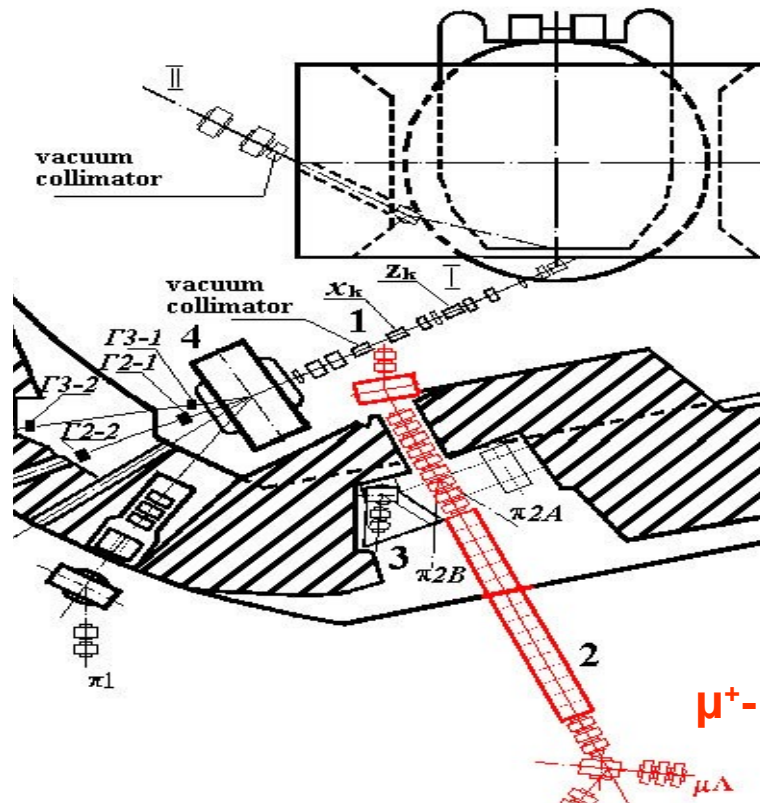
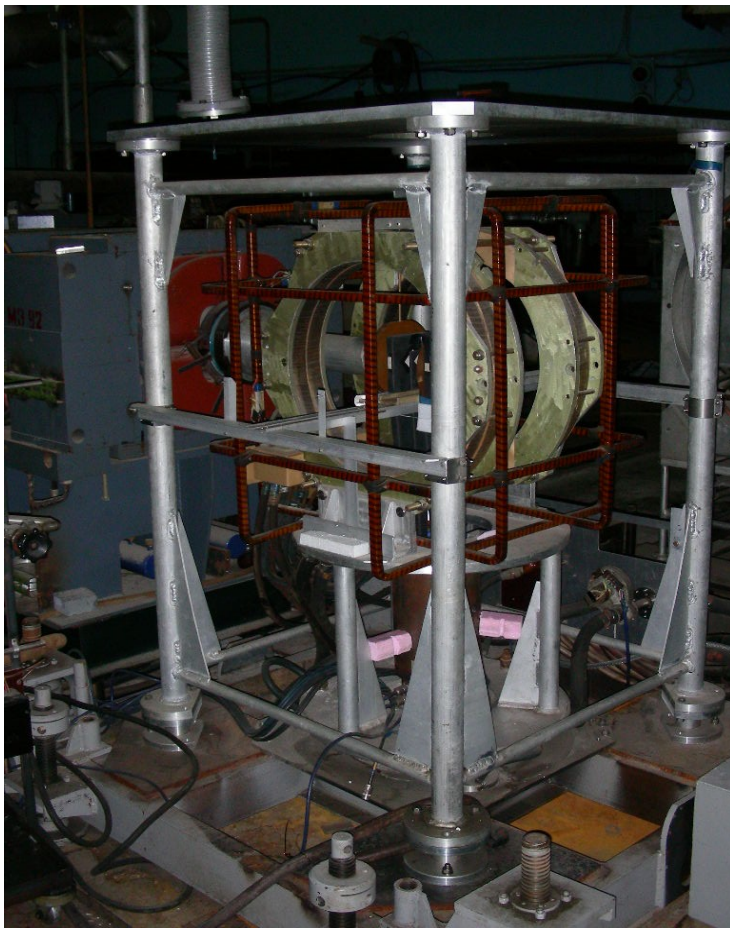


μ SR - 2011



μ^+ - канал

$P_{\mu^+} = 70 \div 130 \text{ МэВ/с}$

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ в 2011 году:

I. Закончены исследования магнитных фазовых переходов и распределения локальных магнитных полей в манганате GdMn_2O_5 ; (совместно с ФТИ им. А.Ф. Иоффе (СПб));

II. Исследование свойств феррожидкостей на основе наночастиц MeFe_2O_4 , диспергированных в органические или неорганические среды.

Приготовлен образец феррожидкости ($\text{CoFe}_2\text{O}_4 + \text{PAV}(2\text{DBS}) + \text{H}_2\text{O}$).

(совместно с ОИЯИ (Дубна),

Национальный институт физики и ядерной технологии им. Х.Хулубея (Бухарест, Румыния),

Центр фундаментальных и передовых технических исследований (Тимишоара, Румыния),

Институт исследования и развития электротехники (Бухарест, Румыния)).

III. Исследования фазовых переходов в хромистых сталях **FeCr**, содержание Cr ~ 12%. (совместно с НИЯУ МИФИ (Москва).

IV. Модернизация μSR-установки.

На ускорителе в 2011 году было отработано 446 часов:

- мультиферроики – 144 ч.
- феррожидкости – 120 ч.
- хромистые стали – 182 ч.

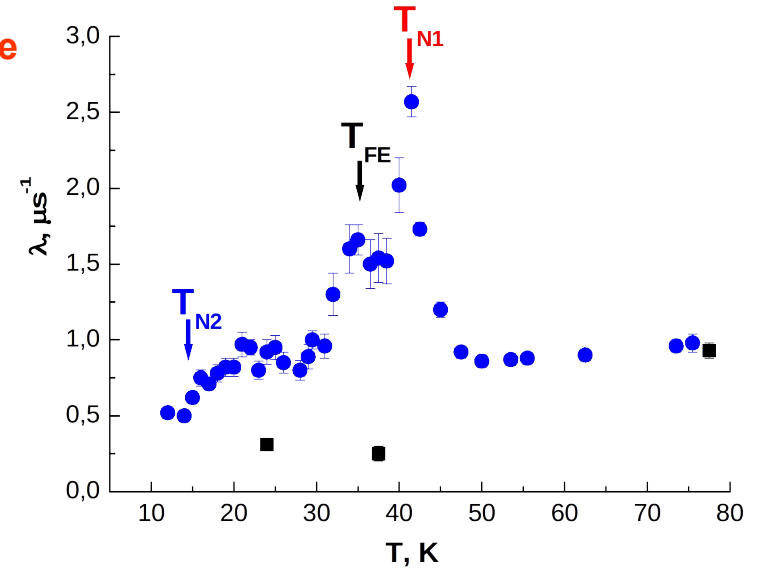
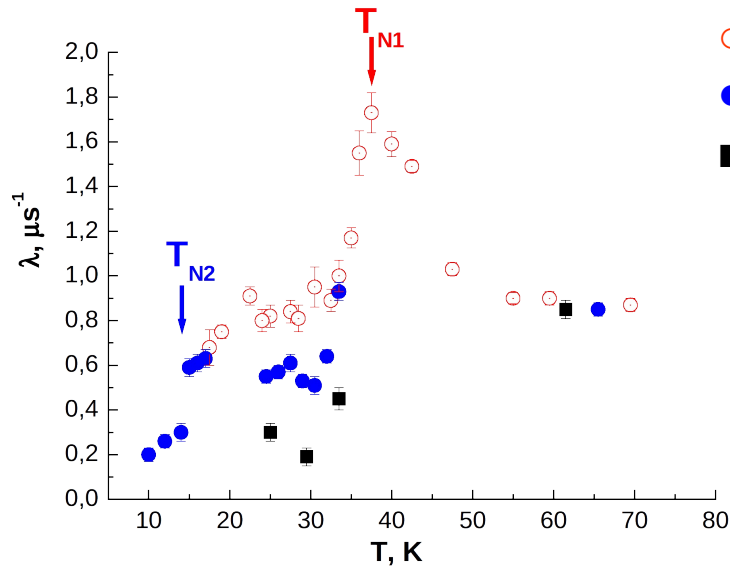
GdMn₂O₅

керамика

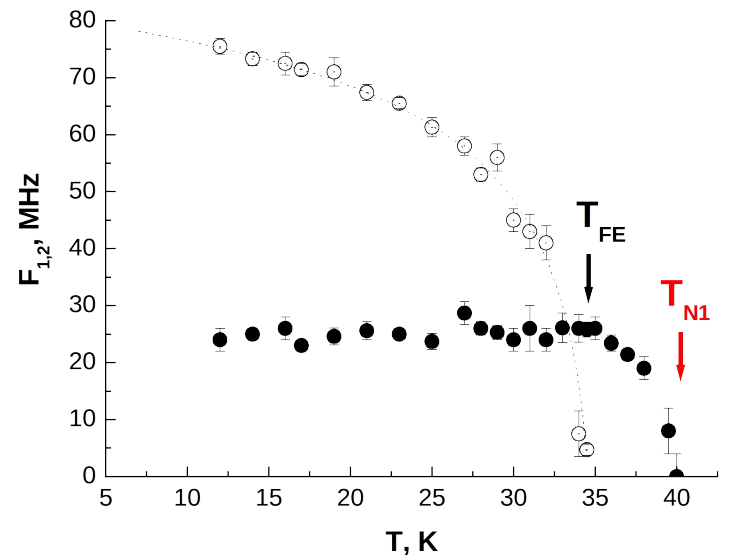
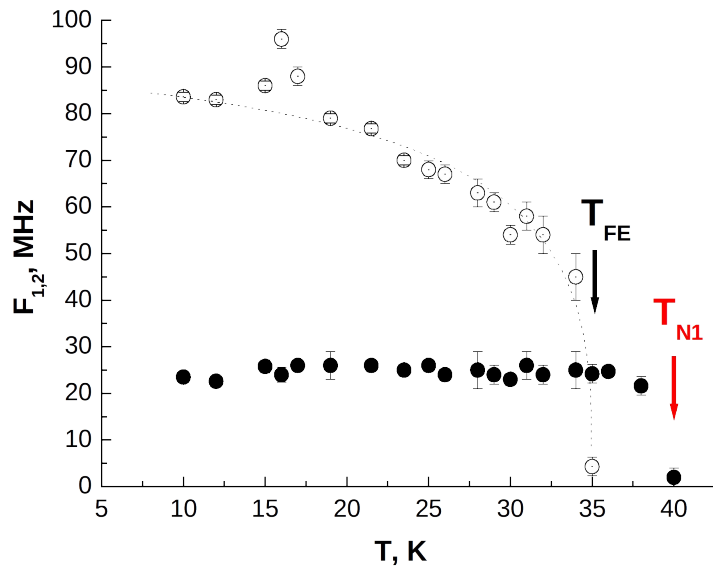
поликристалл

фазовые переходы

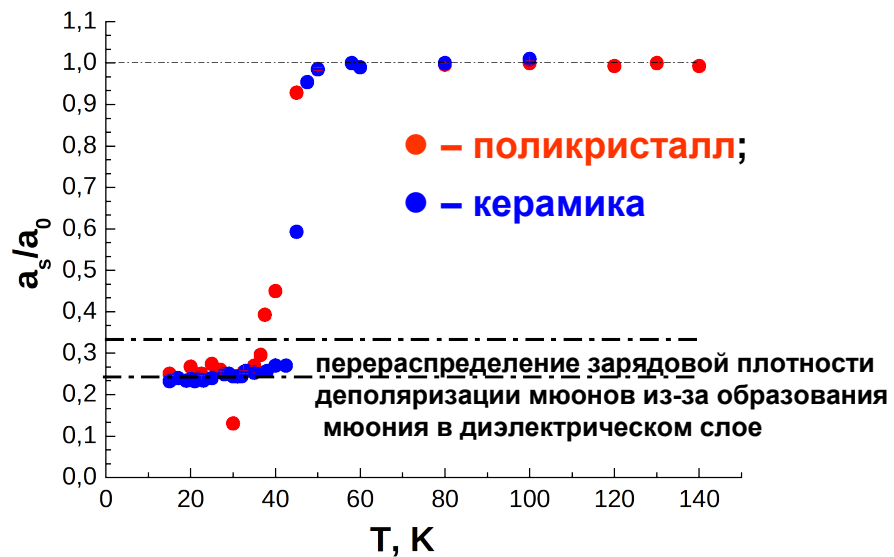
- - охлаждение
- - нагрев
- - H_⊥=280 Гс



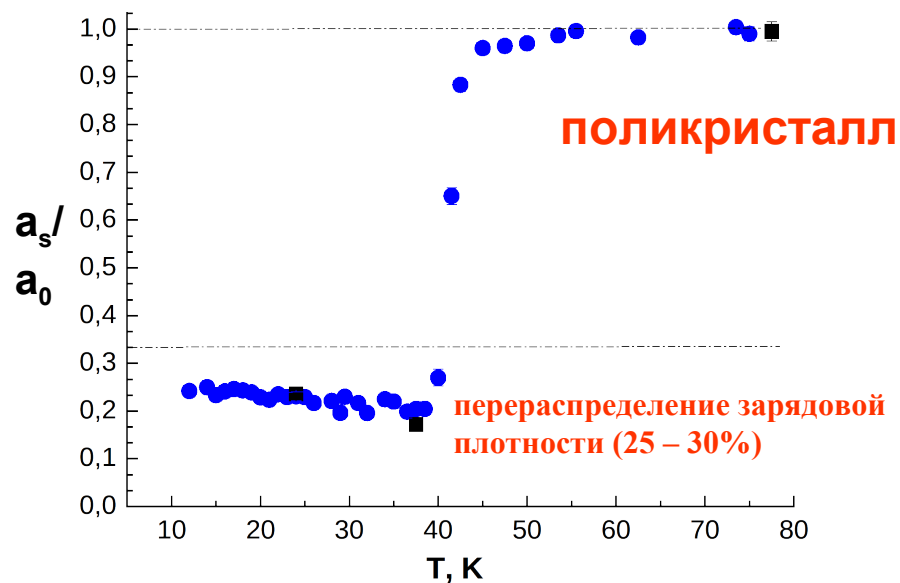
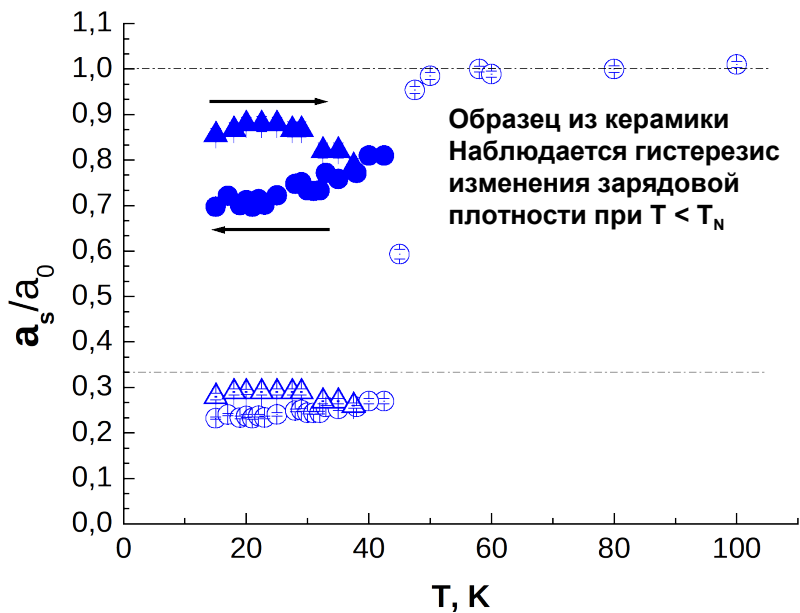
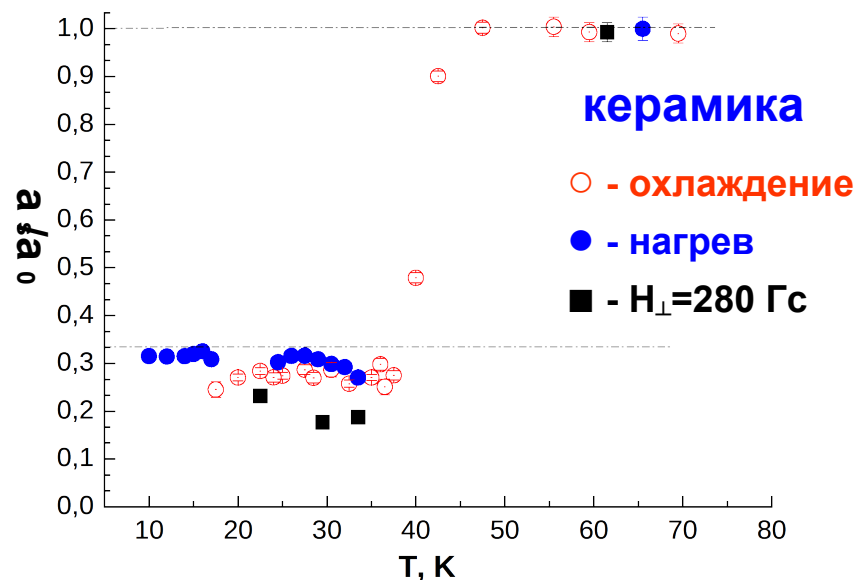
две частоты



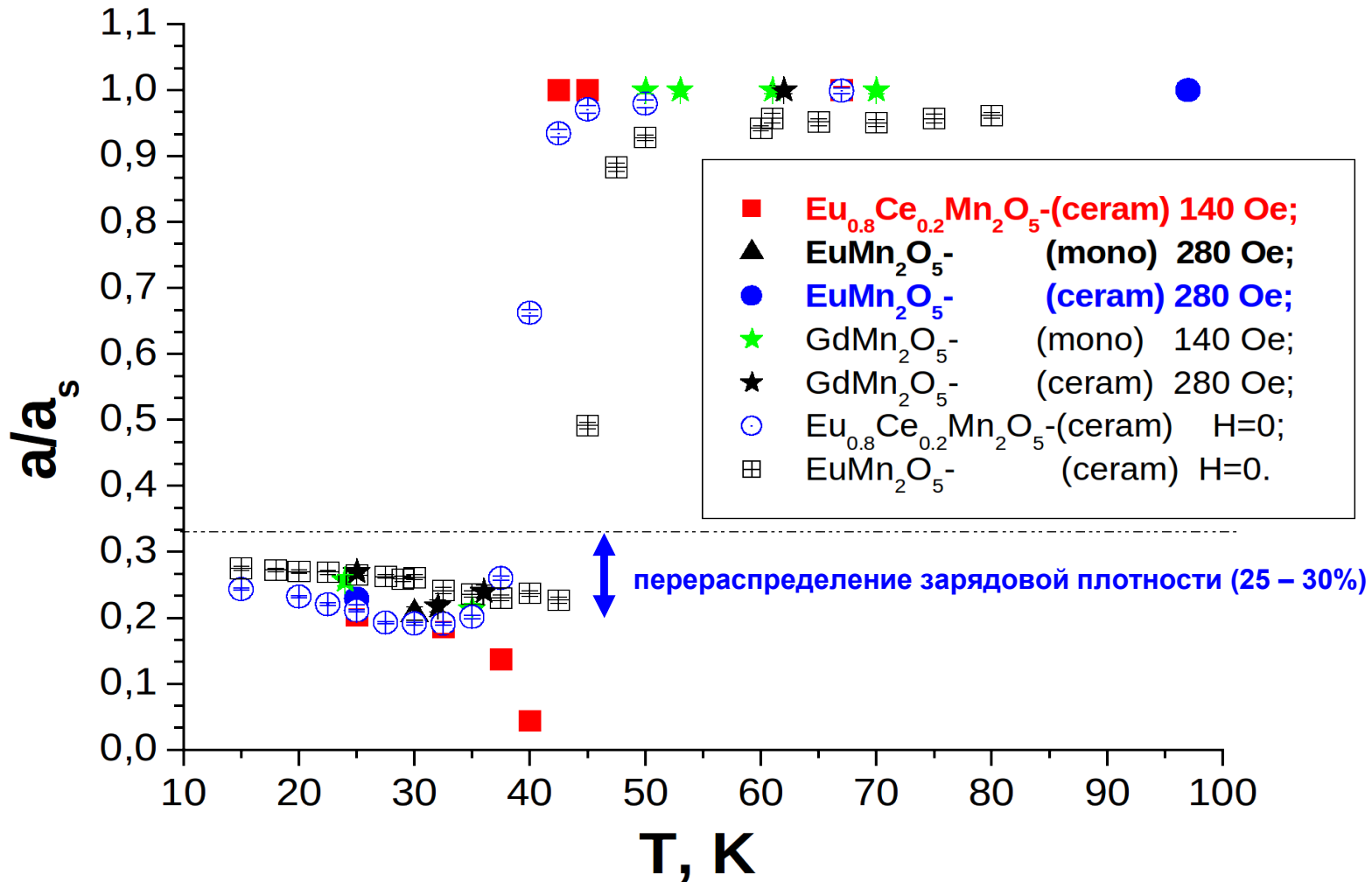
EuMn₂O₅



GdMn₂O₅



Перераспределение зарядовой плотности наблюдается во всех образцах RMn_2O_5



Результаты представлены на Научной сессии НИЯУ МИФИ-2011.
 Направлены для публикации в **Journal of Physics: Condensed Matter**.

Работа по мультиферроикам была несколько раз премирована:

1. Конкурс на присуждение именных научных стипендий губернатора Ленинградской области на 2007 – 2008 годы: *«Исследование магнитных фазовых переходов и распределений локальных магнитных полей в магнитоэлектрических материалах μ SR-методом».*

2. Конкурс, проводимый молодежной комиссией Президиума Санкт-Петербургского Научного центра РАН, 2008 год (работа вошла в пятерку лучших): *«Исследование фазовых переходов и распределения локальных магнитных полей μ SR-методом».*

3. Конкурсы лучших работ Петербургского института ядерной физики им. Б.П.Константинова

В области физики конденсированного состояния

(Третья премия, 2009 год):

«Исследование редкоземельных манганитов с помощью μ SR-метода».

В области физики конденсированного состояния

(Третья премия, 2010 год):

«Исследование манганатов RMn_2O_5 с помощью μ SR-метода».

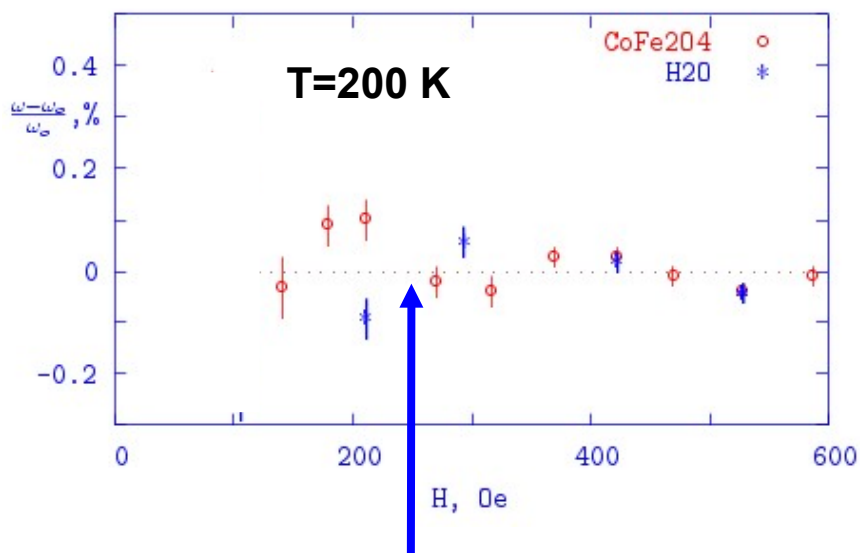
Работа по исследованию мультиферроикам будет продолжена.

Феррожидкость

В марте 2011 года был проведен тестовый сеанс по исследованию образца феррожидкости на основе $\text{CoFe}_2\text{O}_4 + \text{PAV}(2\text{DBS}) + \text{H}_2\text{O}$ (концентрация $\sim 1.5\%$).

Средний размер гранул 11.5 нм

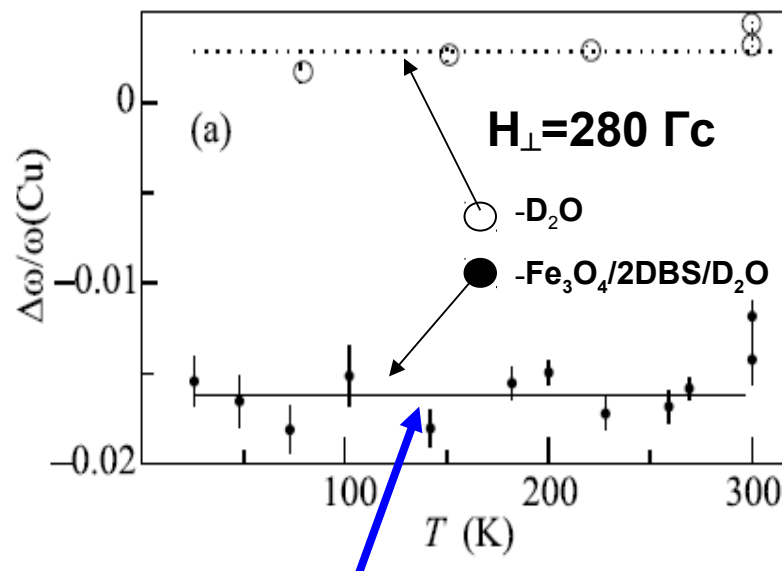
Образец феррожидкости ($\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{PAV}(2\text{DBS}) + \text{D}_2\text{O}$) (концентрация $\sim 4.7\%$).



Нет смещения частоты

Возможные причины:

1. Более низкая концентрация (возможность μSR -метода);
2. Замещение атома Fe на Co.



Смещение частоты

Позволяет определить размер наночастиц (~ 12 нм).

Планируется продолжить исследования феррожидкостей с большей концентрацией ($\sim 5\div 10\%$) CoFe_2O_4 и MnFe_2O_4 диспергированных в воде H_2O .

Конструкционные материалы для реакторов

Низкоактивируемые хромистые стали ЭК181 ($\text{Fe}_x\text{Cr}_{1-x}$);

Проблема: изменение механических свойств при химическом и радиационном воздействии из-за хрупко-вязкого перехода (ХВП).

Задача: выяснить возможность применения μSR -метода для контроля смещения ХВП от радиационного воздействия (эффект радиационного охрупчивания) на материалы с разным содержанием хрома.

В июле и декабре 2011 года проведены первые исследования FeCr (Cr ~ 12%).

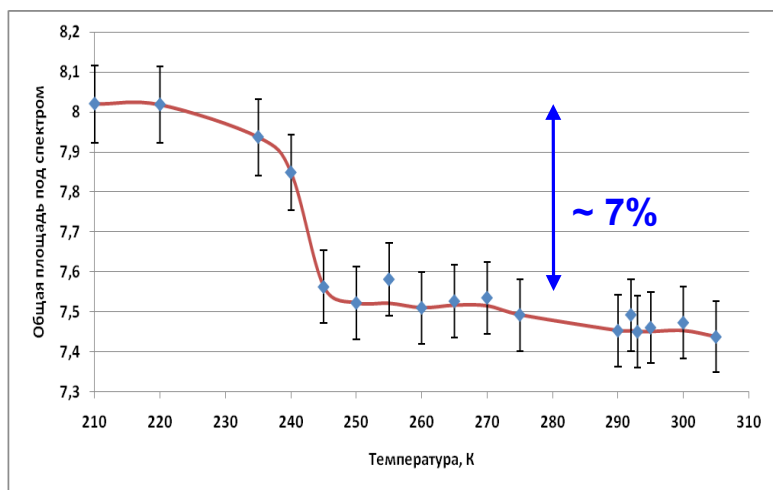
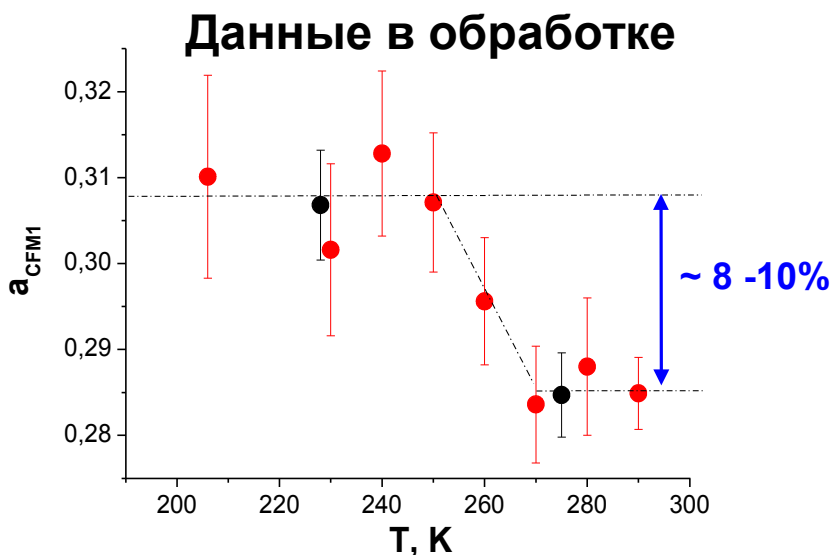


График зависимости общей площади под мессбауэрским спектром от температуры

Не дает информации о распределении магнитных полей



μSR -метод даёт возможность определения величины внутренних локальных магнитных полей

Работа выполняется совместно с МИФИ для оформления заявки в РОСАТОМОМ.

Результаты будут представлены на Научной сессии НИЯУ МИФИ-2012.

По данной теме готовится дипломная работа студентом МИФИ Морослип А.Э.

Модернизация установки:

Для чего нужно:

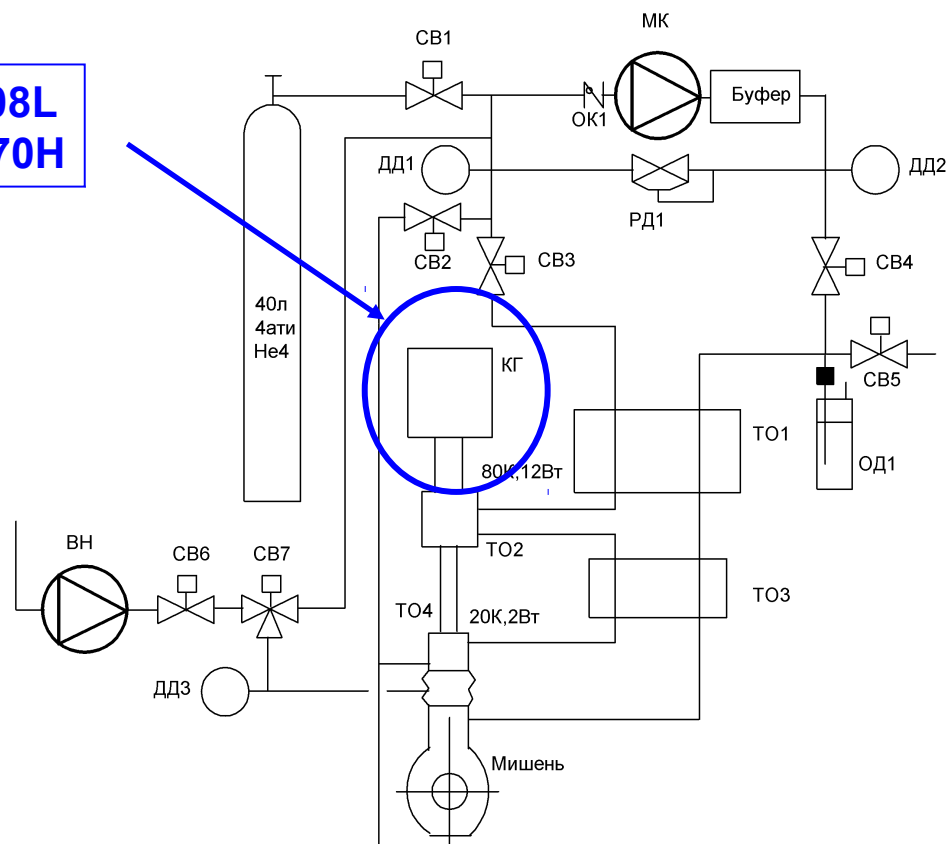
1. Изменять температуру исследуемых образцов в диапазоне 15 – 350 К;
2. Стабильно работать при высоких температурах (200 – 350 К);
3. Исключить потери гелия 20% (независимая работа от Криогенной Станции);
4. Экономия ускорительного времени (автономная работа- без захода в зал и смены дьюаров).

Первые шаги: в 2010 году – был куплен и в начале 2011 года доставлен в ПИЯФ современный криогенератор, который нужен для создания замкнутой системы охлаждения образцов («гелиевой петли»).

**Криорефрижератор CN-208L
Гелиевый компрессор F-70H**

В 2011 году было приобретено

1. для создания «гелиевой петли»:
 - турбомолекулярный насос;
 - безмасляный спиральный насос;
 - мембранный вакуумный насос.
2. для улучшения временного разрешения μ SR-установки и понижения чувствительности к внешнему магнитному полю:
 - ФЭУ фирмы Hamamatsu “R4998” с экранами магнитной защиты.



Планы на 2012-2013 гг.:

1. Исследование магнитных фазовых переходов и распределения локальных магнитных полей в мультиферроиках (ErMn_2O_5 , TbMn_2O_5 , TbMnO_3 и TbBiMnO_3).

а). В ErMn_2O_5 основной вклад в магнитный момент – орбитальный, сильно связанный с решеткой. Все моменты жестко ориентированы вдоль оси c , формируя внутреннее эффективное магнитное поле по этой оси. **Интересно проследить за частотами прецессии** в ErMn_2O_5 – взаимодействие Er-Mn существенно отличается от Gd-Mn .

б). Именно в ErMn_2O_5 был зафиксирован структурный фазовый переход с изменением расстояний в цепочке ионов $\text{Mn}^{3+}\text{-O-Mn}^{4+}$ вблизи 25 К. **Представляет интерес** изучить асимметрию в этом кристалле вблизи температуры перехода и сравнить с Eu - и Gd – образцами.

в). В TbMn_2O_5 тоже большой магнитный момент, но ориентированный в плоскости ab . Как это скажется на изменении асимметрии и поведении частот, вблизи структурного перехода.

г). **Интересно проверить** есть ли эффект потери асимметрии в мультиферроиках–перовскитах, номинально содержащих только ионы Mn^{3+} . Как там дело обстоит с частотами прецессии.

В 2012 г. будут приготовлены образцы манганата ErMn_2O_5 и перовскитной керамики TbMnO_3 . Планируется провести первые измерения. (Совместно с ФТИ).

2. Планируется провести исследования изменения частоты прецессии мюона в феррожидкости в зависимости:

а) от концентрации магнитных наночастиц ($\sim 5 \div 10\%$);

б) от состава образцов (CoFe_2O_4 и MnFe_2O_4 диспергированных в воде H_2O).

Образцы будут готовы к апрелю 2012 года. (Совместно с ОИЯИ).

3. Исследование фазовых переходов в хромистых сталях с помощью μSR –метода, а также определения зависимости величины внутренних локальных магнитных полей от способа обработки и приготовления.

На данный момент приготовлено 8 образцов. (Совместно с НИЯУ МИФИ, Москва).

4. Продолжение модернизации установки.

Список публикаций за 2011 год:

1. A.L. Getalov, E.I. Golovenchits, E.N. Komarov, V.P. Koptev, S.A. Kotov, I.I. Pavlova, V.A. Sanina, G.V. Scherbakov, S.I. Vorobyev. *The investigation of the multiferroic $GdMn_2O_5$ by the μSR method.* Направлена для публикации в **Journal of Physics: Condensed Matter**.
2. Воробьев С.И., Воробьева И.И., Геталов А.Л., Головенчиц Е.И., Комаров Е.Н., Коптев В.П., Котов С.А., Санина В.А., Щербаков Г.В. *Исследование мультиферроиков RMn_2O_5 с помощью μSR -метода.* **Научная сессия НИЯУ МИФИ-2011.** Аннотации докладов. В 3 томах. Т.1 Инновационные ядерные технологии. М.: НИЯУ МИФИ, 2010. Стр. 194.
3. Воробьев С.И., Коптев В.П., Мищенко А.Ю., Милосердин В.Ю., Морослип А.Э., Никонова Д.В. *μSR -метод исследования фазового перехода в хромистых сталях.* **Научная сессия НИЯУ МИФИ-2011.** Аннотации докладов. В 3 томах. Т.1 Инновационные ядерные технологии. М.: НИЯУ МИФИ, 2010. Стр. 191.

2012

Happy New Year

