

## Отзыв

на автореферат диссертации Богайчука Александра Вячеславович  
**«Корреляционный метод оценки времен спин-спиновой и эффективной  
спин-спиновой релаксации и аппаратный комплекс ЯМР-  
релаксометрии для анализа твердотельных полимеров»**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики  
материалов, изделий, веществ и природной среды»

Релаксометрия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) является перспективным инструментом для изучения и оценки качества различных материалов. Огромными плюсами данного метода является неинвазивность, что позволяет сохранить материал, а также возможность применения в портативных ЯМР установках. Работа А.В. Богайчука посвящена исследованию полимеров используя современные методы обработки данных, такие как обратное преобразования Лапласа к экспериментальным результатам ЯМР-релаксометрии. Данный подход дает возможность выделить различные компоненты сигнала, что позволяет получать корреляцию между распределением времен релаксации протонов в полимерах с такими параметрами как плотность сшивки, температура стеклования и т.д.

Полимеры играют важную роль благодаря своим уникальным свойствам и находят применение в различных отраслях: упаковка, автомобилестроение и здравоохранение. Для анализа и улучшения их качества необходимы методы контроля, которые позволяют проводить исследования без разрушения материала.

Из достоинств работы хочется отметить, что был разработан и реализован новый аппаратный комплекс модульного исполнения для проведения экспериментов ЯМР с возможностью перестройки частоты от 0,5 до 500 МГц и цифровым квадратурным детектированием сигнала. Данный аппаратный комплекс имеет большие возможности применения для широкого круга задач и возможность исследование ЯМР на широком классе ядер. А разработанный новый способ улучшения однородности магнитного поля в сборке Хальбаха из постоянных магнитов позволяет создавать мобильные ЯМР установки.

Также хотелось бы отметить новый корреляционный метод оценки времен спин-спиновой и эффективной спин-спиновой релаксации  $T_2$ - $T_{2эф}$ , который может быть использован для получения дополнительной информации об исследуемых образцах методами ЯМР-релаксометрии твердого тела.

Диссертационная работа А.В. Богайчука хорошо написана, четко сформулированы объект, предмет, цели и задачи исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимости результатов исследования.



Основные положения диссертации опубликованы в 4 статьях в научных журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, получен 1 патент на изобретение.

Однако, положительно оценивая научное содержание автореферата, можно отметить некоторые **замечания**:

1. На рисунке 6 приведены температурные зависимости различных времен релаксации в образце ПВХ, но анализировать эти зависимости достаточно сложно ввиду мало изменения параметров при нагреве и из-за наличия больших ошибок измерения (стандартных отклонений). Возможно, следовало увеличить точность измерений или выбрать в качестве образца иной объект, с более выраженными зависимостями приводимых параметров от температуры.
2. В тексте автореферата на стр. 14 А. В. Богайчук рассуждает о поведении отношения  $T_{2эф}/T_2$ , однако не приводит графика зависимости этого отношения (в том числе и в основном тексте диссертации), это усложняет для читателя возможность проследить за мыслью автора.

Несмотря на указанные непринципиальные замечания, считаю, что диссертация Богайчука Александра Вячеславовича выполнена на высоком современном уровне, является ценным и законченным исследованием. По моему мнению, работа в полной мере соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ФГБУН «Институт физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук»

05.12.2023 г.

 /Юдин Алексей Николаевич

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Подпись сотрудника ИФП РАН Юдина Алексея Николаевича удостоверяю:  
Заместитель директора по науке Института физических проблем им. П.Л. Капицы РАН

05.12.2023 г.



 /Трояновский Алексей Маркович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук» (ИФП РАН)

Адрес: 119334 г. Москва, ул. Косыгина, д. 2

тел.: +74991373248

Сайт: <https://www.kapitza.ras.ru/>