

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Салем Самия Фарук Ибрахим  
«Моделирование транспорта магнитных наночастиц в кровеносных сосудах под действием  
внешнего магнитного поля», представленной на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальности 1.5.2. – Биофизика.

Биофизика является сложной и многозадачной наукой, которая изучает, в частности, физические и физико-химические явления в живых организмах, структуру и свойства биополимеров, влияние различных физических факторов на живые организмы. Биофизические исследования включают как экспериментальные исследования, так и математическое моделирование, как одно из важнейших средств характеристики и анализа. Во многих практически важных случаях базирующаяся на известных экспериментальных данных модель позволяет не только адекватно описать, но и предсказать происходящие в биообъекте процессы. Диссертационная работа Салем Самия Фарук Ибрахим связана с актуальной проблемой - описания сложных типов динамического поведения в живых организмах, что становится принципиально возможным благодаря современной теории динамических систем.

В работе Салем Самия Фарук Ибрахим «Моделирование транспорта магнитных наночастиц в кровеносных сосудах под действием внешнего магнитного поля» методом компьютерного моделирования, используя численный метод решения (метод конечных элементов) и программное обеспечение COMSOL Multiphysics®, получены новые результаты для характеристики переноса и улавливания магнитных наночастиц ( $Fe_3O_4$ ), различных диаметров, и магнитных микрокапсул, движущихся в потоке крови в кровеносных сосудах, в том числе в сосудах с бифуркациями, при действии внешнего магнитного поля, создаваемого постоянными магнитами с конфигурациями, используемыми в предклинических исследованиях.

Работа представляет собой законченную научную работу. Вместе с тем, можно отметить, что часть рисунков и графиков в печатной версии автореферата плохо просматриваются (рис.7; 9; 18) а потому мало информативны, неплохо было бы выбрать больший шрифт. Также, из текста автореферата не понятно имеются ли литературные данные о применении метода конечных элементов и программного обеспечения COMSOL Multiphysics®, к описанию движения крови в сосудистых руслах и исследованию поведения наночастиц в них.

Общее впечатление о работе складывается позитивное. Проведен большой объем работы, базирующийся на экспериментальных данных, полученных *in vivo* и *in vitro*. Представленная модель расчетов поведения магнитных наночастиц в кровеносных сосудах под действием внешнего магнитного поля была всесторонне охарактеризована и оценена. Диссертантом дана оценка полученных расчетов. Результаты исследований имеют несомненную практическую и теоретическую значимость и могут быть востребованы в приложениях методов тераностики и при лечении онкологических патологий.

Считаю, что тематика диссертационной работы Салем Самия Фарук Ибрахим «Моделирование транспорта магнитных наночастиц в кровеносных сосудах под действием внешнего магнитного поля», соответствует специальности 1.5.2. – Биофизика.

Диссертация, как следует из автореферата, удовлетворяет всем требованиям пунктов 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Соискатель Салем Самия Фарук Ибрахим заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. – «Биофизика».

д.ф.-м.н., профессор, ординарный профессор  
факультета нанoeлектроники ИТМО

Беликов Андрей Вячеславович

Почтовый адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, пер. Гривцова д. 14, Университет ИТМО,  
тел. +7 (812) 232-0316, e-mail: av.belikov@itmo.ru; Сайт: itmo.ru

Подпись А.В. Беликова заверяю

*Александр Оле*

*Иван*



«29» февраля 2022 г.