

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Росницкого Павла Борисовича  
«Многопараметрический анализ нелинейных эффектов в ударно-  
волновых полях фокусирующих систем для задач неинвазивной  
ультразвуковой хирургии», представленной на соискание учёной  
степени кандидата физико-математических наук по специальности  
01.04.06 – акустика

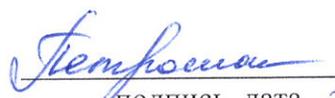
Диссертация Павла Борисовича Росницкого посвящена разработке научных основ для развития методов формирования и управления нелинейными эффектами в полях фокусирующих ультразвуковых излучателей. Работа имеет высокую практическую значимость, полученные автором результаты являются основой для создания нового поколения ультразвуковых источников для ряда медицинских приложений. Фокусированный ультразвук высокой интенсивности позволяет проводить операции неинвазивно, применяется для лечения суставов, терапии мочекаменной болезни, разрушения опухолей. Помимо тепловых методов абляции ткани, интерес вызывает новый способ механического разрушения тканей мощным ультразвуком с использованием нелинейных ударных волн – гистотрипсия, при которой используются импульсы миллисекундной или микросекундной длительности для создания кавитационного облака или локализованного кипения ткани с ее последующим механическим разрушением при взаимодействии ударных волн с паровой полостью. Для реализации данного подхода требуются излучатели, позволяющие максимально эффективно и точно обеспечивать необходимые параметры поля в фокусе. В данной работе предложен новый аналитический метод и программный комплекс для проектирования таких излучателей, позволяющий использовать уравнение ХЗК для быстрого расчета нелинейного поля в фокусе широкоапертурных излучателей. В диссертации предложен новый метод формирования ультразвукового фокусирующего излучателя в виде абсолютно плотной рандомизированной решетки элементов, что позволяет обеспечить более высокие характеристики излучателя по сравнению с имеющимися аналогами. Развитые в диссертации теоретические подходы успешно реализованы при планировании и проведении *ex vivo* экспериментов по механической деструкции тканей. Впервые продемонстрирована возможность неинвазивного разрушения аутопсийной простаты человека методом гистотрипсии с кипением.

В автореферате есть ряд незначительных погрешностей связанных с оформлением результатов. Например, повтор текста на стр. 7 вторая строка, повтор в подписи к рисунку 5 на стр. 14, “по разжижения” на стр. 19. Кроме того, на рис. 5 представлены данные для трех излучателей. На графиках рис.5а и рис. 5б указано напряжение  $V_0$  по шкале абсцисс, а на рис. 5в дана шкала для амплитуды давления  $p_0$  на поверхности излучателя. Это затрудняет сравнительный анализ результатов для рассматриваемых излучателей между

собой. На рис. 7а представлена кривая нормированной интенсивности фокусирующего излучателя на оси. Осталось без пояснения, почему максимум интенсивности находится вне фокуса. Несмотря на то, что это вызывает интерес читателя, данное замечание не является существенным, поскольку этот вопрос не входил в поставленные диссертантом задачи.

В целом диссертация является законченным исследованием, выполнена на высоком научном уровне и соответствует требованиям пп. 2.1–2.5 «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемых к кандидатским диссертациям. Считаю, что автор диссертационной работы Росницкий Павел Борисович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.06 – акустика.

Ведущий научный сотрудник, к.ф-м.н.  
(шифр научной специальности  
01.04.06 – акустика)

 Петронюк Ю.С.  
подпись, дата 29.11.19

Данные об авторе отзыва:

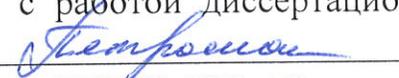
Петронюк Юлия Степановна, ведущий научный сотрудник  
Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН (ИБХФ РАН)

Адрес:

117342, Москва, ул. Косыгина, 4

Контакты:

тел.: +7 (499) 137-83-47

Я, Петронюк Юлия Степановна, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.01.08 и их дальнейшую обработку 

подпись, дата 29.11.19

Подпись Петронюк Юлии Степановны удостоверяю  
Ученый секретарь,

 Скалашкая С.И.  
подпись, дата 29.11.19

