



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**

**Заключение диссертационного совета МГУ.01.08
по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук**

Решение диссертационного совета от 12 декабря 2019 г. № 17.

О присуждении Росницкому Павлу Борисовичу, гражданину Российской Федерации, 1993 года рождения, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Многopараметрический анализ нелинейных эффектов в ударно-волновых полях фокусирующих систем для задач неинвазивной ультразвуковой хирургии» по специальности 01.04.06 — «Акустика» принята к защите 17 октября 2019 г., протокол № 15, диссертационным советом МГУ.01.08.

Соискатель Росницкий Павел Борисович окончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова с отличием в 2016 году по специальности «Фундаментальная радиофизика и физическая электроника». С марта 2016 года по настоящее время обучается в очной аспирантуре Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности 01.04.06 — «Акустика». В период подготовки диссертации соискатель работал физиком кафедры акустики с 01.07.2017 по 31.12.2018 (0.5 ставки), затем с 23.04.2019 по 30.06.2019 (0.25 ставки), затем с 01.07.2019 по настоящее время (0.25 ставки, по совместительству). С 01.07.2019 по настоящее время работает младшим научным сотрудником на кафедре медицинской физики (0.5 ставки).

Диссертация выполнена в лаборатории медицинского и промышленного ультразвука на кафедре акустики физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова под руководством Хохловой Веры Александровны, доктора физико-математических наук, доцента, доцента кафедры акустики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Есипов Игорь Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики факультета разработки нефтяных и газовых месторождений Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина;

Свет Виктор Дарьевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела № 203 Акустического института имени Н.Н. Андреева;

Рыбьянец Андрей Николаевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник отделения сегнетопъезоматериалов, приборов и устройств НИИ физики Южного федерального университета дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 45 печатных работ, опубликованных по теме диссертации, из них 10 статей в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 01.04.06; 2 статьи из списка ВАК РФ и 1 патент РФ. Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии. В качестве наиболее значимых можно выделить следующие работы:

1. **Rosnitskiy P. B.**, Vysokanov B. A., Gavrilov L. R., Sapozhnikov O. A., Khokhlova V. A. Method for designing multielement fully populated random phased arrays for ultrasound surgery applications // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control . 2018. Vol. 65, no. 4. Pp. 630–637. **IF = 2.989**.

2. **Rosnitskiy P. B.**, Yuldashev P. V., Sapozhnikov O. A., Maxwell A. D., Kreider W., Bailey M. R., Khokhlova V. A. Design of HIFU transducers for generating specified nonlinear ultrasound fields // IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control . 2017. Vol. 64, no. 2. Pp. 374–390. **IF = 2.989**.

3. Khokhlova T., **Rosnitskiy P.**, Hunter C., Maxwell A., Kreider W., ter Har G., Costa M., Sapozhnikov O., Khokhlova V. Dependence of inertial cavitation induced by high intensity focused ultrasound on transducer F-number and nonlinear waveform distortion // Journal of the Acoustical Society of America . 2018. Vol. 144, no. 3. Pp. 1160–1169. **IF = 1.819**.

4. **Росницкий П. Б.**, Юлдашев П. В., Высоканов Б. А., Хохлова В. А. Граничное условие для расчета полей сильно фокусирующих излучателей на основе уравнения Хохлова — Заболотской // Акустический журнал. 2016. Т. 62, № 2. С. 153–162. **IF = 0.86**.

5. **Росницкий П. Б.**, Юлдашев П. В., Хохлова В. А. Влияние угловой апертуры медицинских ультразвуковых излучателей на параметры нелинейного ударно-волнового поля в фокусе // Акустический журнал. 2015. Т. 61, № 3. С. 325–332. **IF = 0.86**.

6. Ильин С. А., Юлдашев П. В., Хохлова В. А., Гаврилов Л. Р., **Росницкий П. Б.**, Сапожников О. А. Применение аналитического метода для оценки качества акустических полей при электронном перемещении фокуса многоэлементных терапевтических решеток // Акустический журнал. 2015. Т. 61, № 1. С. 57–64. **IF = 0.86**.

На автореферат диссертации поступило 6 отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются специалистами в области нелинейной акустики, медицинской акустики и имеют публикации по тематике диссертации. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований проведен многопараметрический анализ и развитие методов управления нелинейными эффектами в полях фокусирующих излучателей ультразвуковой хирургии различной степени сложности. Разработанные методы применены для создания источников и их последующего использования в экспериментах *ex vivo* для конкретных медицинских приложений.

Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов, а также при планировании и проведении операций в рамках неинвазивной ультразвуковой хирургии.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Получено, что:

1. Метод эквивалентного излучателя, развитый в диссертации, позволяет рассчитывать нелинейные поля в фокусе излучателей с углом схождения до 70° с использованием параболического приближения теории дифракции (уравнение ХЗК) с ошибкой меньше 8%.

2. Пиковые давления и амплитуда разрыва в фокусе сильнофокусирующих излучателей ультразвуковой хирургии, соответствующие определенным уровням нелинейного искажения профиля волны, в основном определяются углом схождения преобразователя и слабо зависят от других его параметров.

3. Метод расчета и анализа качества поля многоэлементной решетки на основе аналитического решения интеграла Рэлея в дальнем поле каждого из ее элементов, позволяет ускорить расчет поля более, чем на порядок, по сравнению с прямым численным интегрированием; различие между аналитическим и численным решением составляет $< 1\%$.

4. Метод расположения элементов решетки в виде мозаики с ячейками в форме сферических многоугольников одинаковой площади позволяет обеспечить абсолютно плотное расположение элементов решетки при сохранении ее рандомизированной структуры.

5. Метод эквивалентного излучателя, позволяет разрабатывать излучатели, обеспечивающие задаваемые параметры ударно-волнового поля в фокусе, и осуществлять планирование протоколов ударно-волновых режимов облучения ткани, включая сложные для механического разрушения структуры простаты человека.

На заседании 12 декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Росницкому Павлу Борисовичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» — 17, «против» — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель
диссертационного совета МГУ 01.08
доктор физико-математических наук,
профессор

Салецкий Александр Михайлович

Учёный секретарь
диссертационного совета МГУ 01.08
доктор физико-математических наук,
доцент

Косарева Ольга Григорьевна



Дата оформления заключения: 12 декабря 2019 г.