

ОТЗЫВ

научного руководителя д.ф.-м.н., доцента Хохловой Веры Александровны на диссертационную работу Пономарчук Екатерины Максимовны «Механическое разрушение биологических тканей в фокусированных импульсно-периодических ударноволновых полях», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7. Акустика

Диссертационная работа Е.М. Пономарчук посвящена развитию нового ультразвукового метода механического разрушения биологических тканей, получившего название гистотрипсии с кипением. Метод основан на периодическом воздействии мощных фокусированных ультразвуковых импульсов на ткань в условиях, при которых в фокусе излучателя за счет нелинейных эффектов образуются высокоамплитудные ударные фронты, взаимодействие которых с тканью приводит к ее разрушению до субклеточных фрагментов. Исследования в области гистотрипсии вызывают в последнее время растущий интерес физиков, инженеров и клиницистов, поскольку этот метод расширяет круг возможных биоэффектов, делает возможным разрушение тканей вблизи нервов, сосудов и других критических структур, ослабляя эффекты диффузии тепла, а также делает возможным визуализацию воздействия в режиме реального времени ультразвуковыми методами за счет генерации в ткани экзогенных для ультразвука микропузырьков. Успешное развитие метода для дальнейшего клинического использования во многом определяется физическими и биофизическими исследованиями. В этом смысле поставленные в диссертационной работе задачи являются несомненно актуальными и перспективными.

Работа Е.М. Пономарчук была выполнена на кафедре акустики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Свою научную работу под моим руководством Екатерина начала еще второкурсницей, в 2015 году, при выполнении курсовой работы на стыке акустики и медицины. Затем она распределилась на кафедру акустики, успешно закончила с красным дипломом бакалавриат и магистратуру и продолжила активную научную работу в аспирантуре физического факультета МГУ. Ее магистерская выпускная работа на тему «Пороги ультразвуковой атомизации коагулированной крови в фокусированных ударноволновых полях» была удостоена премии на конкурсе научных студенческих работ имени Р.В. Хохлова.

За время работы над диссертацией Е.М. Пономарчук была активным участником научно-исследовательских работ, выполняемых в нашей лаборатории при поддержке грантов РФФИ и РНФ. Научные и академические успехи Е.М. Пономарчук были отмечены различными стипендиями и грантами: Правительства РФ по приоритетным направлениям, Президента РФ для обучения за рубежом в 2021/22 учебном году, фонда развития теоретической физики и математики «БАЗИС», НОШ МГУ "Фотонные и квантовые технологии. Цифровая медицина" для аспирантов, Американского акустического общества (ASA), Общества фокусированного ультразвука (FUSF), повышенными академическими стипендиями физического факультета МГУ, а также именной стипендией благотворительного фонда В. Потанина.

Поскольку научная деятельность Е.М. Пономарчук требовала междисциплинарных знаний и умений, она показала, что способна успешно и с энтузиазмом осваивать не только близкие ей, но и совершенно новые навыки в кратчайшие сроки. За девять лет нашей совместной работы она зарекомендовала себя как активный, внимательный, целеустремленный, ответственный и заинтересованный молодой ученый, способный как к индивидуальной работе, так и к работе в команде. Екатерина легко находит общий язык с коллегами, плодотворно сотрудничает и организует совместные исследования с научными коллективами различных московских медицинских институтов.

Каждая из пяти оригинальных глав диссертации Е.М. Пономарчук содержит интересные новые результаты. Среди них хотелось бы подчеркнуть выявленные в работе особенности в проявлении нелинейных эффектов в полях фазированных ультразвуковых ре-

шеток при электронном перемещении фокуса, развитие концепции механической дозы, необходимой для полного разрушения тканей различного типа и ее связь с упругими свойствами ткани, количественная оценка степени получаемых разрушений с помощью нейросетевых методов обработки гистологических изображений. Вышесказанное свидетельствует о высокой квалификации Е.М. Пономарчук как специалиста в области использования методов нелинейной акустики в медицинских приложениях.

Переходя к общей оценке работы, следует отметить, что диссертация Е.М. Пономарчук является завершённым исследованием, актуальным как в научном, так и в практическом плане. Полученные результаты обладают всеми признаками научной новизны, были представлены на международных и российских конференциях и опубликованы в рецензируемых научных журналах, в большинстве своем – в высокорейтинговых журналах. При том, что сложные эксперименты представляемой работы проводились в сотрудничестве с коллегами из различных институтов, роль Екатерины всегда была либо ключевой, либо основной, и она является первым автором большинства включенных в диссертацию публикаций. Результаты работы вносят важный вклад в понимание физических механизмов и особенностей взаимодействия мощного импульсного фокусированного ультразвука с биологическими тканями. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Я уверена, что научные результаты, полученные Е.М. Пономарчук, представляют несомненную ценность и будут востребованы в научном сообществе учёных-исследователей, развивающих физические принципы новых методов использования мощного ультразвука в медицине, а также инженеров и медиков, при практическом использовании новых технологий в клинической практике.

Считаю, что диссертационная работа Е.М. Пономарчук «Механическое разрушение биологических тканей в фокусированных импульсно-периодических ударноволновых полях» представляет собой законченное научное исследование, полностью соответствует специальности 1.3.7. «Акустика» и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова». Рекомендую диссертационную работу «Механическое разрушение биологических тканей в фокусированных импульсно-периодических ударноволновых полях» Пономарчук Екатерины Максимовны к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7. «Акустика».

Научный руководитель:

доцент кафедры акустики физического факультета
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»
доктор физико-математических наук, доцент

В.А. Хохлова

Дата составления отзыва: 15 июня 2023 года.

119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2
Телефон: +7 (495) 939-29-52
E-mail: vera@acs366.phys.msu.ru

Подпись Хохловой Веры Александровны УДОСТОВЕРЯЮ:

Учёный секретарь учёного совета
физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова,
доктор физико-математических наук, профессор

В.А. Караваев