорин Н.А., Жданова К.В., Жучко В.Е., Пикельнер Л.Б., Реброва Н.В., Саламатин И.М., Смирнов В.И., Фурман В.И. «Измерение выхода запаздывающих нейтронов при делении ^{237}Np тепловыми нейтронами», *Ядерная Физика*, 2007, том 70, №6, с.1-6.
27. Николенко В. Г., Окунев И. С., Паржицкий С. С., Попов Ю. П., Чувильский Ю. М., «Оценка величин РТ-нарушающего эффекта и сохраняющих Т-инвариантность маскирующих спин-угловых корреляций в реакции $^{10}\text{B}(n,\alpha,\gamma)^7\text{Li}$ », *Письма в ЭЧАЯ*, 2007, т.4, № 1(137) с.42-53.
28. Суховой А.М., Хитров В.А.. Максимальное значение парциальных ширин первичных гамма-переходов в области $0.5 \text{ МэВ} < E_{\text{gamma}} < E_{\text{Bn}}$ и некоторые особенности

структуры возбужденных уровней ядер с массой $27 < A < 201$. Вопросы атомной науки и техники, серия ядерные константы, 2006, вып. 1-2, с. 19-28.

29. Суховой А.М., Хитров В.А. Две области возможного резкого изменения структуры возбужденных состояний ядер любых типов. Вопросы атомной науки и техники, серия ядерные константы, 2006, вып. 1-2, с. 80-92.
30. Франк А.И., Гелтенборт П., Жентшель М., Кулин Г.В., Кустов Д.В., Носов В.Г., Стрепетов А.Н.. Новый гравитационный эксперимент с ультрахолодными нейтронами. Письма в ЖЭТФ, 86 (2007) 255-259.
31. Sukhovoĭ A.M., Khitrov V.A., Gamma decay of the compound state and change of structure of the ^{124}Te excited levels, JINR communication E3-2007-22, Dubna, 2007.

Theoretical investigations

1. Игнатович В. К. и Шабалин Е.П. “Алгебраический метод расчета альbedo нейтронов” // Ядерная физика, Т.70, No.2, стр. 288-286 (2007)
2. Аксёнов В.Л., Игнатович В.К. и Никитенко Ю.В. “Отражение нейтронов от геликоидальной системы” // Поверхность, No.9 стр. 40-48 (2007)
3. Ignatovich V.K., Neutrostriction in Neutron Stars, Concepts of Physics old and new, v.4, No.4, p. 575, 2007.
4. Gahler R., Ignatovich V.K., Neutron holography without reference beams, Physics letters A, Volume 362, issue numbers 5-6, the March 12, 2007 issue, on pages 393-400.
5. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. “On the coherent inelastic processes in the interaction of hadrons and γ -quanta with nuclei at ultrarelativistic energies”. European Physical Journal A, v. 31, No. 4, 2007, pp. 465-467.
6. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. “Strangeness conservation and pair correlations of neutral kaons with close momenta produced in inclusive multiparticle processes”. Письма в ЭЧАЯ, т. 4, вып. 5 (141), 2007, сс. 654-660 [Physics of Particles and Nuclei, Letters, v. 4, No. 5, 2007, pp. 388-392]
7. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. “The coherent inelastic processes on nuclei at ultrarelativistic energies”. Ядерная физика, т. 70 (7), 2007, сс. 1224-1229 [Physics of Atomic Nuclei, v. 70 (7), 2007, pp. 1185-1190] (Материалы юбилейной сессии-конференции секции ядерной физики ОФН РАН, ИТЭФ, Москва, 5 – 9 декабря 2005 г.)
8. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. “The process of Coulomb dissociation of weakly bound relativistic nuclei and hypernuclei within the two-cluster model”. Ядерная физика, т. 70 (9), 2007, сс. 1663-1667 [Physics of Atomic Nuclei, v. 70 (9), 2007, pp. 1317-1321] (Proceedings of the International Conference “Nuclear Structure and Related Topics” – NSRT-2006, Dubna, June 13 – 17, 2006)
9. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. “On the process of Coulomb dissociation of weakly bound relativistic nuclei and hypernuclei”. Nuclear Physics A, v. 790, 2007, pp. 294c - 298c (Proceedings of the 18-th International IUPAP Conference on Few-Body Problems in Physics – FB18, Santos, Sao Paulo, Brazil, August 21 – 26, 2006)

Applied research

1. Anicic M., Frontasyeva M.V., M. Tomasevic, Popovic A.. Assessment of atmospheric deposition of heavy metals and other elements in Belgrade using the moss biomonitring technique and neutron activation analysis. Environmental Monitoring and Assessment, DOI10.1007/s10661-00609354-y, 2007.

2. 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. JINR Preprint, E18-2006-160, pp. 46.
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, 2007. Environmental Monitoring and Assessment, DOI10.1007/s10661-007-9747-6, 2007.
4. Budzynski P., Polanski K., Kobzev A.P.: Changes of Surface Layer of Nitrogen-Implanted AISI316L Stainless Steel. Preprint JINR E14 – 2007-101. Submitted to “Journal of Surface Investigation. X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques”.
5. Florek M., Mankovska B., Oszlanyi J., Frontasyeva M.V., Ermakova E.V., Pavlov S.S.. The Slovak heavy metal survey by means the bryophyte technique. Ekologia (Bratislava), Vol. 26, No. 1, 2007, p. 99-114.
6. Gandbol G., Frontasyeva M.V., Ostrovnaya T.M., Pavlov S.S., Gerbish Sh., Baljinyam N.. Assessment of hazardous impact of non-ferrous industry in the town of Erdenet, Mongolia, on the pasture animals. JINR Communication, E-18-2006-176, Dubna, 2007, pp. 15.
7. Korzekwa S., Pankratova Yu.S., Frontasyeva M.V.. Air pollution studies in Opole region, Poland, using the moss biomonitoring technique and neutron activation analysis. Ecological Chemistry and Engineering. Proceedings of ECOpole, Vol. 1 (1/2), 2007, p. 43-51.
8. Kulik M., Kobzev A.P., Jaworska D., Żuk J., Filiks J.: Investigation of indium diffusion process and optical effects in In⁺ implanted GaAs. Vacuum 81 (2007) 1124-1128.
9. Latuszynski A., Pyszniak K., Drozdziel A., Turek M., Maczka D., Meldizon J., Effektivnost' termoemissionnogo ionnogo istochnika on-lain PREPRINT ZIBJ P13-2007-9
10. Latuszynski A., Pyszniak K., Drozdziel A., Turek M., Maczka D., Meldizon J.: Atom ionization process in the thermoionization ion source, Vacuum 81(10), (2007), 1150.
11. Machajdík, D., Kobzev, A. P., Hušková, K., Ťapajna, M., Fröhlich, K., and Schram, T.: Thermal stability of advanced gate stacks consisting of a Ru electrode and Hf-based gate dielectrics for CMOS technology. Vacuum 81 (2007) 1379-1384.
12. Merešová J., Florek M., Holý K., Sýkora I., Frontasyeva M.V, Pavlov S.S.. Concentration of elements in atmospheric aerosol in Bratislava, Acta Physica Universitatis Comenianae, Vol. XLVI-XLVII, 2007, p. 73-82,
13. Michalak L, Maczka D., Zuk J., Editorial, Vacuum, 81(10), 2007.
14. Mosulishvili L.M., Belokobylsky A.I., Kirkesali E.I., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S., Aksenova N.G.. Neutron activation analysis for studying Cr uptake in the blue-green microalga *Spirulina platensis*. Journal of Neutron Research, Vol. 15, No. 1, 2007, p. 49-57.
15. Oprea C., Kobzev A.P., Codescu M., Shalanski P.J., and Curuia M.: PIXE and RBS analysis of Fe – Cu nanoalloy. Vacuum 81 (2007) 1164-1166.
16. Oprea C., Kobzev A.P., Oprea I.A., Shalanski P.J., and Burguta V.: PIXE detection limits for dental enamel from some human teeth by excitation with protons and ⁴He⁺ ions from a 3 MeV Van de Graaff. Vacuum 81 (2007) 1167-1170.
17. Pyszniak K, Turek M., Drozdziel A., Sielanko J., Maczka D., Stanowisko do badania rozpylania jonowego wiązkami sredniej energii, Elektronika 10, (2007), 51.
18. Pyszniak K., Drozdziel A., Turek M., Latuszynski A., Maczka D., Sielanko J., Vaganov Y.A., Yushkevich Y.V., Extractions of ions from a plasma source and formation of beams, Instruments and experimental techniques 50(4), 552-556, (2007)
19. Turek M., Pyszniak K., Drozdziel A., Sielanko J., Latuszynski A., Maczka D., Malinowski G., Vaganov Y.A., Yushkevich Y.V., Kompiuternoye modelirovaniye protsessa ekstraktsyi ionov iz plazmiennogo istochnika ionov , PREPRINT ZIBJ DUBNA P13-2007-113

20. Gorbunov A.V., Lyapunov S.M., Okina O.I., Frontasyeva M.V.. Experience in applying neutron activation analysis in Ecology: impact of phosphate ore processing plant on human organism. *Engineering Physics*, No. 5 (6), 2007, p. 113-124 (in Russian).
21. Гундорин Н.А., Дикусар Н.Д., Мазный Н.Г., Пикельнер Л.Б., Саламатин И.М., Цулаиа М.И.. “Экспресс-анализ спектров в прецизионных экспериментах”, Препринт ОИЯИ, P10-2007-94, Дубна, 2007.
22. Мазный Н.Г., Саламатин И.М., Саламатин К.М.. “Генерация программ автоматизации экспериментов из модулей в формате загрузки”, Препринт ОИЯИ, P13-2007-93, Дубна, 2007.

Reports at Schools and Conferences

1. Frank A. I., Geltenbort P., Jentschel M., Kulin G. V., Kustov D.V., Nosom V. G., Plonka C., and Strepetov A.N.. First Observation and Investigation of the Acceleration Matter Effect in Neutron Optics. 4th European Conference on Neutron Scattering. 25-29 June 2007. Lund, Sweden. Programme-Oral presentations. P.128.
2. Frank A. I., Geltenbort P., Jentschel M., Kulin G. V., Kustov D.V., Nosom V. G., Plonka C., and Strepetov A.N.. Quantum optical experiment on measurement of gravity force acting on neutron. First Observation and Investigation of the Acceleration Matter Effect in Neutron Optics. 4th European Conference on Neutron Scattering. 25-29 June 2007. Lund, Sweden. Poster presentations. P.63
3. Горелова С.В., Гинс М.С., Кононков П.Ф., Фронтасьева М.В., Ермакова Е.В., Ляпунов С.М., Горбунов А.В., Окина О.И.. Биоаккумуляция химических элементов из почв овощными корнеплодными культурами. Роль физиолого-биохимических исследований в селекции овощных культур: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня создания отдела физиологии и биохимии растений ВНИИССОК. Москва, РУДН, 2007, с. 143-159.
4. Aničić M., Tasić M., Frontasyeva M.V., Tomašević M., Rajšić S., Strelkova L.P. and Steinnes E.. Active moss biomonitoring of atmospheric trace element deposition in urban area using INAA and AAS analytical techniques. In “Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Medicine-2007”, Editors: Granja C., Leroy C., Stekl I., AIP Conference Proceedings, Vol. 958, American Institute of Physics, New York, 2007, p. 222-225.
5. Goryaynova Z. I., Frontasyeva M.V., Pavlov D.F., and Pankratova Yu. S.. Chemical composition study of the Rybinsk Reservoir ecosystem using NAA. In "Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Medicine-2007", Editors: Granja C., Leroy C., Stekl I., AIP Conference Proceedings, Vol. 958, American Institute of Physics, New York, 2007, p. 226-227.
6. Korzekwa S., Pankratova Yu. S. and Frontasyeva M.V.. Air pollution studies in Opole Region, Poland, using the moss biomonitoring and INAA. In “Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Medicine-2007”, Editors: Granja C., Leroy C., Stekl I., AIP Conference Proceedings, Vol. 958, American Institute of Physics, New York, 2007, p. 230-231.
7. Pankratova Yu.S., Frontasyeva M.V., Berdnikov A.A., and Pavlov S.S.. Air pollution studies in the Republic of Udmurtia, Russian Federation, using moss biomonitoring and INAA. In "Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Medicine-2007", Editors: Granja C., Leroy C., Stekl I., AIP Conference Proceedings, Vol. 958, American Institute of Physics, New York, 2007, p. 236-237.

8. Vergel' K.N., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S., and Povtoreyko E.A.. Air pollution studies in Tver Region of Russia using moss-biomonitoring with nuclear analytical methods. In "Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Medicine-2007", Editors: Granja C., Leroy C., Stekl I., AIP Conference Proceedings, Vol. 958, American Institute of Physics, New York, 2007, p. 240-241.
9. Florek M., Maňkovská B., Oszlanyi J., Holý K., Frontasyeva M.V., Ermakova E.V., Pavlov S.S.. Atmospheric deposition of trace elements in selected regions of Slovakia studied by the moss technique using NAA and AAS. Proc. of ISINN'14, JINR, Dubna, ISBN 5-9530-0139-8, 2007, p. 330-338.
10. 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. «Measurement of delayed neutron yields from thermal neutron induced fission of ^{245}Cm », Proc. of ISINN-15 (2007).
11. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "Role of spin effects in the "forward" nucleon charge-exchange reaction $n + p \rightarrow p + n$ ". Proc. of ISINN-14 (Dubna, May 24 – 27, 2006), JINR E3-2007-23 , Dubna, 2007 , pp. 64-74 .
12. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "Strangeness conservation and pair correlations of neutral kaons with close momenta produced in inclusive multiparticle processes". Proceedings of the VI International Workshop on Very High Multiplicity Physics – VHMP'05 (Dubna, April 16 – 17, 2005), JINR Д 1,2-2007-67, Dubna, 2007, pp. 507-513
13. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "On the coherent inelastic processes in the interaction of hadrons and γ -quanta with nuclei at ultrarelativistic energies". Proceedings of the IV International Conference on Quarks and Nuclear Physics – QNP06 (Madrid, Spain, June 5 – 10, 2006), Springer, Berlin – Heidelberg, 2007, pp. 87-89
14. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "Strangeness conservation and pair correlations of neutral kaons with low relative momenta produced in inclusive multiparticle processes". Proceedings of the IV International Conference on Quarks and Nuclear Physics – QNP06 (Madrid, Spain, June 5 – 10, 2006), Springer, Berlin – Heidelberg , 2007, pp. 109-112
15. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "The process of Coulomb dissociation of weakly bound relativistic nuclei and hypernuclei within the two-cluster model". Proceedings of the XI International Seminar on Electromagnetic Interactions of Nuclei – EMIN-2006 (Moscow, September 21 – 24, 2006), Moscow, 2007, pp. 96 - 103 .
The paper is also published in the online version of Proceedings on the EMIN-2006 website http://www.inr.ac.ru/~pnlab/emin2006/trudy2006/11_lyuboshitz.pdf
16. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "Role of spin effects in the nucleon charge-exchange process $n + p \rightarrow p + n$ at zero angle". Proceedings of the XI International Seminar on Electromagnetic Interactions of Nuclei – EMIN-2006 (Moscow, September 21 – 24, 2006), Moscow, 2007, pp. 187-191 .
The paper is also published in the online version of Proceedings on the EMIN-2006 website: http://www.inr.ac.ru/~pnlab/emin2006/trudy2006/22_lyuboshitz2.pdf)
17. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. " Spin structure of the charge-exchange process $n + p \rightarrow p + n$ at zero angle". Proceedings of the 17-th International Spin Physics Symposium – SPIN2006 (Kyoto, Japan, October 2 – 7, 2006), Melville, New York, 2007 (AIP Conference Proceedings, v. 915), pp. 789-794
18. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "On the correlations of polarizations in the system of two photons". Proceedings of the 17-th International Spin Physics Symposium – SPIN2006 (Kyoto, Japan, October 2 – 7, 2006), Melville, New York, 2007 (AIP Conference Proceedings, v. 915), pp. 268-271

19. 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), Dubna, 2007 (в печати)
20. Prokhorova E., Gonnenswein F., Kopatch Yu., Mutterer M., Hanappe F., Kinnard V., Stuttgé L., Dorvaux O., Wollersheim H.-J., Triple Neutron-Neutron-Fragment Correlations in Spontaneous Fission of ^{252}Cf , in Proc. Int. Conf. "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics: (ISINN-14), Dubna, May 24-27, 2006, 13/ 6/2007. - p.128-133
21. Prokhorova E., Gonnenswein F., Kopatch Yu., Mutterer M., Hanappe F., Kinnard V., Stuttgé L., Dorvaux O., Wollersheim H.-J., Angular Correlations Between Fragment Spin and Prompt Neutron Evaporation in Spontaneous Fission of ^{252}Cf : CORA-Demon Experiment, in Proc. Int. Conf. "International Symposium on Exotic Nuclei" (EXON-2006), Khanty-Mansiysk, Russia, 17-22 July 2006, 13/ 8/2007. - p.179-184
22. Petrov G.A., Gagarski A.M., Guseva I.S., Kopatch Yu.N., Goennenswein F., Mutterer M., About Further Investigations of T-odd Asymmetry Effects of Light Particle Emission in Ternary Fission Induced by Polarised Neutrons. NUCLEUS-2007. LVII Internatrional Conference on Nuclear Physics. June 25 -29, 2007. Voronezh, Russia. Book of Abstracts. Saint-Petersburg, p.37.
23. Frontasyeva M.V. and Lyapunov S.M.. Workplace monitoring and occupational health studies at the centre for production of phosphorus mineral fertilizers in Voskresensk (Moscow Region, Russia), using nuclear and related analytical techniques. CHEMRAWN XII Conference – The role of chemistry in sustainable agriculture and human well-being in Africa (2-5 December, 2007, Stellenbosch, South Africa). Book of Abstracts, Saneri, 2007, p. 61.
24. Florek M., Holy K., Meresova J., Sykora I., Burda C., Melicherova T., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S.. The results of environmental research in Slovakia employing nuclear and related analytical techniques. IXth Banská Štiavnica Days, (September, 2007, Slovakia).
25. Spiric Z., Frontasyeva M.V., Stafilov T., Enimiteva V., Bukovec D., Mesic Z.. Environmental and health consequences of mercury air pollution. Int. Cond Trace Elements in Diet, Nutrition & Health. Essentiality and Toxicity (October 21-26, 2007, Crete, Greece). The International Society for trace element research in humans. Book of Abstracts, p. 97-98.
26. Spiric Z., Frontasyeva M.V., Stafilov T., Barandovski L., Gundorina S.F., Ostrovnyaya T.M., Bukovec D., Mesic Z.: Moss as bioindicator of Air Pollution. 5th Croatian conference «Air protection 2007», Zadar 9-13 October 2007, Sega, Kresimir (ed.). Book of Abstracts, Zagreb, 2007, p. 251-256.
27. Aničić M., Tasić M., Frontasyeva M.V., Tomašević M., Rajšić S., Nešić M.. Atmospheric bulk deposition and active biomonitoring of trace elements in Belgrade urban area. In the Book of Abstracts of the 8th European Meeting o Environmental Chemistry (5-8 December 2007, Inverness, Scotland).
28. Frontasyeva M.V., Stafilov T., Spiric Z., Culicov O., Krmar M., Coscun M.. Trace element atmospheric pollution in the Balkans studied by the moss technique, ENAA and AAS. In the Book of Abstracts of the III Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia (October 6-9, 2007, Struga, Macedonia), Macedonian Ecological Society, p. 216.
29. Стафилов Т., Панчевски З., Фронтасјева М., Стрелкова Ј., Шајн Р.. Дистрибуција на тешки метали во почвите од Велес и неговата околина. (in Macedonian). In the Book of Abstracts of the III Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia (October 6-9, 2007, Struga, Macedonia), Macedonian Ecological Society, p. 127.
30. Stafilov T., Panchevski Z., Frontasyeva M., Strelkova L., Sajn R.. Distribution of some elements due to industrial pollution in surface soils in the Veles Region in Macedonia. In the

Book of Abstracts of the III Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia (October 6-9, 2007, Struga, Macedonia), Macedonian Ecological Society, p. 128.

31. Frontasyeva M.V.. JINR contribution to trace elements atmospheric deposition study in some selected countries of Europe and Asia based on moss analysis. Book of Abstracts 20th Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Dubna, March, 5-9, 2007), JINR E-18-2007-24, p. 21.
32. Pankratova Yu.S., Frontasyeva M.V., Zelnitchenko N.I., Pavlov S.S.. Atmospheric deposition of heavy metals and other elements in the Republic of Udmurtia, Russian Federation, studied by the moss biomonitoring, NAA and GIS technology. In the Book of Abstracts 20th Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Dubna, March, 5-9, 2007), JINR E-18-2007-24, p. 32.
33. Vergel' K.N., Ermakova E.V., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S.. Air pollution studies in Central part of Russia using the moss-biomonitoring technique: moss-surveys 2000 and 2005. Book of Abstracts 20th Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Dubna, March, 5-9, 2007), JINR E-18-2007-24, p. 41.
34. Aleksiyenak Yu., Frontasyeva M.V., Ostrovnaya T.M.. Trace element atmospheric deposition in the Republic of Belarus: Minsk and Grodno case study. Book of Abstracts 20th Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Dubna, March, 5-9, 2007), JINR E-18-2007-24, p. 46.
35. Barandovski L., Cekova M., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S., Urumov V.. Air pollution in the Republic of Macedonia: moss biomonitoring study-2005. Book of Abstracts 20th Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Dubna, March, 5-9, 2007), JINR E-18-2007-24, p. 49.
36. Krmar M., Radnovic D., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S., Pankratova Yu.S.. Comparison of moss surveys 2000 and 2005 in Northern Serbia. Book of Abstracts 20th Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Dubna, March, 5-9, 2007), JINR E-18-2007-24, p. 60.
37. Spiric Z., Kusan V., Mesic Z., Frontasyeva M.V., Gundorina S.F., Ostrovnaya T.M.. The moss survey 2006 in the Republic of Croatia. Book of Abstracts 20th Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Dubna, March, 5-9, 2007), JINR E-18-2007-24, p. 68.
38. My Trinh T.T., Frontasyeva M.V., Nguyen Hong Nhung. Leaves of Tamarindus Indica used to monitor metal contamination in Hochiminh City, Vietnam. Book of Abstracts 20th Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Dubna, March, 5-9, 2007), JINR E-18-2007-24, p. 72.
39. Oszlanyi J., Mankovska B., Frontasyeva M., Ermakova E.. Use of mosses as biomonitors of heavy metal deposition in the Carpathian mountains (Slovak part). Book of Abstracts, 20th Task Force Meeting of the ICP Vegetation (Dubna, March, 5-9, 2007), E-18-2007-24, p. 63.
40. Frontasyeva M.V.. Nuclear and Related analytical techniques for trace element atmospheric deposition study in the Balkans. 12th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis (MTAA-12), (Tokyo, Japan, 16-21 September, 2007).
41. Tsibakhashvili N., Murusidze I., Kerkenjia S., Kalabegishvili T., Mosulishvili L., Kirkesali E., Holman H.-Y., Frontasyeva M.V., Gundorina S.F.. Biotechnology of Cr(VI) transformation into Cr(III) complexes. 12th International Conference on Modern Trends in Activation Analysis (MTAA-12), (Tokyo, Japan, 16-21 September, 2007).
42. Судницын И.И., Крупенина И.И., Фронтасьева М.В., Павлов С.С., Гундорина С.Ф.. Химический состав почв Москвы и Дубны, Тезисы докладов XVIII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии (под эгидой Международного союза по теоретической и прикладной химии (IUPAC), 23-28 сентября, 2007, Москва) (в 5-и томах), т. 1., Москва, Граница, с. 447.
43. Cristache C., Culicov O., Toma M., Frontasyeva M., Dului O.G., Oaie G.. Application of nuclear techniques in geological samples. ISCBPU-5, The Fifth International Student Conference of the Balkan Physical (21-24 August, 2007, Bodrum, Turkey).

44. Cristache C., Culicov O., Toma M., Frontasyeva M., Dului O.G., Oaie G.. Determination of elemental content in geological samples, The 7th International Balkan Workshop on Applied Physics (5-7 July 2007, Constanta, Romania).
45. Cristache C., Culicov O., Gmeling K., Toma M., Frontasyeva M., Dului O.G., Oaie G.. PGAA-ENAA comparative study of the Black Sea sediment profiles. 2nd Joint Seminar-School JINR-ROMANIA on Neutron Physics (8-16 September, 2007, Baia Mare, Romania).
46. Мазный Н.Г., Саламатин И.М., Саламатин К.М. «Генерация программ автоматизации экспериментов из модулей в формате загрузки», доклад на 57 Международной конференции «Ядро 2007», Воронеж, 25-29 июня 2007.
47. Гундорин Н.А., Дикусар Н.Д., Мазный Н.Г., Пикельнер Л.Б., Саламатин И.М., Цулаиа М.И. «Экспресс-анализ спектров в прецизионных экспериментах», доклад на 57 Международной конференции «Ядро 2007», Воронеж, 25-29 июня 2007.
48. Погребняк А.Д., Кобзев А.П., Левитант Н., Ердыбаева Н.К., Братушка С.Н., Маликов Л.В., Кульментьева О.П., Гриценко Б.П. Двойная имплантация ионов газов и металлов в NiT. 7-я международная конференция «Взаимодействие излучения с твёрдым телом», Минск, 26-28 сентября 2007г.
49. Pyszniak K., Drozdziel A., Sielanko J., Maczka D. Simulation of Beam Extraction from Hollow Cathode Ion Sources, 5-th International Conference NEET 2007, Zakopane, Poland, Abstract book p.158.
50. Bystritsky V.M., ... , Parzhitski S.S. et al., Proceedings of the International Conference on Muon Catalyzed Fusion and Relative Topics, MCF-07, Dubna, Russia, 18-21 June, 2007.
51. Oprea C., Oprea A.I., Samosvat G.S., Nikolenko V.G., Savostin V.V., Morozov V.M. "Experiment for the measurement of the neutron-electron scattering length in liquid Pb at the TS-3000K thermostat from IBR-2 reactor." // ISINN-15, Abstracts, E3-2007-49, p.63.
52. Mitsyna L.V., Nikolenko V.G., Popov A.B., Samosvat G.S. On neutron electromagnetic constants derived from neutron scattering by 208Pb. ISINN-15, Abstracts, E3-2007-49, p.38.
53. Popov A.B., Tretyakova T.Yu. "Comments to the problem of experimental determination of the neutron-electron scattering length and its theoretical interpretation" ISINN-15, Abstracts, E3-2007-49, p.42.
54. Ignatovich V. "Temperature Dependence of Neutron Scattering in He-4 Gas" // ISINN-14, E3-2007-23, p.41
55. Oprea A. I., Oprea C., Gledenov Yu. M., Sedyshev P. V.. Recent Result in the Study of Asymmetries in Neutron p-Resonances of ^{14}N at Neutron Energies up to 1 MeV. In: Proc. of ISINN-14, Dubna, 2007, p. 170-176.
56. Gledenov Yu.M., Sedysheva M.V., Zhang Guohui, Cao Rongtai, Chen Jinxiang, Tang Guoyou, Khuukhenkhuu G.. Measurement of Differential and Angle-integrated Cross-Section of the $^{64}\text{Zn}(n,\alpha)^{61}\text{Ni}$ Reaction at 5.0 and 6.0 MeV. In: Proc. of ISINN-14, Dubna, 2007, p. 223-227.
57. Khuukhenkhuu G., Gledenov Yu.M., Bayarbadrakh B., Odsuren M., Sedysheva M.V.. Statistical Model Analysis for Isotopic Effect in (n,p) Cross Sections. In: Proc. of ISINN-14, Dubna, 2007, p. 228-234.
58. Vesna V. A., Gledenov Yu. M., Nesvizhevsky V. V., Petukhov A. K., Sedyshev P. V., Soldner T., Shul'gina E. V., Zimmer O.. Observation of the P-odd asymmetry of triton emission in the $^6\text{Li}(n,\alpha)^3\text{H}$ reaction with cold polarized neutrons. ISINN-14. Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics. (Dubna: JINR, 2007) E3-2007-23, p. 243-248.
59. Chedea Veronica, Oprea Cristiana. Minimizing pollution risk targeting the agri-environmental policy 50/07 ISSN 1454-7376 Horticulture series, 5p

60. Madalina Nedelcu, Oprea Cristiana. The radiochemical studies of moss plants and soil using INAA and AAS 50/07 ISSN 1454-7376 Horticulture series, 5p
61. Alexandru Mihul, Oprea Cristiana. PCA statistical analysis in the geochemical studies in Danube Delta. 50/07 ISSN 1454-7376 Horticulture series, 6p
62. Gledenov Yu. M. Sedysheva M.V., Khuukhenkhuu G., Zhang Jiaguo, Cao Rongtai, Guo Lian, Chen Jinxiang, Wang Jianyong, Zhang Guohui. 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: "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics". XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, 2007, Dubna, p.20.
63. Khuukhenkhuu G., Bayarbadrakh B., Odsuren M., Gledenov Yu.M., Sedysheva M.V.. Statistical Model Analysis for (n, α) Reaction Cross Sections. In: "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics". XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, 2007, Dubna, p.26.
64. 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}Cl and ^{14}N Nuclei. In: "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics". XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, 2007, Dubna, p.40.
65. 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: "Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics". XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, 2007, Dubna, p.64.
66. Oprea C., Mihul A. Oil pollution in relation with land use. Book of Abstracts, 37 Congress ESNA, Sept. 10-14, Dubna, 2007, 16
67. Oprea C., Login. V., Oprea I. A., Gorghiu G., Nicolescu C. Neural network application in agricultural studies. Book of Abstracts, 37 Congress ESNA, Sept. 10-14, Dubna, 2007, 17
68. Podina C., Oprea C. and Nedelcu M. Passive biomonitoring of airborne chemistry. Book of Abstracts, 37 Congress ESNA, Sept. 10-14, Dubna, 2007, 19
69. Radoviciu E., Oprea C., Cupsa D., Tomulescu I., Oprea I. A., Teusdea A., Burca I. The investigation of food quality in crops by AAS and NAA. Book of Abstracts, 37 Congress ESNA, Sept. 10-14, Dubna, 2007, 26
70. Nedelcu M., Oprea C., Podina C., Cupsa D., Oprea I. A., Teusdea A., Burca I. Impact of hazardous substances in/on soil. Book of Abstracts, 37 Congress ESNA, Sept. 10-14, Dubna, 2007, 85
71. Podina C., Nedelcu M., Oprea C., Cupsa D., Oprea I. A., Teusdea A., Burca I. X-ray fluorescence analysis of trace elements in pine needles for pollution monitoring. Book of Abstracts, 37 Congress ESNA, Sept. 10-14, Dubna, 2007, 73
72. Chedea S. V., Oprea C. An assessment of the impacts of agri-environmental issues. Book of Abstracts, 37 Congress ESNA, Sept. 10-14, Dubna, 2007, 76
73. Oprea C., Grigoras M. A., Chedea V., Oprea I. A., Holeab C. Environmental pressures and sustainable use of natural resources Book of Abstracts, 37 Congress ESNA, Sept. 10-14, Dubna, 2007, 88
74. Oprea C., Chedea S. V. Detection of trace elements in chernozem using different analytical methods. Book of Abstracts, 37 Congress ESNA, Sept. 10-14, Dubna, 2007, 88
75. Panteleev Ts., Oprea C., Oprea A.I. New experimental method to determine the averaged squared radius of the nuclei in the process of the direct and isomer fission. Book of Abstracts, ISINN-15, May 15-19, Dubna, 2007, 41

76. Oprea C., Oprea A.I. Factor analysis of neutron data Book of Abstracts, ISINN-15, May 15-19, Dubna, 2007, 60
77. Oprea C., Oprea A.I. Development of a PIXE program for the EG-5 experimental installation Book of Abstracts, ISINN-15, May 15-19, Dubna, 2007, 61
78. Oprea C., Oprea A.I. Calculation of the double differential neutron production cross-section in reactions induced by high-energy ions Book of Abstracts, ISINN-15, May 15-19, Dubna, 2007, 62
79. Oprea C., Oprea A.I., G.S. Samosvat, V.G. Nikolenko, V.V. Savostin, V.M. Morozov. Experiment for the measurement of the neutron-electron scattering length in liquid Pb at the TS-3000K thermostat from IBR-2 reactor. Book of Abstracts, ISINN-15, May 15-19, Dubna, 2007, 63
80. Oprea C., Oprea A.I., Nedelcu M. Indicators of pollution soil impact. Book of Abstracts, ISINN-15, May 15-19, Dubna, 2007, 12
81. Oprea C., Oprea A.I., Chedea V. An assumption on atmospheric transport and deposition modeling. Book of Abstracts, ISINN-15, May 15-19, Dubna, 2007, 12
82. 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". ISINN-15 (Dubna, May 16 – 19, 2007). Abstracts. JINR E3-2007-49, Dubna, 2007, p. 34
83. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "Spin structure of the "forward" charge-exchange process $n + p \rightarrow p + n$ and deuteron charge-exchange breakup $n + d \rightarrow p + (nn)$ ". LVII International Conference on Nuclear Physics "NUCLEUS 2007" (57-th International Meeting on Nuclear Spectroscopy and Nuclear Structure, Voronezh, Russia, June 25 – 29, 2007) . Book of Abstracts. Saint-Petersburg, 2007, p. 220
84. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "Spin structure of the "forward" charge-exchange reaction $n + p \rightarrow p + n$ and the deuteron charge-exchange breakup $d + p \rightarrow (pp) + n$ ". XII Advanced Research Workshop on High Energy Spin Physics – DUBNA-SPIN-07 (Dubna, September 3 – 7, 2007) . Abstracts. JINR E1,2-2007-99, Dubna, 2007, pp. 20 –21
85. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "Spin structure of the "forward" charge-exchange reaction $n + p \rightarrow p + n$ and deuteron charge-exchange breakup $d + p \rightarrow (pp) + n$ ". 20-th European Conference on Few-Body Problems in Physics – EFB20 (Pisa, Italy, September 10 – 14, 2007). Book of Abstracts. Pisa, 2007, p. 60
86. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "Spectrum of relative momenta of the neutron and proton at deuteron peripheral breakup in the limit of very low momentum transfer". 20-th European Conference on Few-Body Problems in Physics – EFB20 (Pisa, Italy, September 10 – 14, 2007) . Book of Abstracts. Pisa, 2007, p. 134
87. Lyuboshitz V.L., Lyuboshitz V.V.. "Correlations of polarizations and entangled states in the two-photon system" . The 4-th International Workshop "Quantum Physics and Communication" – QPC-2007 (Dubna, October 15 – 19, 2007) . Book of Abstracts. JINR Д18-2007-137, Dubna, 2007, p. 33
88. Sukhovej A.M., Khitrov V.A., Pham Dinh Khang, Vuong Huu Tan, Nguyen Xuan Hai. On the Correctness of Various Approaches in the Extraction of the Nucleus Parameters on Example of Analysis of the Two-Step gamma-Cascades in ^{163}Dy Compound Nucleus In: XIV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2006, E3-2007-23, Dubna, 2007, pp. 257-265.
89. Khitrov V.A., Sukhovej A.M., Pham Dinh Khang, Vuong Huu Tan, Nguyen Xuan Hai, Possibilities to Verify the Level Density and Radiative Strength Functions, Extracted from the Two-Step gamma-Cascade Intensities In: XIV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2006, E3-2007-23, Dubna, 2007, pp. 266-273.

90. Nguyen Xuan Hai, Pham Dinh Khang, Vuong Huu Tan, Sukhovoj A.M., Khitrov V.A. The Initial Results of Research on Two-Step Cascades in the Dalat Research Reactor, In: XIV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2006, E3-2007-23, Dubna, 2007, pp. 274-278.
91. Pham Dinh Khang, Vuong Huu Tan, Nguyen Xuan Hai, Nguyen Duc Tuan, Ho Huu Thang, Khitrov V.A., Sukhovoj A.M. New Facility for the (n,2gamma) Reaction Investigation at the Dalat Reactor, In: XIV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2006, E3-2007-23, Dubna, 2007, pp. 279-283.
92. Sukhovoj A.M., Khitrov V.A., About Nucleus "Superfluid-Normal" State Transition Dynamics In: XIV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei, Dubna, May 2006, E3-2007-23, Dubna, 2007, pp. 284-295.

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

1. Belushkin A., et al. 1D Position-sensitive detector for thermal neutrons. PTE, 2007, v.50, N6, pp.23-29.
2. Belushkin A., et al. Two-dimensional monitor position-sensitive detector of thermal neutrons. JTPH, 2008, v 78, N.1. pp.121-125.
3. Belushkin A., et al. 2D Position-sensitive detector for thermal neutrons. Report to "XXI International Symposium on Nuclear Electronics & Computing", NEC'2007. Book of Abstracts, JINR E10,11-2007-119, Dubna, 2007, p.22.
4. Murashkevich S., et al. Remote instrument supervision and control for the IBR-2M reactor. Ibid, p.42.
5. Balasoiu M., Kappel W., Cios M., Stancu N., Cios A., Kirilov A. S., Kutuzov S.A., Smirnov A. A., Gordeliy V. I., Erhal R., Ivan'kov A. I., Rogachev A.V., Kovalev Yu. S., Kuklin A. I. New Magnetic System for Small Angle Neutron Scattering at YuMO Instrument. Book of abstracts 4-th European Conference on Neutron Scattering, June 2007, Lund, Sweden. p.484.
6. Kuklin A.I., Kutuzov S.A., Gabriel A., Eckold G., Kirilov A.S., Utrobin P.K., Bogdzal A.A., Islamov A.Kh., Kovalev Yu.S., Rogachev A.V., Ivan'kov A.I., Gordeliy V.I. The results of application of new type PSD in diffraction and small angle experiments. Book of abstracts the VI National Conference on Application of X-ray, Synchrotron Radiation, Neutrons and Electrons for Material Characterization. November 12-17, 2007, Moscow, Russia p.593.
7. Levchanovsky F.V., Litvinenko E.I., Nikiforov A.S., Gebauer B., Schulz Ch., Wilpert Th. Software modules of DAQ PCI board (DeLiDAQ) for position-sensitive MWPC detectors with delay line readout, NIM A 569 (2006) 900-904, See also NIM A 572 (2007) 1004.
8. Zsigmond G., Manoshin S., Lieutenant K., Seeger P., Christiansen P., Willendrup P., Lefmann K. Monte Carlo simulations for the development of polarized neutron instrumentation: An overview Physica B: Condensed Matter, v 397, Issues 1-2, 15 July 2007, pp. 115-119.
9. Manoshin S., Ioffe A. New modules for the VITESS software package: time-gradient magnetic fields and neutron refractive lenses. Accepted in NIM B, 2007, in press.
10. Журавлев В.В., Кириллов А.С., Петухова Т.Б.и Сиротин А.П. «Система управления исполнительными механизмами спектрометра на реакторе ИБР-2 как современная локальная сеть контроллеров – CAN», ОИЯИ, P13-2007-170, Дубна, 2007.
11. Trofimov V.N., Chernikov A.N., Zaitsev-Zotov S.V., Dyuzhikov I.N., Shevlyuga V.M., Eltsov K.N. «An ultrahigh-vacuum nitrogen-free helium cryostat with small heat losses. Instruments and Experimental Techniques» (2007), v.50, 6, p 838-841.

6. PRIZES

JINR Prizes:

Scientific and Methodical Investigations:

First Prize:

V.L.Aksenov, V.I.Bodnarchuk, Ye.B.Dokukin, V.K.Ignatovich, S.V.Kozhevnikov, D.A.Korneev, V.V.Lauter, K.N.Zhernenkov, Yu.V.Nikitenko, A.V.Petrenko. «Reflectometry of polarized neutrons at the IBR-2 pulsed reactor».

Applied Physics Research:

Second Prize:

R.N.Vasin, E.V.Ermakova, T.I.Ivankina, H.Kern, D.M.Levin, A.L.Kulakovskii, A.N.Nikitin. «Neutron, X-ray and ultrasonic investigations of geological materials and industrial wastes for solution of ecological problems».

7. SEMINARS

Date	Authors	Title
19.04.07	E.P.Shabalin (FLNP JINR)	Experimental investigation of irradiated solid methane swelling
4.07.07	Yu.V.Nukitenko (FLNP JINR)	Neutron standing waves in layered systems
19.09.07	A.V.Shikanov (MEPhI)	50 years of pulsed neutron logging (Flerov G.N. 1956-1958)
27.09.07	D.N.Bondarenko (RRC KI) V.I.Morozov (RRC KI) Yu.V.Nikitenko (FLNP JINR)	Seminar dedicated to V.K.Ignatovich's and A.V.Strelkov's jubilees. Neutron activation analysis using UCN and VCN as a method for determining elemental composition of surfaces and their contamination and for measuring neutron inelastic scattering cross-sections in the ultralow energy region. Project for precise neutron lifetime measurements by the method of storage of ultracold neutrons with registration of inelastic scattering neutrons Reflectometry with polarized thermal neutrons.

8. ORGANIZATION AND USER INTERACTION

8.1. STRUCTURE OF LABORATORY AND SCIENTIFIC DEPARTMENTS

Directorate:

Director:
A.V.Belushkin
Deputy Director:
V.N.Shvetsov
Scientific Secretary:
O.A.Culicov

Reactor and Technical Departments

Chief engineer: A.V.Vinogradov

IBR-2 reactor

Chief engineer: A.V.Dolgikh

Department of IREN

Head: V.G.Pyataev

Mechanical maintenance division

Head: A.A.Belyakov

Electrical engineering department

Head: V.A.Trepalin

Design bureau

Head: A.A.Kustov

Experimental workshops

Head: A.N.Kuznetsov

Scientific Departments and Sectors

Condensed matter department

Head: D.P.Kozlenko

Nuclear physics department

Head: Yu.N.Kopatch

Department of IBR-2 spectrometers complex

Head: S.A.Kulikov

Administrative Services

Deputy Director: S.V.Kozenkov

Secretariat

Finances

Personnel

Scientific Secretary Group

Translation

Graphics

Photography

Artwork

NEUTRON SCATTERING STUDIES OF CONDENSED MATTER

Sub-Division	Title	Head
Sector 1: Neutron Diffraction. Head: A.M.Balagurov		
Group No.1	HRFD	V.Yu.Pomjakushin
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	SCAT	Ch.Scheffzük
Sector 2: Neutron Optics. Head: V.L.Aksenov		
Group No.1	Surfaces	Yu.V.Nikitenko
Group No.2	Nanostructures	M.V.Avdeev
Small angle scattering group. Head: V.I.Gordeliy		
Inelastic scattering group. Head: I.Natkaniec		

NUCLEAR PHYSICS DEPARTMENT

Sub-Division	Title	Head
Sector 1. Correlation γ-spectroscopy and development of experimental installations. Head: N.A.Gundorin		
Sector 2. Polarized neutrons and nuclei. Head: V.R.Skoy		
Group No.1	Polarized nuclear targets	V.R.Skoy
Group No.2	Thermal polarized neutrons	M.I.Tsulaya
Sector 3. Neutron activation analysis. Head: M.V.Frontasyeva		
Group No.1	Analytical	M.V.Frontasyeva
Group No.2	Experimental	S.S.Pavlov
Group No.2	Neutron spectroscopy	Yu.N.Kopatch
Group No.5	Proton and α-decay	Yu.M.Gledenov
Group No.6	Properties of γ-quanta	A.M.Sukhovoy
Group No.7	Neutron structure	V.G.Nikolenko
Group No.8	Ultra-cold neutrons	E.V.Lychagin
Group No.9	Neutron optics	A.I.Frank
Group No.11	Theory	V.K.Ignatovich
Group No.12	Electrostatic generator-5	A.P.Kobzev

DEPARTMENT OF IBR-2 SPECTROMETERS COMPLEX

Sub-Division	Title	Head
Group No.1	Scintillation detectors	E.S.Kuzmin
Group No.2	Gaseous detectors	Ts.Pantelev
Sector No.1	Electronics	V.I.Prikhodko
Group No.1	Analog electronics	A.A.Bogdzel
Group No.2	Digital electronics	V.F.Levchanovsky
Group No.3	Software	A.S.Kirilov
Group No.4	Local network	G.A.Sukhomlinov
Sector No.2	Spectrometers	A.P.Sirotin
Group No.1	Development of spectrometer elements	A.P.Sirotin
Group No.2	Sample environment	A.N.Chernikov

8.2. MEETINGS AND CONFERENCES

In 2007, FLNP organized the following meetings:

1. 20th Task Force Meeting of the UNECE ICP Vegetation, Dubna, March 5-9.
2. XV International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei ISINN-15, Dubna, May 16-19.
3. Meeting of the Forum on Cooperation of Regulatory Bodies and Updating Nuclear and Radiation Safety at Research Nuclear Facilities, Dubna, July 3-5.
4. Workshop of European Society for New Methods in Agricultural Research (ESNA), Dubna, September 10-14.
5. 2nd Joint Seminar-School JINR-Romania on Neutron Physics for Investigations of Nuclei, Condensed Matter and Life Sciences, Baia Mare, Romania, September 11-16.
6. IAEA TC 1st Workshop "Harmonization of QA/QC Systems According to ISO and International Standards in Nuclear Analytical Laboratories of the Russian Federation", Dubna, December 10-14.

In the year 2008, FLNP will organize 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. XVI International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei ISINN-16, Dubna, May 28-31.
3. International Seminar Dedicated to the centenary of the birth of I.M. Frank, Dubna, October 23-24.

8.3. COOPERATION

List of Visitors from Non-Member States of JINR in 2007

Name	Organization	Country	Dates
V.NESVIZHEVSKY	ILL, Grenoble	France	31.01-01.02
M.TOMASEVIC	VINCA INS, Belgrade	Serbia	03.03-07.03
V.URUMOV	Univ. Saints Cyril & Methodius, Skopje	Macedonia	03.03-11.03
M.ANICIC	VINCA INS, Belgrade	Serbia	04.03-11.03 03.04-30.06
Z.SPIRIC	Inst. Of Applied Ecology, Zagreb	Croatia	04.03-11.03
K.ULLEMEYER	Univ. Freiburg	Germany	25.03-05.04
J.WUMMEL	Potsdam Geol. Res. Center	Germany	11.04-20.04
A.FRISCHBUTTER	Potsdam Geol. Res. Center	Germany	11.04-20.04
H.THILE	Potsdam Geol. Res. Center	Germany	11.04-20.04
V.LAUTER	ILL, Grenoble	France	15.04-26.04
H.-J.LAUTER	ILL, Grenoble	France	15.04-26.04
K.WALTHER	Potsdam Geol. Res. Center	Germany	17.04-27.04
S.C.OLSEN	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	14.05-14.06
Guohui ZHANG	Inst. of Heavy Ion Physics, Beijing	China	15.05-02.06
Jianyong WANG	Inst. of Heavy Ion Physics,	China	15.05-02.06

	Beijing		
A.FAANHOF	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	03.06-15.06
J.ZEEVART	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	03.06-09.06
D.KOTZE	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	03.06-08.06
D.BONDOUX	ILL, Grenoble	France	05.06-27.06
V.NESVIZHEVSKY	ILL, Grenoble	France	05.06-27.06
N.ZWETNOW		Norway	06.06-08.06
F.THOMAS	ILL, Grenoble	France	07.06-27.06
J.-P.GONZALES	ILL, Grenoble	France	07.06-27.06
H.J.LAUTER	ILL, Grenoble	France	19.06-22.06
V.LAUTER	ILL, Grenoble	France	19.06-22.06
A.SCHAEFFER	On-line Res./Writers, Palmer	USA	20.06-07.07
Gui Nyun KIM	Kyungpook Nat.Univ., Daegu	Korea Rep.	25.07-29.07
			25.07-08.08
			25.08-09.09
Man Woo LEE	Kyungpook Nat.Univ., Daegu	Korea Rep.	30.09-20.10
A.VENTER	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	18.09-23.09
E.STEINNES	Univ. of Sci.&Technol., Trondheim	Norway	22.10-29.10
H.-J.LAUTER	ILL, Grenoble	France	06.11-17.11
Man Woo LEE	Kyungpuk Nat.Univ.e, Daegu	Korea Rep.	11.11-25.11
N.KOCH	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	18.11-18.12
L.PILANE	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	03.12-16.12
A.NTSHABELE	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	03.12-21.12
J.TOPKIN	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	03.12-21.07
D.JANSEN	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	03.12-22.12
A.FAANHOF	NECSA, Pretoria	South Africa Rep.	03.12-22.12

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 February – May 2007 the practical work for the students of the University Centre of JINR, the Neutron Diffraction Department of MSU and the Interfaculty Center «Structure of Matter and New Materials» was held.

On 25.06.07 – 06.07.07 the practical work for the students of the University Centre of JINR was organized.

On 10.07.07 – 22.07.07 the practical work for the students of the University Centre of JINR and the students from Tula State University was organized.

8.5. PERSONNEL

Distribution of the Personnel per Department as of 01.01.2007

Theme	Departments	Main staff
-1036-	Nuclear Physics Department	49
-1031-	Condensed Matter Physics Department	39
-1052-	IBR-2 Spectrometers Complex Department	37
-0993-	IREN Department	10
-0851-	IBR-2 Department	41
	Mechanical and Technical Department	43
	Electric and Technical Department	27
	Central Experimental Workshops	39
	Nuclear Safety Group	3
	Cold Moderator Group	7.5
	Design Bureau	5
	FLNP infrastructure:	
	Directorate	8.5
	Services and Management Department	21
	Scientific Secretary Group	4.5
	Supplies Group	3.5
Total		338

Personnel of the Directorate as of 01.01.2008

Country	People
Armenia	1
Bulgaria	2
Vietnam	1
Germany	2
Georgia	2
KPDR	5
Kazakstan	1
Mongolia	3
Poland	3
Romania	5
Russia	26
Ukraine	9
TOTAL	60

8.6. FINANCE

Financing of the FLNP Scientific Research Plan in 2007 (th. USD)

No.	Theme	Financing plan, \$ th.	Expenditures For 12 months, \$ th.	In % of FLNP Budget
I	Condensed matter physics	5258,0	5885,1	111,9
	-1031-	1544,5	1686,0	109,2
	-0851-	2976,0	3519,6	118,3
	-1052-	737,5	679,5	92,1
II	Neutron nuclear physics	1430,5	1561,6	109,2
	-1036-	1015,0	1103,6	108,7
	-0993-	415,5	458,0	110,2
III	Elementary particle physics	5,3	6,0	113,2
	-1007-			
	TOTAL:	6693,8	7452,7	111,4