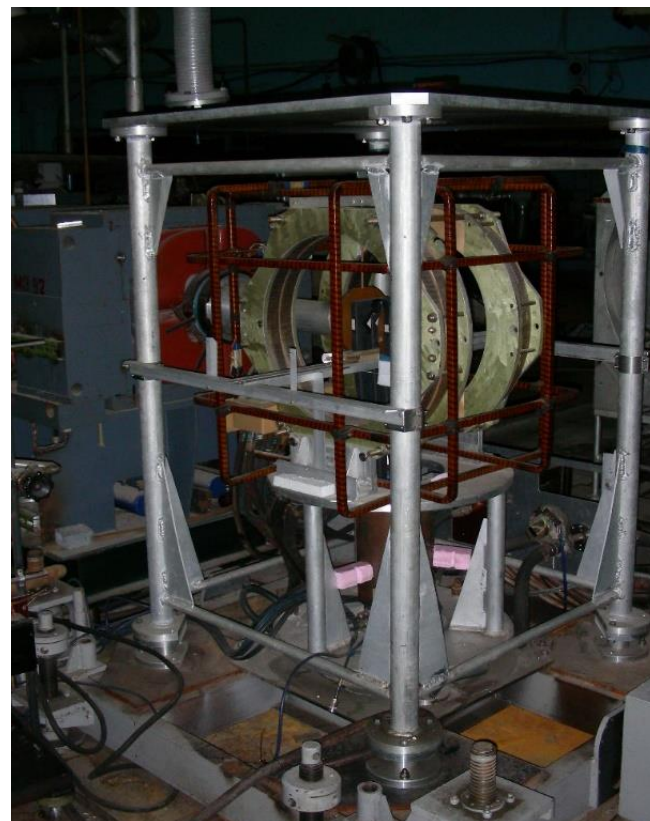
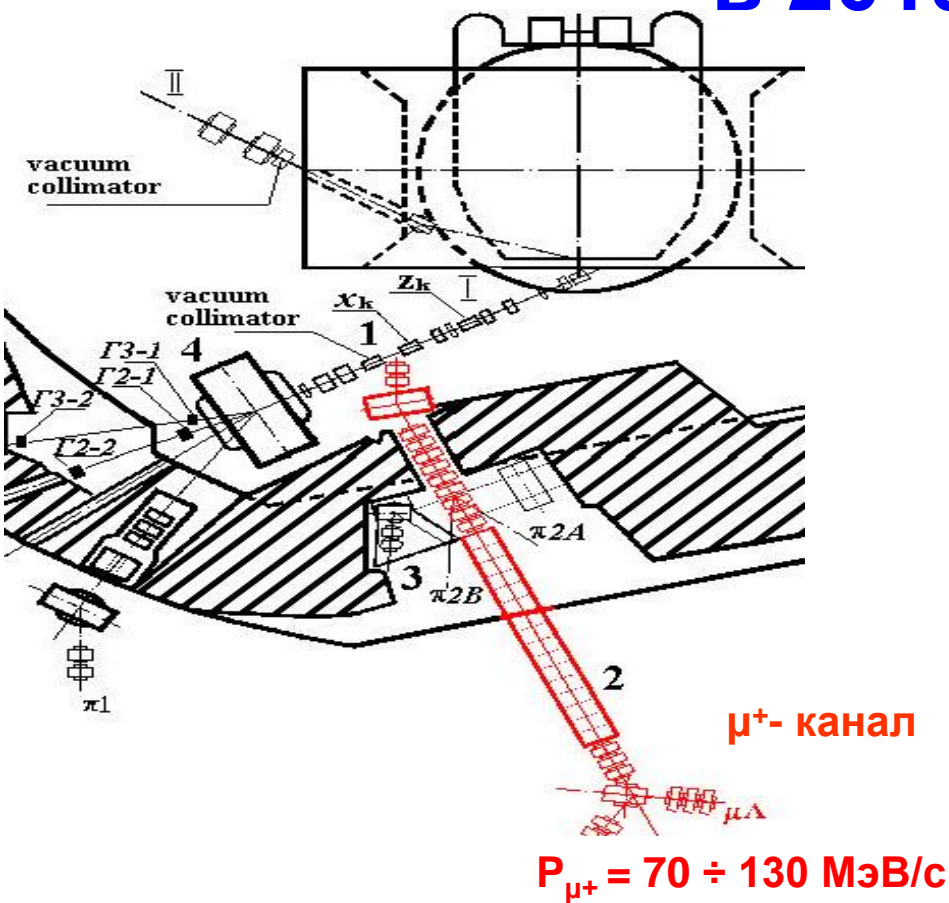


Лаборатория мезонной физики конденсированных сред в 2019 году



Штат лаборатории МФКС:

Воробьев С.И.	– и.о. зав. лаб., к.ф.-м.н.
Щербаков Геннадий Васильевич	– с.н.с.
Геталов Александр Леонидович	– с.н.с., к.ф.-м.н.
Комаров Евгений Николаевич	– с.н.с., к.ф.-м.н.
Котов Сергей Арестович	– с.н.с.
Барсов Сергей Григорьевич	– с.н.с., к.ф.-м.н.
Микиртычьянц Сергей Михайлович	– с.н.с., к.ф.-м.н.
Дзюба Алексей Александрович	– с.н.с., к.ф.-м.н.
Виноградова Людмила Леонидовна	– ст. лаб.
Чёрная Елена Николаевна	– ст. лаб.
Петров Геннадий Егорович	– с.н.с.
Чуликов Владимир Владимирович	– лаб.-иссл. (аспирант)
Лозичная Надежда Викторовна	– инженер 1 категории

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ в 2019 году:

1. Завершено μ SR-исследование динамики внутренних магнитных корреляций в мультиферроике $Tb(Vi)MnO_3$ в магнитоупорядоченном и парамагнитном состояниях.

Совместно с ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург.

2. Завершено исследование магнитных свойств феррожидкости с наночастицами $CoFe_2O_4$ с объемной концентрацией 3%.

Готовится публикация.

Совместно с ОИЯИ (Дубна);

Horia Hulubei National Institute of Physics and Nuclear Engineering, Bucharest, Romania;

Center for Fundamental and Advanced Technical Research, Timisoara, Romania;

Department of Physics Polytechnika University of Bucharest, Romania.

При исследовании мультиферроика $Tb_{0.95}Bi_{0.05}MnO_3$ с помощью μSR -метода был обнаружен ряд особенностей, которые не наблюдались при изучении других мультиферроиков-манганитов, в том числе и $TbMnO_3$.

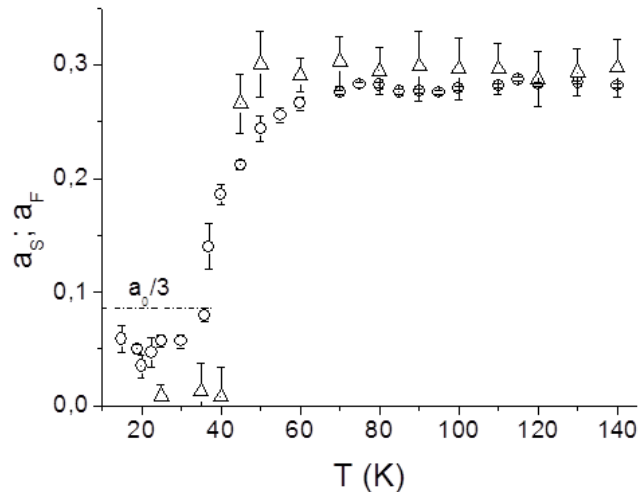
Так, под действием слабого внешнего магнитного поля (~ 300 Гс) в диапазоне температур 80 – 150 К появилось расслоение образца на две фракции по динамике внутренних магнитных корреляций. В одной из фракций ($\sim 50\%$ образца), которую мы относим к областям фазового расслоения, время жизни превышает время измерения (10 мкс) и фазовое расслоение обусловлено появлением в образце ионов марганца различной валентности (Mn^{3+} и Mn^{4+}).

Величина 50% образца согласуется с относительным содержанием ионов Mn^{4+} , которые появились в результате замещения ионов Tb^{3+} ионами Bi^{3+} , если учесть, что каждый ион Bi^{3+} может вызывать появление восьми ионов Mn^{4+} . Вторая фракция в этом же диапазоне температур формируется парными корреляциями ионов ($Mn^{3+}-Mn^{3+}$) в областях ближнего магнитного порядка в матрице исходного кристалла, на которые магнитное поле 290 Гс слабо влияет.

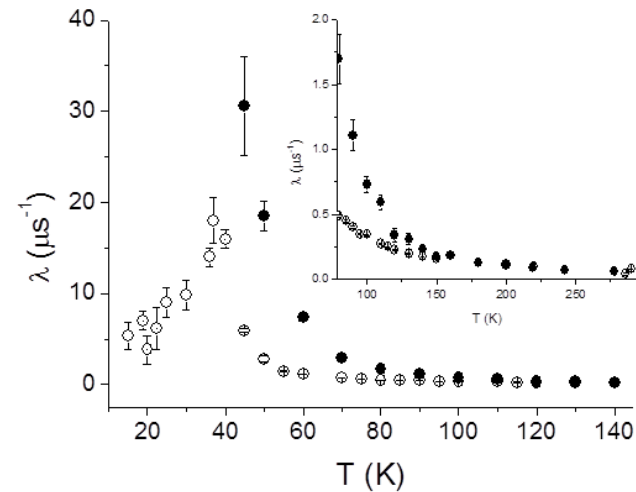
В области температур магнитоупорядоченного состояния $T < T_N = 40$ К наблюдались два мюониевых канала релаксации поляризации мюонов.

Первый канал связан с образованием мюонных ферромагнитных комплексов ($Mn^{3+}-\mu-Mn^{4+}$) в областях фазового расслоения. В этих комплексах мюон теряет поляризацию в результате сверхтонкого взаимодействия в мюонии за время меньше 10^{-8} с.

Второй канал возникает из-за образования мюонии с разорванной сверхтонкой связью в исходной матрице образца. В этом случае скорость релаксации поляризации большая, но мюон остаётся квазисвободным при взаимодействии с локальными магнитными полями циклоиды. Вклады в деполяризацию мюонов этих двух каналов примерно одинаковы.



Температурная зависимость асимметрии: a_s - светлые точки (H=0); a_F - треугольники (H=290 Гс).



Температурная зависимость скорости релаксации поляризации мюона; λ_s – светлые точки (H=0), λ_F – тёмные точки (H=290 Гс).

Феррожидкость с наночастицами CoFe_2O_4

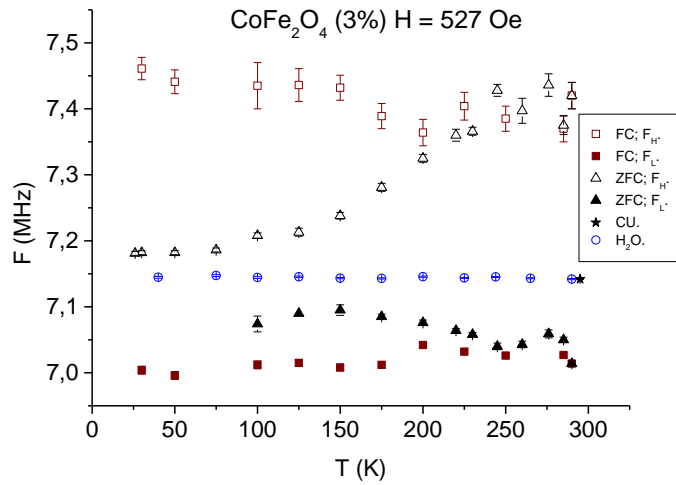


Рис. Температурная зависимость частот прецессии спина мюона в магнитном поле $H=527$ Гс при ZFC и FC условиях охлаждения; индексы H и L соответствуют фракциям мюонов с высокими и низкими частотами прецессии; звездочкой показана частота мюонной прецессии в эталонном медном образце, светлые точки – в чистой воде.

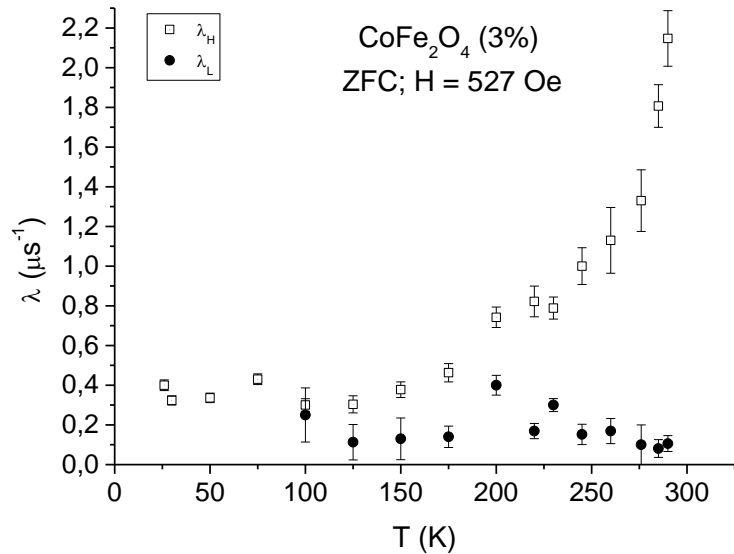


Рис. Температурная зависимость скоростей релаксации спина мюона в поперечном магнитном поле 527 Гс; λ_H – светлые значки и λ_L – темные значки.

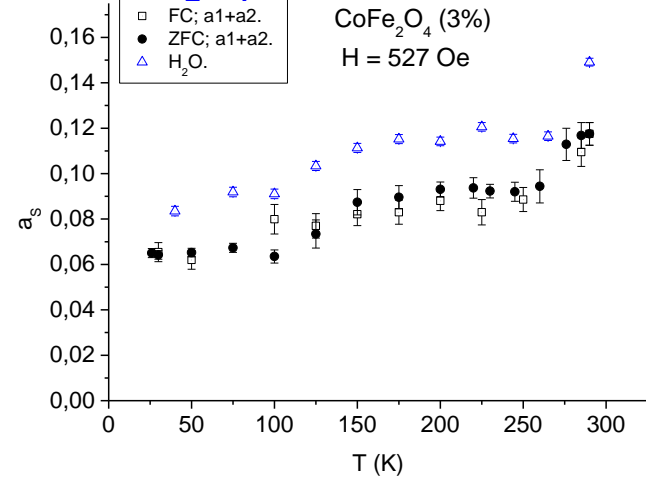


Рис. Температурные зависимости долей асимметрии мюонной компоненты (a_H+a_L) в поперечном магнитном поле $H=527$ Гс при ZFC-режиме измерений – светлые квадраты, при FC-режиме измерений – тёмные точки, в чистой воде – светлые треугольники.

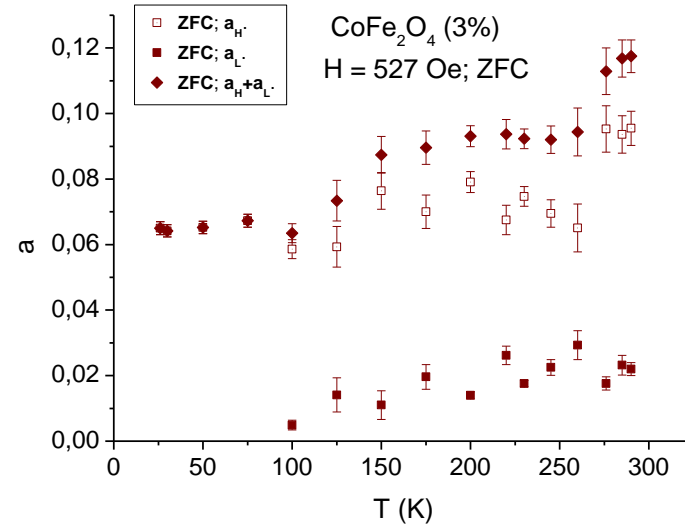


Рис. Температурные зависимости долей асимметрии мюонной компоненты в поперечном магнитном поле $H=527$ Гс при ZFC-режиме измерений индексы H и L соответствуют фракциям мюонов с высокими и низкими частотами прецессии: a_H – светлые квадраты, a_L – тёмные квадраты, (a_H+a_L) – ромбы.

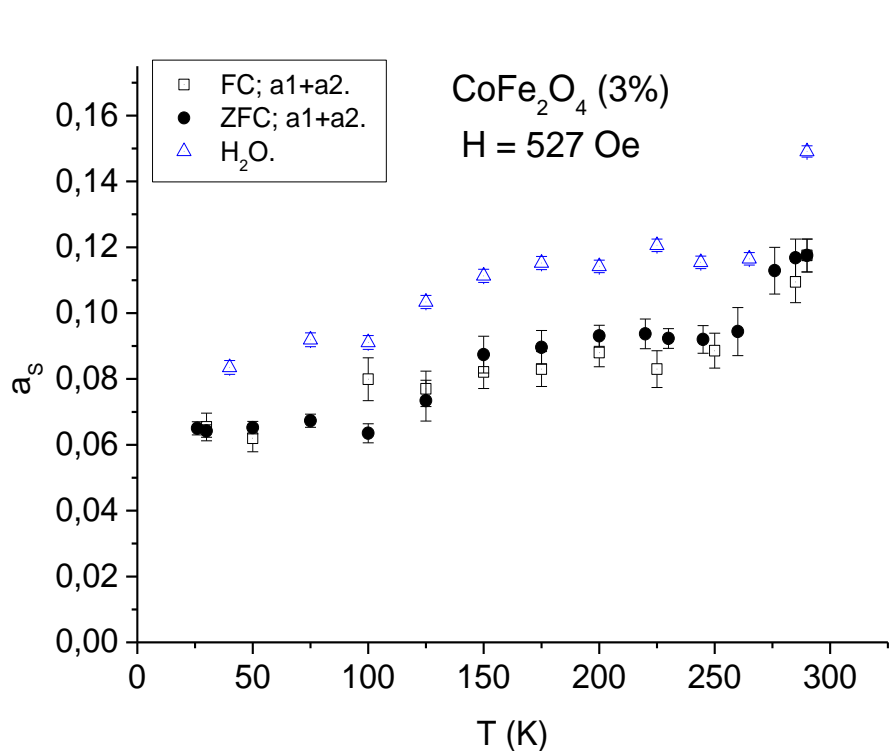


Рис. Температурные зависимости долей асимметрии мюонной компоненты (a_H+a_L) в поперечном магнитном поле $H=527$ Гс при ZFC-режиме измерений – светлые квадраты, при FC-режиме измерений – тёмные точки, в чистой воде – светлые треугольники.

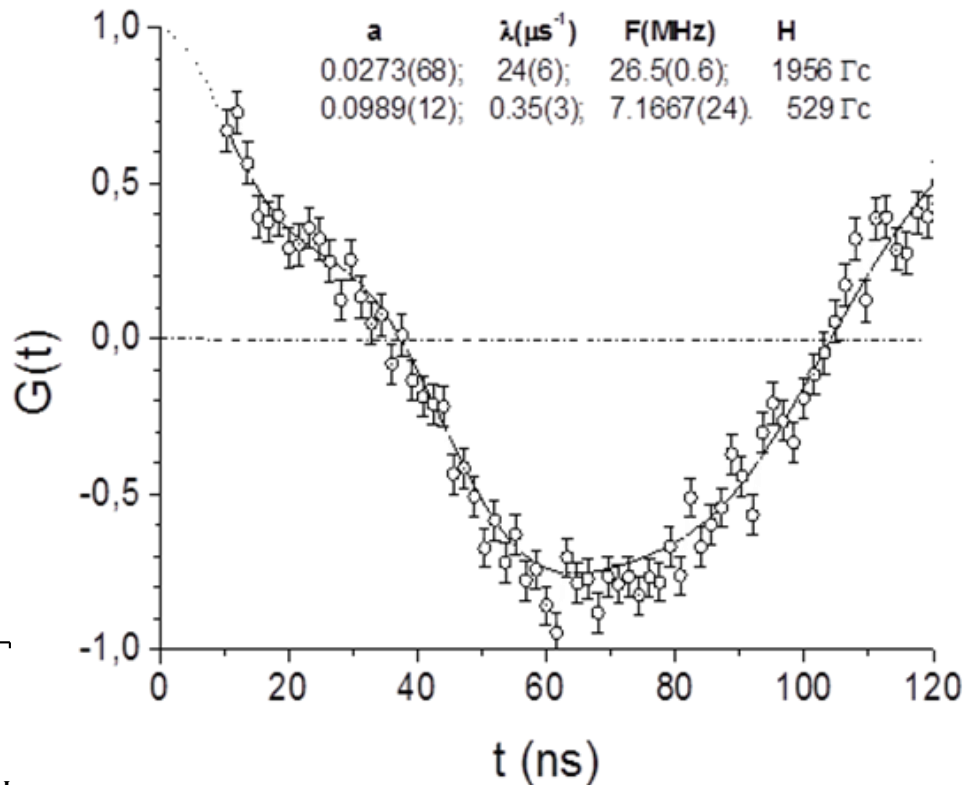
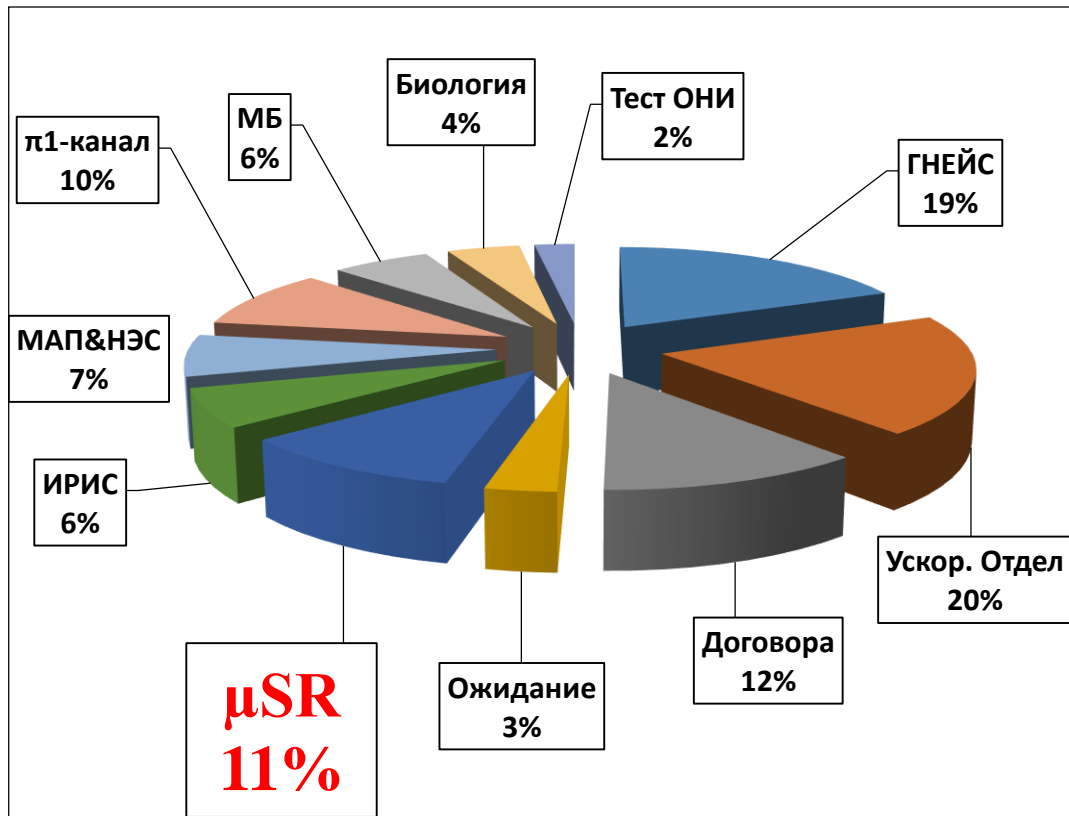


Рис. 4 Функция $G(t)$ в CoFe₂O₄ (3%) ZFC-измерение, при температуре 26–100 К во внешнем магнитном поле $H=527$ Гс

Сумма парциальных амплитуд во всех температурных точках почти на 20% меньше амплитуды полученной на воде (H_2O). Такое отличие можно объяснить тем, что часть мюонов останавливается в самих наночастицах, где магнитное поле значительно больше внешнего магнитного поля ($H=527$ Гс). Виден вклад с амплитудой $a=0.027(7)$, со скоростью релаксации $\lambda=24(6)\mu s^{-1}$ и частотой $F=26.5(6)$ МГц, которая соответствует магнитному полю 1.96(44) кГс.

Это прямое измерение намагниченности наноразмерного объекта.

Синхроциклотрон СЦ-1000 в 2019 году отработал 2980 часов:



**Благодарим всех сотрудников
Ускорительного отдела
за их профессионализм и
самоотверженный труд!**

Публикации за 2019 год:

А.Л. Геталов, С.И. Воробьев, Е.Н. Комаров, С.А. Котов, Г.В. Щербаков. *Программа MNK2018 для обработки данных μ SR-эксперимента. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019663498* от 17.10.2019.

С.И. Воробьев, А.Л. Геталов, Е.И. Головенчиц, Е.Н. Комаров, С.А. Котов, В.А. Санина, Г.В. Щербаков. *μ SR-исследование динамики внутренних магнитных корреляций в мультиферроике $Tb(Bi)MnO_3$ в магнитоупорядоченном и парамагнитном состояниях. Письма в ЖЭТФ*, 2019, том **110**, вып. 2, с. 118 – 125.

S.I. Vorob'ev, A.L. Getalov, E.I. Golovenchits, E.N. Komarov, S.A. Kotov, V.A. Sanina, and G.V. Shcherbakov. *μ SR Study of the Dynamics of Internal Magnetic Correlations in $Tb(Bi)MnO_3$ Multiferroic in Magnetically Ordered and Paramagnetic States. JETP Letters*, 2019, Vol. **110**, No. 2, pp. 133 – 139.

M. Balasoiu, T.N. Astaf'eva, S.G. Barsov, I. Bica, V.N. Duginov, D. Fluorashu, A.L. Getalov, K.I. Gritsay, E.N. Komarov, S.A. Kotov, S.N. Lysenko, G.V. Scherbakov, C. Stan, S.I. Vorob'ev. *Investigation of magnetic structure of the ferrofluid with cobalt ferrite nanoparticles by polarized muons. International Conference on Magnetic Fluids – ICMF 2019*, Sorbonne Université in Paris (France) July 8-12, 2019.



Планы на 2020 год:

1. Исследование наноструктурированных магнитных систем.

Изучение распределения магнитных наночастиц в эластомерной матрице.

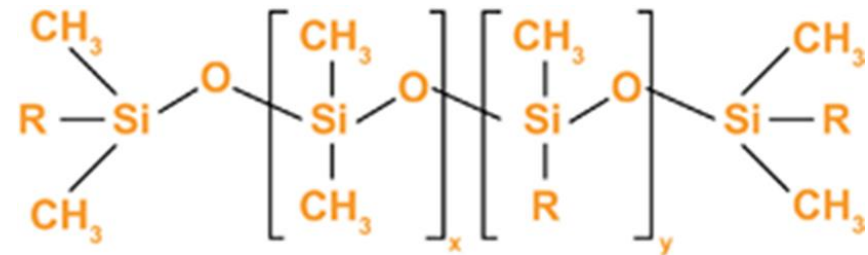
Образцы эластомера с объемной концентрацией 0%, 1%, 5%, 10%, 15% однодоменных наночастиц CoFe_2O_4 (покрытых слоем додецилсульфата натрия $\text{NaCH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3$ (SDS) и слоя лауриновой кислоты, $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$ (LA).

Совместно с ОИЯИ (Дубна);

Horia Hulubei National Institute of Physics and Nuclear Engineering, Bucharest, Romania;

West University of Timisoara, Timisoara, Romania;

University Politehnica of Bucharest, Romania.

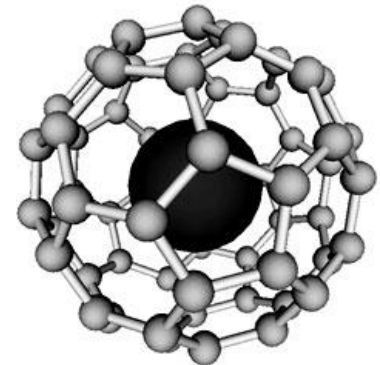


R = -OH, -CH=CH₂, -CH₃, or another alkyl or aryl group

2. Провести пробные исследования эндометаллофуллеренов.

Совместно с Научно-техническим инжиниринговым центром «Углеродные структуры»:

Лаборатория химии и спектроскопии углеродных материалов.





2020