

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Козиненко Виталия Павловича
«Индукцируемая параводородом поляризация ядерных спинов под воздействием переключаемых статических и осциллирующих магнитных полей», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Козиненко Виталий Павлович работает в МТЦ СО РАН с 2018 года и за это время он успешно выполнил сначала бакалаврскую и магистерскую, а затем аспирантскую квалификационную работу. С 2020 года он проходит обучение в аспирантуре Новосибирского государственного университета. Диссертационная работа Виталия Павловича посвящена развитию методов повышения чувствительности спектроскопии ЯМР за счет рационального использования неравновесного спинового порядка молекулы параводорода.


В ходе работы Козиненко В. П. зарекомендовал себя наилучшим образом, занимаясь как численным моделированием спиновой динамики, так и экспериментальными ЯМР исследованиями неравновесных спиновых систем. Он активно проявлял себя при постановке задач, проведении экспериментов и расчетов, интерпретации результатов и подготовке публикаций. При непосредственном участии Виталия были подготовлены 13 статей, опубликованные в высокорейтинговых международных журналах, четыре из которых были использованы при написании диссертации. Он также выступал исполнителем 6 грантов Российского Фонда Фундаментальных Исследований и 4 грантов Российского Научного Фонда. Необходимо также отметить, что в 2022 году, Козиненко В. П. стал лауреатом стипендии президента РФ для аспирантов. Помимо научной работы Козиненко В. П. в течении двух лет проводил семинарские занятия по курсу «Физика и химия атомов и молекул» для студентов четвертого курса ФФ НГУ.

Результаты работы Козиненко В. П., представленные в диссертации, являются значимым шагом для области индуцируемой параводородом поляризации (ИППЯ), охватывая широкий спектр как существующих, так и оригинальных экспериментальных подходов. Примером развития существующей методики стала оптимизация адиабатической двухрезонансной РЧ схемы для конверсии ИППЯ в намагниченность ядер ^{13}C в сильном магнитном поле ЯМР спектрометра. Тщательный подбор экспериментальных условий, а также теоретический расчет профиля «постоянной адиабатичности» для переключения РЧ возбуждения позволили наблюдать рекордные для ИППЯ на тот момент усиления сигналов ^{13}C . Следующим шагом стало подробное исследование различных способов конверсии ИППЯ в намагниченность ядер ^{13}C в ультраслабом магнитном поле, в результате которого впервые было теоретически и экспериментально показано превосходство метода адиабатической развертки поля перед другими схемами переноса ИППЯ. На основании полученных данных Козиненко В. П. был также предложен простой метод оптимизации профиля развертки поля, требующий только расчета полевой зависимости средней поляризации, что позволяет применять его даже к сложным многоспиновым системам.

Большое внимание в работе Козиненко В. П. уделено методу обратимого обмена (SABRE) с параводородом. Так, впервые были получены усиления сигналов для ядер *транс*-азобензола, прямая поляризация которого методом SABRE затруднена стерически. Достичь этого удалось объединением в одном эксперименте SABRE поляризации *цис*-азобензола и *цис-транс*-изомеризации азобензола под действием света. Это в том числе позволило Виталию создать гиперполяризацию синглетного порядка пары ядер ^{15}N в $^{15}\text{N}_2$ -*транс*-азобензоле, время жизни которого на два порядка превышало время релаксации ^{15}N намагниченности. Также им был предложен метод создания высокой поляризации ядер ^{15}N в подходе SABRE без использования магнитного экрана. Перенос поляризации в данном

случае происходит в статическом поле порядка 100 микротесла под действием поперечного осциллирующего магнитного поля. Численные расчеты и многочисленные эксперименты с широким спектров субстратов показали, что эффективность данного метода оказывается выше эффективности SABRE в магнитном экране при том, что его реализация требует значительно меньших денежных и трудовых затрат и может быть выполнена практически в любой лаборатории, имеющей ЯМР спектрометр.

На основании написанного, считаю, что Козиненко В. П. достиг уровня, позволяющего самостоятельно определять цель своего исследования, ставить необходимые задачи и успешно выполнять их. Диссертация, представленная Козиненко Виталием Павловичем, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества, а ее автор – присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель:
кандидат химических наук
с.н.с. Лаборатории фотохимических радикальных реакций
Кириютин Алексей Сергеевич / 

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт «Международный томографический центр»
Сибирского отделения
Российской академии наук (МТЦ СО РАН)
ул. Институтская 3а, Новосибирск
630090, Россия
Тел.: (383) 333-13-33
Эл. почта: kalex@tomo.nsc.ru
1 марта 2024 г.

Подпись Кириютин А.С. заверяю.
Ученый секретарь МТЦ СО РАН
К.Х.Н. Яньшоло Л.В.

