

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

д.ф.-м.н., г. н. с. Юрковской Александры Вадимовны
на диссертационную работу Шеберстова Кирилла Федоровича
«Долгоживущие состояния в системах ядерных спинов,
близких к эквивалентности»

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Шеберстов Кирилл Федорович начал работать в МТЦ СО РАН в 2016 году. Будучи младшим научным сотрудником ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС» в г. Москве, он по личной инициативе прошел стажировку в МТЦ СО РАН, выполнив ряд исследований в рамках гранта РФФИ 15-13-20035 “Фото-индуцированная спиновая гиперполяризация в конденсированных средах”. Он работал в МТЦ по договорам подряда, в апреле 2017 году нами был написан проект РФФИ (17-33-50077) «Ядерная спиновая гиперполяризация и долгоживущие спиновые состояния ^{15}N -изотопомеров азобензола» на конкурс научных проектов, выполняемых молодыми учеными под руководством кандидатов и докторов наук в научных организациях Российской Федерации, с его участием в качестве исполнителя. В рамках этой программы с декабря 2017 по июль 2018 в МТЦ СО РАН Шеберстов Кирилл Федорович не только успешно выполнил поставленные в этом гранте задачи, но и получил важные научные результаты, которые составили основу его диссертационной работы. Хотя Кирилл Федорович начал свою исследовательскую деятельность по теме диссертационной работы только 3 года назад, полученные им результаты указывают на наличие очень весомого исследовательского опыта, выходящего далеко за рамки базовых знаний в области ЯМР. Кирилл Федорович получил значительный дополнительный опыт работы в области химической физики, в частности, в оптической молекулярной спектроскопии. В процессе выполнения диссертационной работы Кирилл Федорович разработал новые методы анализа и обработки двумерных спектров ЯМР высокого разрешения, им лично было написано несколько сложных компьютерных программ в средах C++, matlab, wolfram mathematica. Помимо навыков программирования, он в совершенстве овладел навыками экспериментатора, освоил новые методики, связанные с исследованиями долгоживущих состояний и ядерной спиновой гиперполяризации современными методами многоимпульсной ЯМР спектроскопии, неоднократно лично разрабатывал новые импульсные последовательности ЯМР. В сотрудничестве с группой из университета Женева он участвовал в проекте по сравнению методов Pure Shift для широкополосной протон-протонной развязки.

Кирилл Федорович также является очень квалифицированным специалистом в области проведения расчетов спиновой динамики, он прекрасно умеет пользоваться программным пакетом SpinDynamics, а также проводить анализ в рамках квантово-механического описания эволюции ядерных спинов. Именно эти знания и опыт позволили выполнить ряд сложных задач в области ЯМР синглетных состояний. Работая в нашей группе, Кирилл Федорович стал ведущим специалистом по методологии измерений долгоживущих спиновых состояний ЯМР. Он получил впечатляющие результаты, изучая

систему $^{15}\text{N},^{15}\text{N}'$ -азобензола, который представляет собой сложную мультиспиновую систему. Благодаря его усилиям удалось описать сложные процессы создания синглетных порядков при различных схемах конверсии намагниченности в синглет. Эта работа потребовала много упорства, размышлений и поиска нестандартных путей. Исследования были выполнены Кириллом Федоровичем на высоком уровне, что позволило опубликовать полученные результаты в международных журналах, таких как Journal of Chemical Physics и Applied Magnetic Resonance. Он разработал надежные методы для создания протонно-азотных долгоживущих состояний, и обнаружил исключительно долгие времена жизни синглетных состояний в сильных магнитных полях (гораздо дольше, чем мы могли поверить, начиная этот проект). Кирилл Федорович творчески объединил эти идеи с исследованиями гиперполяризации азобензола методом SABRE (Signal Amplification by Reversible Exchange) с применением параводорода и переключения магнитного поля.

Кириллом Федоровичем Шеберстовым были получены не менее впечатляющие результаты при изучении долгоживущих когерентностей, выполненные совместно с группой профессора Малкольма Левитта из университета Саутгемптона (Великобритания). В этой работе им были выполнены все ключевые эксперименты. Одним их ключевых факторов стала предложенная Шеберстовым К.Ф. методика подготовки образцов, полностью исключая влияние конвекции и испарение растворителя. Кроме того, им был предложен ряд оригинальных импульсных ЯМР методик, позволяющих создавать долгоживущие когерентности, которые представляют собой когерентность между синглетным и центральным триплетными спиновыми состояниями. Сложность решения этой задачи обусловлена тем, что в сильно связанных спиновых парах синглет-триплетные переходы практически полностью запрещены. Кириллом Федоровичем были предложены и реализованы надежные экспериментальные подходы для создания и наблюдения этих когерентностей, в результате их применения было получено рекордно долгое время жизни таких когерентностей, а соответствующая ширина линии ЯМР была 1 миллигерц. Результаты этих исследований были опубликована в журнале Physical Chemistry Chemical Physics в 2019 году.

Всего по теме диссертации Кириллом Федоровичем Шеберстовым было опубликовано 7 статей в международных рецензируемых журналах первого и второго квартиля, рекомендованных ВАК, также К.Ф. Шеберстов неоднократно участвовал в российских и международных научных конференциях.

Научная подготовка, квалификация и уровень проведенных Кириллом Федоровичем исследований, несомненно, соответствует требованиям, предъявляемым ВАК при присуждении ученой степени кандидата физико-математических наук, а диссертационная работа К. Ф. Шеберстова полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества. Считаю, что Кирилл Федорович Шеберстов, несомненно, достоин присуждения ему искомой степени.

Г.н.с. лаборатории фотохимических радикальных реакций
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института «Международный томографический центр»
Сибирского отделения Российской академии наук
д ф.-м. н. А. В. Юрковская
«1» июля 2019 г.

Подпись *А.В. Юрковская*
заверяю.
Ученый секретарь МТЦ СО РАН
д.х.н. Г.В. Романенко
01.07.2019

