ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Добрыниной Е.А. «Развитие спектроскопии рассеяния мандельштама-бриллюэна для биологически значимых материалов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 — «Оптика».

Актуальность диссертационного исследования не вызывает никаких сомнений. Спектроскопия рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (РМБ) является сегодня методом бесконтактной оптической эластографии в биомеханике и механобиологии. Однако, как справедливо отмечает автор, прямая биофизическая интерпретация результатов РМБ для высокогидратированных биологических объектов до сих пор является предметом дискуссий. Вода, являясь неотъемлемой частью любых живых тканей, колоссально влияет на бриллюэновский сдвиг, из-за чего корреляция между гигагерцовым продольным модулем (M) и квазистатическим модулем Юнга (E) часто нарушается. Работа Е.А. Добрыниной направлена на преодоление этого фундаментального барьера. Понимание того, как именно ион-индуцированные взаимодействия, конформационные изменения липидов и денатурация белков влияют на спектр РМБ, критически важно для корректного применения метода в медицине, биотехнологиях и криоконсервации.

Методическую основу исследования составляет комплексный спектроскопический подход, в котором классическая спектроскопия рассеяния Мандельштама-Бриллюэна органично сочетается со спектроскопией комбинационного рассеяния света (КРС). Такой тандем методов позволил автору не только регистрировать гигагерцовые упругие модули и скорости звука, но и независимо контролировать степень гидратации объектов, а также анализировать тетраэдрическую структуру водородных связей воды по полосе валентных OH-колебаний. Важной особенностью работы является варьирование геометрий рассеяния, что дало возможность элегантно разделить вклады латеральных и ортогональных упругих свойств в планарных липидных бислоях. Экспериментальная база отличается широким охватом внешних воздействий: исследования проводились в масштабном температурном диапазоне от криогенных 90 К до физиологических 320 К, что позволило отследить конформационную динамику углеводородных цепей в гелевой фазе. Дополнительно, для верификации оптических данных и установления корреляций с макроскопической жесткостью, в работе успешно применялись механические испытания биологических тканей на растяжение.

В качестве конструктивного замечания к тексту автореферата хотелось бы остановиться на физической интерпретации релаксационных процессов. Было бы интересно в тексте автореферата увидеть в заключении краткое обсуждение того, какие именно молекулярные механизмы (перестройка водородных связей, конформационная подвижность цепей, локальные флуктуации плотности воды) вносят доминирующий вклад в наблюдаемую релаксацию. Формулировка обобщающей концептуальной модели, связывающей микроскопическую динамику воды и биополимеров с макроскопическим релаксационным

откликом, сделало бы выводы работы еще более фундаментально завершенными и удобными для цитирования коллегами из смежных областей биофизики. Приведенное замечание носит исключительно рекомендательный характер и не влияют на высокий уровень диссертации и проведенных исследований в целом.

Основные результаты по теме диссертации изложены в статьях, в реферируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Результаты исследований прошли хорошую апробацию на международных и всероссийских научных конференциях. Полученные в диссертации результаты могут быть использованы в научно-исследовательских и производственных организациях, образовательных учреждениях, сферой деятельности которых являются исследования спиновых волн в различных структурах, а также производство устройств, работающих с их использованием.

Считаю, что диссертационное исследование Добрыниной Е.А. выполнено на высоком научном уровне. Достоверность результатов подтверждается значительным количеством проведенных измерений и выбором методов экспериментального, теоретического и численного исследования. Актуальность диссертационных исследований подтверждается списком опубликованных работ по теме диссертации в ведущих мировых изданиях. Считаю, что диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и автор диссертационного исследования, Добрынина Елизавета Александровна, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 — «Оптика».

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского»
кандидат физико-математических наук
по специальностям 01.04.03 и 01.04.05,
доцент, доцент кафедры физики открытых
систем Института физики СГУ, г. Саратов.

Садовников Александр Владимирович
11 ноября 2026 г.

Контактные данные
Адрес: 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83
тел.: +79033868480
e-mail: Sadovnikovav@gmail.com

Подпись Садовникова А.В. удостоверяю
Ученый секретарь
Ученого совета СГУ В.Г. Семенова
11 ноября 2026