

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

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.

Диссертационная работа Салем Самия Фарук Ибрахим посвящена решению одной из задач современной биофизики, а именно 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 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), 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 преклинических исследованиях. Исследования в данном направлении набирают все большую популярность, поскольку исследования на живом организме (*in vivo*) дороги и не всегда клинически обоснованы, поэтому математическое моделирование позволяет получить определенные параметры в рамках заданной модели. Также, нанотехнологии, включая клиническое использование магнитных наноматериалов, которые характеризуются малыми размерами частиц, суперпарамагнетизмом, способностью модификации поверхности и внедрения в стенки микрокапсул, могут приблизить к более успешному лечению онкологических патологий.

Салем Самия Фарук Ибрахим в своей работе провела теоретическое исследование транспорта магнитных наночастиц на примере частиц оксида железа ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) различных диаметров: 6, 12, 20 и 60 нм, а также модельных частиц диаметром 1100 нм, имитирующих магнитные свойства микрокапсул с внедренными в их оболочку магнитными наночастицами.

Также ею разработан алгоритм решения задачи транспорта магнитных наночастиц в кровеносных сосудах в модели крови, как несжимаемой ньютоновской жидкости, движение которой в сосуде описывается с помощью метода вычислительной гидродинамики на основе решения уравнений Навье-Стокса. Изучено влияние силы сопротивления и внешнего магнитного поля на движение магнитных наночастиц в кровеносных сосудах, включая сосуды с бифуркациями. А также проведено компьютерное моделирование явлений, возникающих при транспорте магнитных наночастиц и микрокапсул для заданной геометрии сосудов и поля, создаваемого магнитами с известными конфигурациями концентраторов.

К замечаниям можно отнести наличие опечаток в автореферате диссертации, что, однако, не снижает общего положительного впечатления от работы.



