

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Трепаковой Александры Игоревны «Развитие метода магнитно-резонансной визуализации по ядрам ^{13}C и ^{15}N поляризованных параводородом молекул», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Исследования А.И. Трепаковой посвящены развитию метода магнитно-резонансной томографии (МРТ) с регистрацией сигналов от ядер ^{13}C и ^{15}N . Для достижения успеха в работе применены методы гиперполяризации ядер ^1H с использованием параводорода и перенос поляризации на другие ядра, что позволяет значительно усиливать сигналы от «редких» ядер.

Актуальность исследования и научная значимость обусловлены тем, что в условиях теплового равновесия амплитуда сигнала, которая достигается в экспериментах по ядерному магнитному резонансу и магнитно-резонансной томографии, крайне мала. Особенно остро данная проблема наблюдается в исследованиях с использованием ядер, отличных от ядер водорода (^1H). Несмотря на то, что МРТ является передовым диагностическим методом, который неинвазивен и, как следствие, не влияет на протекание процессов внутри организма, вышеупомянутая проблема приводит к низкой чувствительности метода. В связи с этим становится невозможным проводить диагностику заболеваний на ранних стадиях или регистрировать сигнал от объектов с низким содержанием актуальных веществ. Поэтому развиваемые соискателем подходы, которые позволяют значительно увеличить сигнал от ядер ^{13}C и ^{15}N и, в дальнейшем, зарегистрировать изображения МРТ, крайне необходимы.

Научная новизна работы заключается в том, что соискателю удалось плодотворно соединить накопленные научные знания и продвинуть область гетероядерной магнитно-резонансной томографии с использованием методов гиперполяризации на основе параводорода на новую ступень развития. В диссертационной работе представлено сравнение эффективности методов переноса поляризации с ядер ^1H на гетероядра, что является необходимым шагом в экспериментах МРТ, на примере таких молекул как ^{13}C -этилацетат и ^{13}C -аллилпируват. Соискателем также были проведены эксперименты МРТ с использованием таких потенциальных контрастных агентов и сенсоров гипоксии как $^{15}\text{N}_3$ -ниморазол, $^{15}\text{N}_2$ - метронидазол и $^{15}\text{N}_3$ -метронидазол. Дополнительно представлена методика SLIC-SABRE, которая позволяет получить изображения МРТ не только с

молекулами, обогащенными изотопом ^{15}N , но и с естественным содержанием ^{15}N . Важно, что выбранные молекулы совместимы с живыми организмами и в дальнейшем могут быть использованы в качестве активных МРТ-агентов. В связи с этим, **практическая значимость** работы состоит в возможности применения представленных подходов и молекул для увеличения диагностического потенциала МРТ, получения дополнительной информации, которую невозможно получить с помощью протонной МРТ.

Результаты работы представлены в 7 научных статьях в высокорейтинговых журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, и **апробированы** на многих конференциях.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. В перечне решённых задач во втором и третьем пунктах изложены, по сути, две взаимосвязанные компоненты одной задачи. Не указано (и не только здесь), по какому критерию оценивается «оптимальность» импульсных последовательностей. Четвёртое положение, выносимое на защиту, не имеет необходимого признака дискуссионности, а сформулировано как констатация результата.

2. Из автореферата не ясно, какими параметрами обладали импульсные последовательности для проведения МРТ, в частности, какие были значения TR и TE.

3. В автореферате не объяснено возникновение различия в уровнях поляризации для фампридина и фампридина- ^{15}N . Отсутствует объяснение различия в мультиплетности спектров на рис. 3. За одним исключением нет описания фантомов, от которых получены изображения на рисунках.

4. Автореферат хорошо оформлен, однако в нём имеется некоторое количество стилистических и терминологических погрешностей, например:

1) В ряде мест (например, в подписи к рис. 4) автор формулирует: «... перенос поляризации с помощью слабого магнитного поля». Перенос поляризации не с помощью слабого магнитного поля, а в условиях слабого магнитного поля. Автор анонсирует, что результаты будут способствовать созданию «новых контрастных агентов». По моему мнению, создаются перспективы получения новых типов изображений, а не контрастирования.

2) Автор использует много сокращений, при этом вперемешку русско- и англоязычные, и не все они расшифрованы.

Сделанные замечания не изменяют положительной оценки научной и практической ценности диссертационной работы, являющейся законченным научным исследованием. Считаю, что диссертационная работа «Развитие метода магнитно-резонансной визуализации по ядрам ^{13}C и ^{15}N поляризованных параводородом молекул» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в том числе отвечает критериям п. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (в редакции утвержденной постановлением Правительства РФ №335 от 24.04.2016 г.), а ее автор, Трепакова Александра Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

23 октября 2023 года

В.И. Чижик

Чижик Владимир Иванович
доктор физико-математических наук по специальностям:
1.3.4 -радиофизика и 1.3.8-физика конденсированного состояния;
профессор (по кафедре радиофизики);
профессор кафедры ядерно-физических методов исследования
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».
198504, Санкт-Петербург, Петергоф, ул. Ульяновская, д. 1.
электронный адрес: v.chizhik@spbu.ru
сл. телефон: +7(812) 3636000 д. 9235

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

23 октября 2023 года

В.И. Чижик

Подпись Чижика В.И. заверяю.

24 октября 2023 г.

*Согласен и рукоп
и мне
удостоверен
Игорь
Игорь
24.10.2023*

