

## Ядерная магнитная релаксация в алмазных наночастицах с поверхностью, модифицированной ионами $Mn^{2+}$

Чижикова А.С.<sup>1</sup>, Юдина Е.Б.<sup>1</sup>, Panich А.М.<sup>2</sup>, Shames А.І.<sup>2</sup>, Алексенский А.Е.<sup>1</sup>, Вуль А.Я.<sup>1</sup>

chizhikova@mail.ioffe.ru

<sup>1</sup> ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт Петербург, Россия

<sup>2</sup> Physics Department, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva, Israel

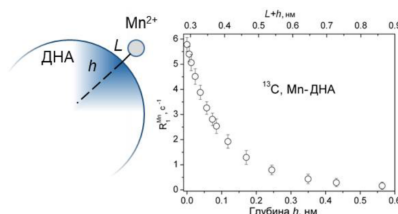
Недавно нами была экспериментально продемонстрирована возможность модификации поверхности детонационных наноалмазов (ДНА) ионами редких земель [1] и показано, что ДНА, с поверхностью, модифицированной ионами гадолиния  $Gd^{3+}$ , перспективны в качестве контрастных агентов в магнитно-резонансной томографии [2].

В представленной работе анализируются результаты исследования ядерного магнитного резонанса в ДНА, с поверхностью, модифицированной ионами марганца  $Mn^{2+}$  (ДНА-Mn) [3-5].

Измерены времена релаксации протонов и получены МРТ-изображения водных и солевых суспензий ДНА-Mn, а также покрытых поливинилпирролидоном с различной концентрацией марганца. Взаимодействие ядерных спинов углерода с парамагнитными ионами  $Mn^{2+}$  приводит к ускорению ядерной спин-решеточной релаксации и уширению резонансной линии  $^{13}C$ . Разработан новый подход, позволивший определять скорости ядерной спин-решеточной релаксации с пространственным разрешением и ширину линий ЯМР в наночастицах. Примененный к системе ДНА-Mn этот подход позволил определить вклад парамагнитных ионов  $Mn^{2+}$ , в скорость спин-решеточной релаксации ядер  $^{13}C$ , расположенных на разном расстоянии от поверхности частицы ДНА (Рис).

Сравнение полученных значения скоростей релаксации в ДНА-Mn, аналогичными для ДНА-Gd и контрастным веществом Dotarem®, позволяет сделать вывод, что ДНА-Mn может являться новым контрастным веществом для МРТ.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № FFUG-2024-0019.



Зависимость скорости спин-решеточной релаксации  $R_1$  ядер  $^{13}C$ , находящихся вблизи  $Mn^{2+}$ , от глубины расположения внутри кристалла ДНА [5].

### Ссылки

1. Е. В. Yudina, А. Е. Aleksenskii, I. G. Fomina, А. V. Shvidchenko, D. P. Danilovich, I. L. Eremenko, and А. Ya. Vul, *Eur. J. Inorg. Chem.* (2019), 2019, 4345.
2. А.М. Panich, M. Salti, S.D. Goren, Е.В. Yudina, А.Е. Aleksenskii, А. Ya Vul', and А.І. Shames, *J. Phys. Chem. C* (2019), 123, 2627.
3. А.М. Panich, А.І. Shames, А.Е. Aleksenskii, Е.В. Yudina, and А. Ya. Vul', *Diam. Relat. Mater.* (2021) 119, 108590.
4. А.М. Panich, M. Salti, А.Е. Aleksenskii, Y.V. Kulvelis, А. Chizhikova, and А. Ya. Vul', А.І. Shames, *Diam. Relat. Mater.* (2023) 131, 109591.
5. А.М. Panich, А.Е. Aleksenskii, Е.В. Yudina, and А. Ya. Vul', *J. Phys. Chem. C* (2022) 126, 1489.