

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации КРОХМАЛЬ АЛИСЫ АЛЕКСАНДРОВНЫ
«Позиционирование объектов с помощью акустической радиационной силы в
задачах биофабрикации», представленную на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.3.7 - «Акустика»

Диссертация А.А. Крохмаль посвящена вопросам манипулирования биологическими частицами (в основном, тканевыми сфероидами) с помощью акустической радиационной силы. В работе предложена методика сборки частиц в единый конгломерат тубулярной формы в стоячем ультразвуковом поле с использованием феномена магнитной левитации. Результаты данной работы востребованы в задачах биофабрикации, где главная цель – создание жизнеспособного и функционального органоида.

В работе рассматриваются теоретические основы манипулирования частицами малого волнового размера в акустическом поле, в том числе в стоячих плоских и цилиндрических полях. Много внимания посвящено рассмотрению вопроса воздействия акустического пучка на рассеиватель большого волнового размера. Для расчета акустической радиационной силы, действующей на упругий сферический рассеиватель, был создан алгоритм, основанный на методе углового спектра, проведена оценка точности и времени численного расчета. Также в качестве инструмента расчета на языке Python 3 был реализован сервис с графическим интерфейсом, позволяющий по акустической голограмме оценить величину акустической радиационной силы.

В дополнение к акустическим полям, в диссертационной работе рассматриваются методы биофабрикации в поле постоянного магнита на основе действия магнитофоретической силы. Растворение солей парамагнетика в растворе, в который помещены тканевые сфероиды или керамические гранулы, позволяет усилить величину магнитофоретической силы и осуществить сборку частиц в единый конгломерат. Основным результатом диссертационной работы связан с биофабрикацией трубчатых структур из тканевых сфероидов путем комбинированного использования акустического и магнитного полей. В качестве источника акустического поля использовался полый цилиндрический преобразователь, а источниками магнитного поля были постоянные кольцевые магниты и электромагнит Биттера. Совмещение феномена левитации сфероидов посредством магнитофоретической силы в магнитном поле и воздействия акустической радиационной силы в стоячем цилиндрическом поле по направлению к узловым областям позволило собрать конгломерат в виде кольца в поле постоянных магнитов. Использование более мощного электромагнита Биттера с более однородной структурой магнитного поля позволило реализовать левитационную сборку тканевой трубочки толщиной в несколько слоев сфероидов, а также уменьшить концентрацию солей парамагнетика по сравнению с экспериментом в поле постоянного магнита. Биологический анализ полученного конгломерата подтвердил его жизнеспособность, а также сохранение функциональной активности клеток.

Научно-квалификационная работа Крохмаль А.А. выполнена на высоком научном уровне, ее результаты могут быть востребованы не только для проведения научных исследований, но и для практического использования разработанных методик для создания объемных жизнеспособных органоидов. В целом диссертация является законченным исследованием и соответствует всем требованиям к кандидатским диссертациям критериям, определенными Положением о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Считаю, что автор диссертационной работы Крохмаль Алиса Александровна заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7 — «Акустика».

Доцент кафедры акустики радиофизического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ) Демин Игорь Юрьевич

Кандидат физико-математических наук,

1.3.4. Радиофизика

_____ Демин И.Ю.

Демин Игорь Юрьевич, 603022, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23,
demin@rf.unn.ru, (831)4656305, Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского.

Отзыв составлен 28.11.2022

Подпись Демина И.Ю. удостоверяю:

Я, Демин Игорь Юрьевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.013.6 (МГУ.01.08) и их дальнейшую обработку