

## 5.2. Исследование магнитных материалов, сверхпроводников и наноструктур ядерно-спектроскопическими методами

А. Н. Грум-Гржимайло [algrgr1492@yahoo.com](mailto:algrgr1492@yahoo.com)

В.П. Парфенова [parf@srd.sinp.msu.ru](mailto:parf@srd.sinp.msu.ru)

Методом дифференциальной возмущенной угловой корреляции с пробным ядром  $^{111}\text{Cd}$  исследованы новые фазы  $\text{YbGe}_2$ ,  $\text{TbGe}_2$  и  $\text{DyGe}_2$ , синтезированные при высоком давлении (до 8 ГПа). Получены значения квадрупольных частот для  $^{111}\text{Cd}$  в вакантных узлах Ge в этих соединениях в зависимости от температуры (в диапазоне 5-300 К) и давления. По зависимости квадрупольной частоты от давления в  $\text{YbGe}$  и ее величине в соединениях с 2-х и 3-х-валентным редкоземельным ионом ( $\text{TbGe}_2$  и  $\text{EuSn}_3$ , соответственно) определена зависимость валентности Yb в  $\text{YbGe}_2$  от давления, которая составляет от 2,46 до 2,89 в указанном диапазоне. Тем самым указан метод измерения валентности Yb, обладающего промежуточной валентностью, в других соединениях.

Выполнено исследование распределений магнитного сверхтонкого поля (СТП) для  $^{57}\text{Fe}$  в инварных сплавах Fe-Ni, Fe-Al и Fe-Mn. Для всех систем наблюдаются компоненты в распределении СТП с аномально большими значениями изомерного сдвига. Эти компоненты локализованы в низкополевой части распределения, их интенсивность не превышает  $\sim 12\%$ . Мы полагаем, что наблюдаемый аномальный изомерный сдвиг обусловлен локальным объемным эффектом. Обнаруженная температурная зависимость изомерного сдвига для низкополевой компоненты указывает на взаимосвязь между появлением этой компоненты и инварным эффектом. На основании полученных результатов сделан вывод, что существование узлов Fe с аномальным значением изомерного сдвига и, как предполагается, аномально большим локальным объемом является общей характеристикой инварных сплавов с конкурирующими обменными взаимодействиями на основе железа.

Протестированы сверхпроводящие туннельные детекторы с поглотителем из  $\alpha\text{-Ta}$  (толщиной 150 и 200 нм), напыленным на затравочный слой Al или Al/Nb, в верхнем электроде и нижним электродом из Nb, инактивированным разными способами. Полученные из вольтамперных характеристик значения сверхпроводящих щелей и их зависимости от температуры (до 1,4 К) и магнитного поля (до 600 Э) в целом хорошо согласуются с теорией эффекта близости для сверхпроводящих слоев Al/ $\alpha\text{-Ta}$  и Al/Nb/ $\alpha\text{-Ta}$ . Для получения высококачественных туннельных переходов требуется дальнейший анализ особенностей напыления и характеристик детекторов разной площади, установление места закороток и устранение их причин.

Проведен эксперимент по инициированию процессов самоорганизации в неметаллических кристаллах  $\gamma$ -лучами. Объект – мультиферроик  $\text{BiFeO}_3$ , в котором одновременно присутствует электрическое дипольное и магнитное спиновое упорядочение. Гамма-излучение с энергией 55 Мэв возбуждает менее  $10^{-9}$  части объема образца. Далее в течение 6 месяцев происходит укрупнение нанокластеров с возмущенной квази-ромбоэдрической структурой, обозначенной на Рис.1 как locII. При достижении

порога протекания процесса  $\sim 0,4$  происходит быстрый переход в состояние бесконечного кластера. Далее обнаруживается четкий колебательный процесс с периодом  $\sim 40$  дней от состояния  $locII$  в состояние  $locI$  (квази-моноклинная структура). Тем самым впервые на уровне атомных перемещений прослежен процесс возникновения временного порядка в кристаллах - изоляторах, активированных внешним воздействием.

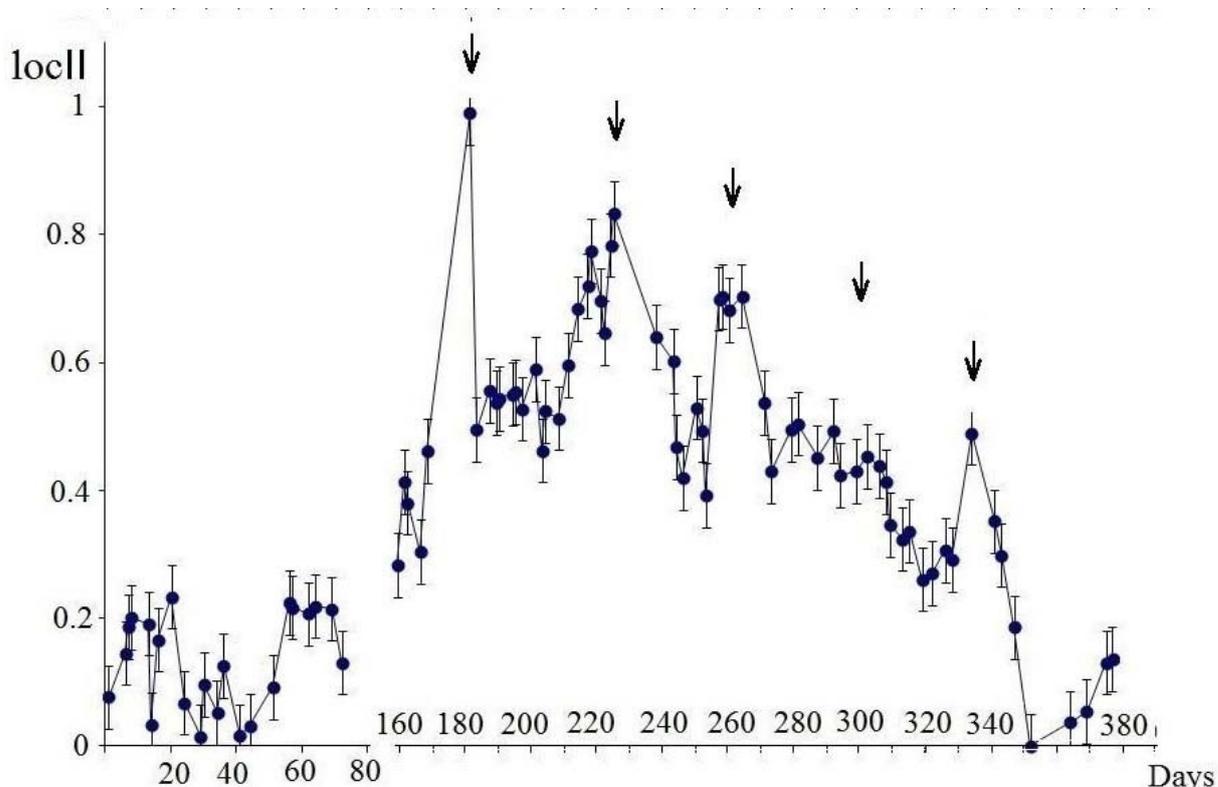


Рис.1. Относительное содержание фазы  $locII$  в образце  $ViFeO_3$  после гамма-облучения.

Совместно с ОЧСВЭ и ЛОСП учебно-научная установка удаленного мессбуэровского доступа, созданная в 2011г., переведена в режим непрерывного использования.

Продолжены экспериментальные исследования криогенных СТП-детекторов  $Ti/Nb/Al_2AlO_x/Al/Nb/NbN$  и  $Nb/Al_2AlO_x/Al/Nb$ . С использованием цифровых методов регистрации изучены шумы СТП-детекторов с различными площадями электродов. Обнаружено, что шумы СТП-детекторов имеют заметный дополнительный вклад по сравнению с модельными расчетами.

В рамках международного сотрудничества с Научным центром GSI (Дармштадт, Германия) по программе «Криогенные детекторы» проведена обработка данных эксперимента по измерению лэмбовского сдвига в водородоподобных ионах  $^{197}Au^{78+}$ . Начаты исследования новых источников рентгеновского излучения на базе пьезоэлектрических кристаллов. Создан прототип рентгеновского источника с использованием кристалла  $LiNbO_3$  и медной мишени, зарегистрировано рентгеновское излучение К-линии меди, изучена зависимость интенсивности излучения в циклах нагрева и охлаждения от хода изменения температуры и от давления газовой среды. Проведены измерения рентгеновских спектров для различных газов: воздуха, гелия и азота.

Результаты отражены в публикациях

Козин М. Г., Ромашкина И. Л., Кошелец В. П., Филиппенко Л. В., СТП-детектор рентгеновского излучения с подслоем из  $\beta$ -тантала, // Известия РАН. Серия физическая, 2013, том 77, № 6, с. 852–855;

Tsvyashchenko A.V., Velichkov A.I., Salamatin D.A., Fomicheva L.N., Ryasny G.K., Nikolaev A.V., Budzynski M., Sadykov A., Spasskiy A.V.,  $^{111}\text{Cd}$ -TDPAC study of pressure effect on the valence of Yb in the  $\text{YbGe}_{2,85}$  cubic phase, Journal of Alloys and Compounds, 552 (2013), pp. 190-194;

N.N.Delyagin, A.L.Erzinkyan, V.P.Parfenova, I.N.Rozantsev, Mossbauer studies of the antiferromagnetic Fe-Mn Invar alloys, Journal of Alloys and Compounds, **573**(2013)11-14;

S. Kraft-Bermuth, V. Andrianov, A. Bleile, A. Echler, P. Egelhof, P. Grabitz, S. Ilieva, C. Kilbourne, O. Kiselev, D. McCammon, J. Meier // High-precision x-ray spectroscopy of highly charged ions with microcalorimeters. // Physica Scripta **T156** (2013) 014022 (3pp);

S.K. Godovikov, S.M. Nikitin, E.A. Nikitina. Nanomechanics of  $\gamma$ -irradiated atomic structure of  $\text{BiFeO}_3$ . Int. J. Nanomech. Sci. Technol. V.3, №4, p.341-353, 2012;

С.К. Годовиков, А.Н. Ермаков, С.М. Никитин, Е.С. Никитина, Е.С. Лагутина, Локальная активация кристаллов  $\gamma$ -лучами и процессы самоорганизации, Известия РАН, серия физическая, Т.77, №6, 730-735, 2013г. ;

А.А. Силаев (мл.), С.К. Годовиков, Е.Б. Постников, В.В. Радченко, А.А. Силаев, Мессбауэровская спектроскопия удаленного доступа, Известия РАН, серия физическая, Т.77, №6, 867-872, 2013г.

**В работе принимали участие:** Андрианов В.А., Годовиков С.К., Грум-Гржимайло А.Н., Делягин Н.Н., Ерзинкян А.Л., Парфенова В.П., Розанцев И.Н., Козин М.Г., Ромашкина И.Л., Сергеев С.А., Нефедов Л.В., Рясный Г.К., Никитин С.М., Цвященко А.В., Николаев А.В., студент 6 курса физического факультета МГУ Рязанцев С.Н., а также сотрудники институтов ИФВД РАН, ФТИ УрО РАН, ИРЭ РАН, ЛЯП ОИЯИ, Научного Центра GSI, университета Майнца (Германия).