

Лаборатория МФКС 2004 г.

В.П.Коптев

Тема Каон.

- **1. Исследование образования мезонов в pp и pA соударениях.**
- **2. Участники проекта:**
 - ПИЯФ РАН, ОФВЭ, ЛМФКС,
 - НЦ Юлих, Германия.
 - 4 научных сотрудника, 2 аспиранта,
 - руководитель к.ф.-м.н. В.П.Коптев.
- **3. Период выполнения проекта и его этапов: 2004 – 2006 гг.**
- **4. Краткая формулировка целей проекта.**
 - Измерение полных сечений образования K^+ -мезонов в протон-ядерных взаимодействиях, выполненные впервые в мире на СЦ ПИЯФ, стимулировали развитие целого направления экспериментальных работ по изучению процессов образования странных частиц на ускорителях COSY (Юлих, Германия).
 - В результате измерения дважды дифференциальных сечений образования K^+ мезонов в pA –соударениях исследования $K+d$, Kp – корреляций был подтвержден двух ступенчатый механизм образования K^+ -мезонов и получены указания на наличие кластерного механизма. Успешное применение на COSY методики, развитой в ПИЯФ, позволило в 2002г. начать исследование образования K^+ , K^- - мезонов в pp и pd соударениях.
- **5. Основные результаты 2004г**
 - В конце 2003 года был проведен сеанс измерений $K+p$, $K+d$ совпадений в pC соударениях при энергии 1.2 Гэв с целью подтверждения двух-ступенчатого и кластерного механизмов рождения K^+ -мезонов ниже порога элементарной реакции.

В настоящее время обработано 30% набранной статистики.

Полностью подтверждено наличие двух-ступенчатого механизма (пик $pp \rightarrow d\pi^+$ реакции от первой стадии на рис.1 – центр) и подтверждено указание на существование 2-х пиков возможно от кластерного механизма (рис.1 – справа).

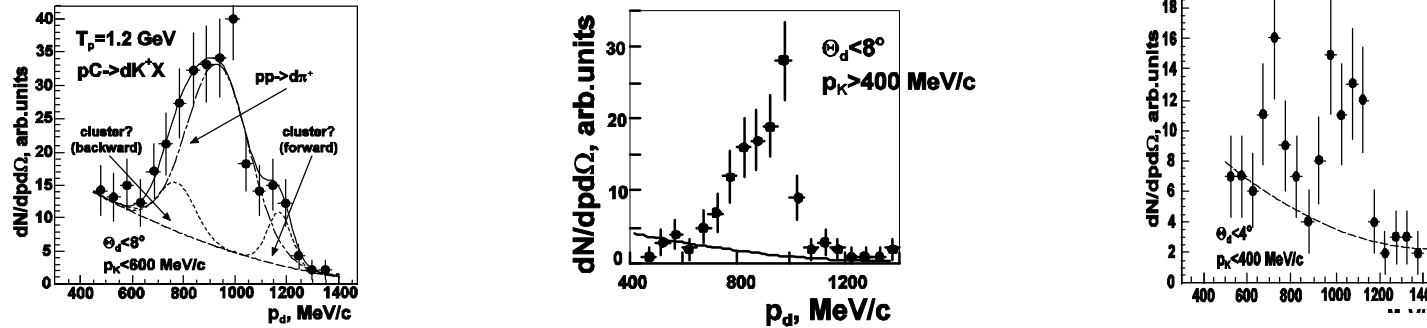


Рис. 1. Импульсные спектр дейтронов, измеренных на совпадение с K^+ -мезонами. Слева - полный спектр, в центре – спектр, измеренный на совпадение с высокоимпульсной частью каонов, справа – спектр, измеренный для малых углов дейтронов и низких импульсов каонов.

Неожиданно количество $K+d$ корреляций в 2.5-3 раза больше предсказанного моделью А.Сибирцева $K+d / K+p \approx 0.4$ и для проверки был выполнен эксперимент по исследованию $K+d$ корреляций в pd соударениях при энергиях 1.32 ГэВ и 1.36 ГэВ. Получен неожиданный результат: отсутствуют дейтроны с импульсами более 750 МэВ/С. Все дейтроны из реакции подхвата, их количество существенно меньше, чем в случае pC -реакции и $K+d / K+p \approx 0.06$.

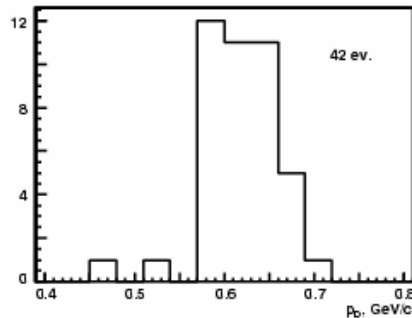


Рис. 2 . Суммарный импульсный спектр дейтронов, измеренный на совпадение с каоном в pd реакциях при энергиях (1.32 + 1.36 ГэВ)

Исследование рождения K^+ -мезонов в pd соударениях позволило впервые получить отношение рождения каонов в pn и pp соударениях.

Тр ~ 1.35 ГэВ

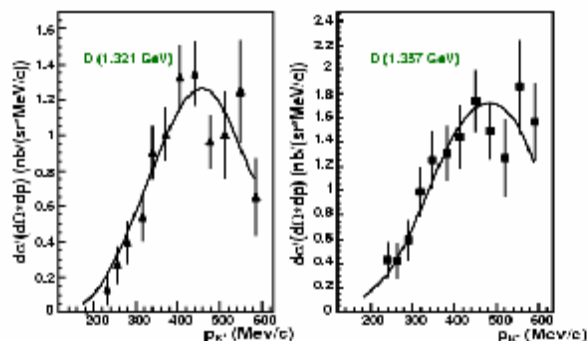


Рис. 3 . Импульсные спектры каонов вперед ($\theta_K < 8^\circ$) в pd соударениях при энергиях 1.321 ГэВ (слева) и 1.357 ГэВ (справа). Кривые получены из известных в литературе данных для реакции $pp \rightarrow K^+ pL$, размытых импульсным движением нуклонов в дейтроне для $pn/pp = 8$ (слева) и $pn/pp = 7$ (справа).

Тр ~ 1.9 ГэВ

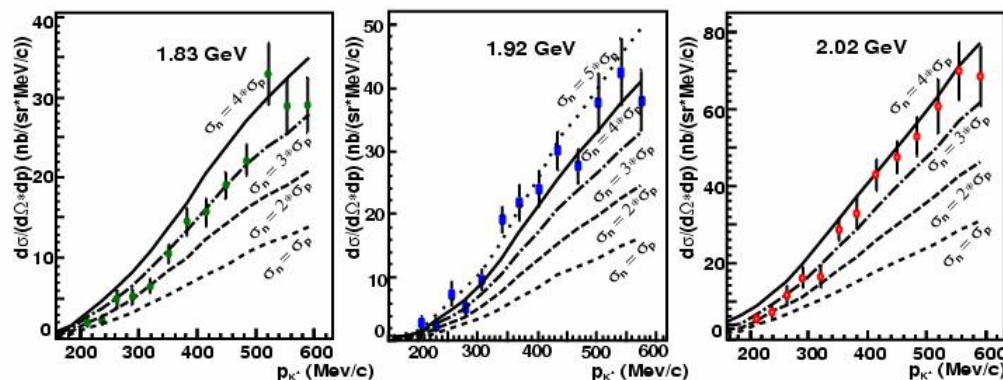


Рис. 4 . Импульсные спектры каонов вперед ($\theta_K < 8^\circ$) в pd соударениях при энергиях 1.83 ГэВ, 1.92 ГэВ и 2.02 ГэВ. Кривые получены из экспериментальных данных по $pp \rightarrow K^+ \dots$ реакции для разных pn/pp соотношений сечений образования K^+ -мезонов на нейтронах и протонах. Оптимальное отношение ~ 4.

Тр ~ 2.65 ГэВ

В 2004 году были выполнены измерения рождения каонов в реакциях $pp \rightarrow K+Lx$ и $pd \rightarrow K+Lx$.

Предварительный результат: отношение сечений на нейтронах и протонах ~ 2.

В 2001 году были начаты исследования a_0 -мезонов в pp , pd и dd соударениях.

В 2004 году был практически завершен анализ данных по $pp \rightarrow d(a \rightarrow K+K^0)$ и $pp \rightarrow d a(\pi+\eta)$ реакциям (рис.5).

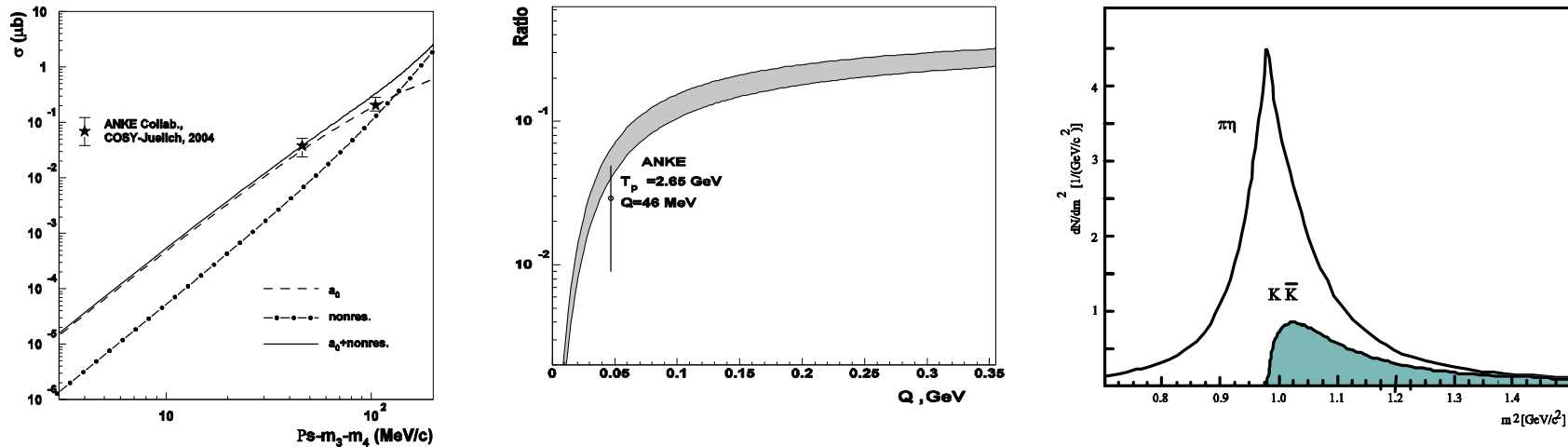


Рис. 5 . Полные сечения образования a -мезонов в реакции $pp \rightarrow d(a \rightarrow K+K^0)$ в сравнении с моделью В.Гришиной и Л.Кондратюка, рассматривающей a как двух-кварковый мезон (слева). Отношение каналов распада (в центре) $a \rightarrow K+K^0 / a \rightarrow \pi+\eta$ в сравнении с кривой, соответствующей мировым данным для различных обрезаний распределения Flatte (справа), определяемых энергией возбуждения Q .

В 2004 году были выполнены измерения реакции $pd \rightarrow d(a_0 \rightarrow K+K^-)p$ при энергии 2.65 ГэВ. Данные обрабатываются.

В 2005 году планируется измерение реакции $dd \rightarrow He^4(a_0 \rightarrow K+K^-)$.

Конечная цель исследований:

измерение a_0/f_0 смешивания будет достигнута после исследования дополнительного канала распада $a \rightarrow \pi^0 \eta$. Планируется в 2007-2008 годах.

Попытка THETA+

Планировали на основании симуляции следующие эксперименты:

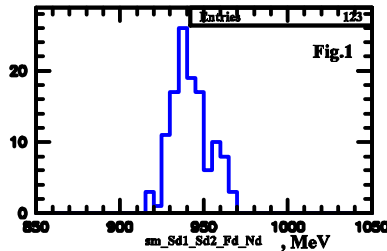
1) $pnc \rightarrow (K0 \rightarrow \pi+\pi-)p \text{ Lambda}$

Планировали 500 событий/сутки,
получили 20 событий/сутки.

2) $pp \rightarrow K+n (\text{Lambda} \rightarrow \pi-p) \pi+$

3) $pnd \rightarrow K+n (\text{Lambda} \rightarrow \pi+ \pi-)$

p-p-K+.N.PI+(LAMBDA-PI-P)
H2-data.jan04.tapes08-23



Momentum by Shepard
Fd Particle=Proton
Sd1 Particle(Tel.4-15 SW.1-4)=Kaon
Sd2 Particle =Pion
Nd Particle =Pi minus
Target=Proton
Proton Beam Momentum
MeV/c= 3463

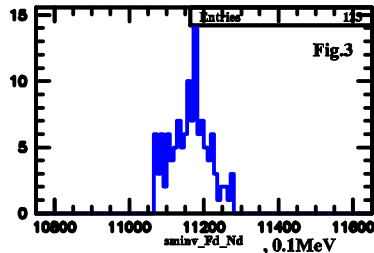
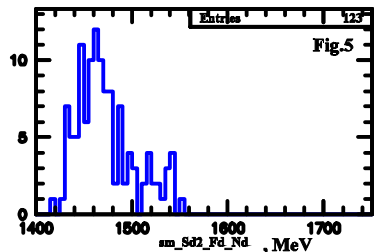


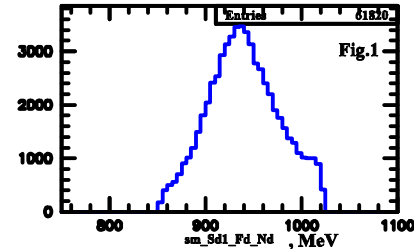
Fig.1—missing mass for neutron
cuts 915-965MeV
Fig.3—invariant mass for Lambda
cuts 1106-1128MeV
Fig.5—missing mass for K+n



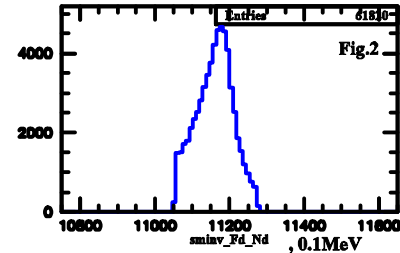
Trigger = 2 2 0 0 0 2 0 3 1 3 1 2 0 1 3
ONOFF-nd-CorrMX

vTrigger = 1 1 0 1 1 2 0
nTrigger = 2 2 -1

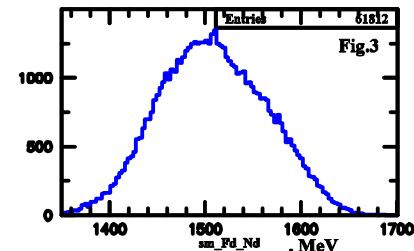
pN-K+(LAMBDA-P PI-N
D2.....tapes27-54.....pN-K+(LAMBDA-PI-P)N.....PAGE13



Momentum by Shepard
Fd Particle=Proton
Sd1 Particle(Tel.4-15 SW.1-4)=Kaon
Nd Particle =Pi minus
Target=Proton
Proton Beam Momentum
MeV/c= 3463



escape angles for K+ and pi- are less than 15deg.
background under TOF kaons is 10%
background under p-peak (Fig.1) and under
Lambda-peak (Fig.2) of not clear nature is about 40%



Trigger = 2 2 0 0 0 2 0 3 2 0 1 3 1 2 0 1 1
ONOFF-nd-CorrMX

vTrigger = 1 1 0 1 1 2 0
nTrigger = 2 2 -1

6. Основные публикации 2003-2004 гг.

- 1). Koptev et al. "Observation of K^+d correlation from pA – collisions".
Eur. Phys. J. A17, (2003) 235.
- 2). V.Kleber et al. " $a^+(980)$ – resonans production in $pp \rightarrow d K^+K^0$ (bar) reactions close to the threshold".
Phys.Rev.Lett., 91, 172301(2003) 40.
- 3). M.Nekipelov and V.Koptev. "Investigation of K^+ -meson production on pA collisions with ANKE".
Physica Scripta, vol, 104, (2003) 40.
- 4). S.Barsov et al.
Near – threshold production of omega - mesons in $pn \rightarrow d$ omega reactions.
Eur. Phys. J. A21, 521 (2004)
- 5). I.Lehmann , S.Barsov eta. Al.
Spectator detection for the measurements of proton – neutron reactions at ANKE.
NIMA, 530, 275 (2004)
- 6). M.Buscher, V.Koptev, et al.
Inclusive K^+ meson production in proton – nucleon interactions.
Eur. Phys. A22, 901 (2004).
- 7). I. Zychor, V.Koptev, et al.
Observation of an excited hyperon state in $pp \rightarrow K^+p Y^*$ reactions to be submitted to PRL.
- 8). P.Fedorets ... V.Koptev et al.
 a^{0+} resonance production in the reaction $pp \rightarrow d\pi^+a^0$ close to the K^+ anti – K^0 threshold to be submitted to Yad. Fis.

8. Работы, планируемые в 2005 году.

- 1) Завершить модернизацию детектирующей системы спектрометра ANKE.
- 2) Провести сеанс измерений a_0 мезонов в реакции $dd \rightarrow He4(a_0 \rightarrow K+K^-)$
- 3) Завершить обработки данных по исследованию двух-ступенчатого и кластерного механизмов рождения K^+ -мезонов в $K+p$, $K+d$ корреляциях при pC взаимодействиях при энергии 1.2 ГэВ .
- 4) Завершить обработку данных по исследованию отношения сечений рождения K^+ -мезонов на нейтронах и протонах в pp и pd соударениях при энергиях 1.3 ГэВ, 1.35 ГэВ, 2 ГэВ и 2.65 ГэВ.
- 5) Завершить обработку данных по рождению a_0 -мезонов в pp и pd соударениях при энергии 2.65 ГэВ и 2.83 ГэВ.

10. Объем финансирования в 2004 г.

Миннауки:	10000\$
Н.Ц.Юлих:	42 человеко-месяцев визитов

Тема μ SR.

1. Исследование магнитной структуры твердых тел.

2. Участники проекта: ПИЯФ РАН, ОФВЭ, ЛМФКС.

6 научных сотрудников, руководитель к.ф.-м.н. В.П.Коптев.

3. Период выполнения проекта и его этапов 2004 – 2006 гг.

4. Краткая формулировка целей проекта :

Исследование магнитных фазовых переходов и распределения локальных магнитных полей в системах с конкурирующим взаимодействием.

5. Аннотация основных результатов 2004 года:

В 2004 году работы по μ SR исследованию проводились в двух направлениях.

Во-первых, была завершена обработка данных по измерению необычного фазового состояния в $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x$ в области концентраций $x \approx 0.30$, выполненному в 2002 году в PSI и в 2003 году на мюонном канале ПИЯФ.

Во-вторых, начало работ по исследованию возможного магнитного перехода в асперомагнитное состояние в образцах $\text{Pd}_3(\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x})$. Для образца с $x=0.984$ была завершена обработка экспериментальных данных, полученных в 2003г. Для образца с $x=0.97$ были выполнены измерения и начата обработка экспериментальных данных.

б. Основные результаты работы по Проекту в 2004 году.

В 2002г. в PSI и в 2003г. в ПИЯФ нами были выполнены дополнительные измерения с более высокой статистической точностью, которые были полностью обработаны в 2004г. Это позволило уточнить магнитную фазовую диаграмму сплава $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x$ и определить область существования нового фазового состояния (Рис.1). Показано, что эта фаза характеризуется сильной спиновой динамикой не только вблизи перехода, но и при более низких температурах, вплоть до перехода в состояние спинового стекла.

Анализ полученных данных позволяет предположить, что данное магнитное состояние связано с образованием (антиферро?) магнитных кластеров мезоскопических размеров, спиновая динамика которых, по крайней мере вблизи перехода из парамагнитной фазы, аналогична динамике суперпарамагнетизма

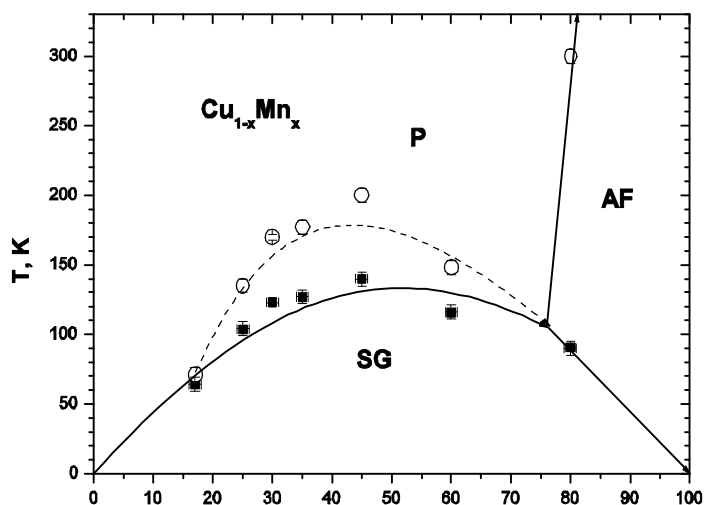


Рис. 1. Фазовая диаграмма сплава $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x$

Исследование сплава $\text{Pd}_3(\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x})$ является прямым продолжением μSR исследований ранее проводимых в ПИЯФ с концентрированными магнетиками $\text{Fe}_{1-x}\text{Ni}_x\text{Cr}$ и $\text{Pt}_3(\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x})$. В этих сплавах нами впервые были обнаружены магнитные фазовые переходы в асперомагнетик внутри ферромагнитной фазы, были исследованы температурные зависимости этих переходов от концентрации x и величины внешнего поля и показано, что это переходы типа Габья-Тулуза. Недавно, исследования в ПИЯФ с поляризованными нейтронами указали, что для сплава $\text{Pd}_3\text{Fe}_{0,984}\text{Mn}_{0,016}$ переходящем в ферромагнетик при температуре 39К, в области температур 25 – 30 К наблюдается необычное поведение деполяризации спина нейтрона. Это может служить указанием на возникновение внутри ферромагнитной фазы нового фазового состояния типа асперомагнетик или закрученный магнетик. В 2003г. нами были выполнены первые μSR измерения сплава $\text{Pd}_3\text{Fe}_{0,984}\text{Mn}_{0,016}$. Цель измерений была выяснить возможности μSR метода для этого типа сплавов.

Анализ полученных данных показал, что в динамической релаксации спина мюона при температуре 39К наблюдается очень узкий (1-2К) магнитный фазовый переход, что указывает на высокую однородность изготовленного образца (Рис.2) . При температурах (22 – 27)К наблюдается слабое указание на возможный переход в еще одно фазовое состояние.

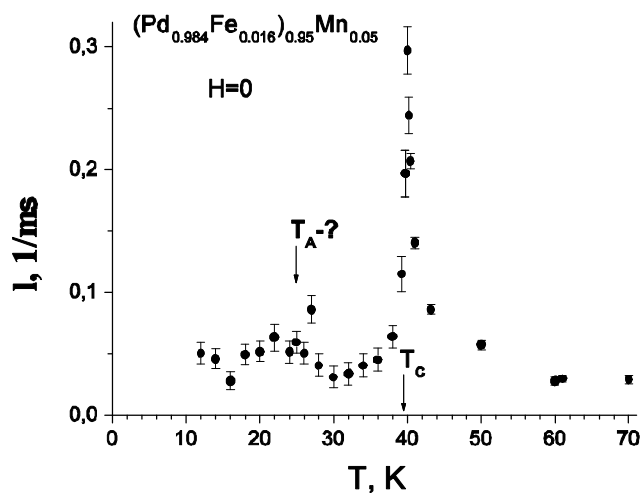


Рис.2 Динамическая релаксация поляризации мюонов.

Измерение вида функции релаксации с высокой статистической точностью показало (Рис.3), что в диапазоне температур $>25\text{K}$ образец $\text{Pd}_{3}\text{Fe}_{0,984}\text{Mn}_{0.016}$ находится в состоянии коллинеарного магнетика (ферромагнетика) с разбросом магнитных полей $\approx 200\text{ Гс}$ и средней величиной магнитного поля на мюоне $\approx 600\text{ Гс}$ (Рис.4). Это в 3 раза ниже величины поля полученного из нейтронных исследований, что, по-видимому, указывает на большую величину контактного поля электронов, компенсирующего действие дипольных магнитных полей.

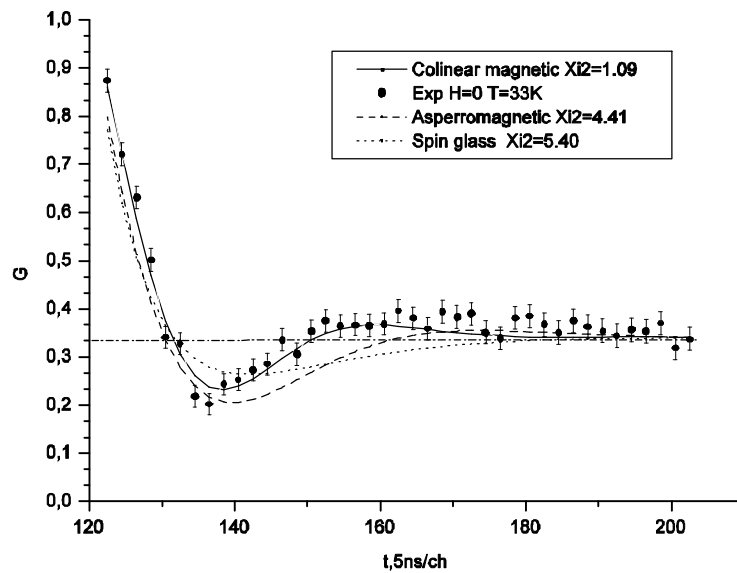


Рис.3 Вид функции релаксации; $T=33\text{K}$, $H=0$

При температурах ниже 20К наблюдается уменьшение величины магнитного поля на мюоне, что может служить указанием на проявление новой магнитной фазы. Однако, полученной статистической точности оказалось недостаточно для однозначного восстановления вида функции релаксации в этом диапазоне температур.

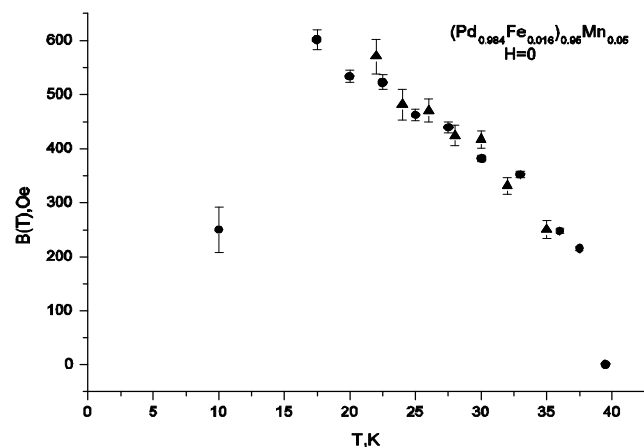


Рис.4 Зависимость среднего поля на мюоне от температуры.

6. Настоящая работа является частью кандидатской работы С.А.Котова.

Частично приведенные результаты были доложены в феврале 2004г. на зимней школе.

Работа: С.А.Котов, С.Г.Барсов, А.Л.Геталов, В.П.Коптев, С.М.Микиртычьянц, Г.В.Щербаков, «Исследование необычного магнитного фазового перехода в сплавах $Cu_{1-x}Mn_x$ μ SR – методов», подготавливается к публикации.

8. Формулировка основных задач по проекту на 2005г.

В 2005г. планируется продолжить работу по исследованию возможного магнитного фазового перехода в асперомагнитное состояние $Pd_3(Fe_xMn_{1-x})$.

Планируется:

- завершить обработку данных по исследованию образца $Pd_3Fe_{0.97}Mn_{0.03}$.
- провести измерение локальных магнитных полей с большой статистикой в области температур 10 – 20 К, т.е. той области температур, где было получено экспериментальное указание на возможное проявление асперомагнитного состояния.

10. Объем финансирования в 2004г.

300 тыс. руб. из них 100 тыс. руб. на материалы и 70 тыс. руб. на оборудование.