

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.

Изучение взаимодействия внутри сложных биосистем методами математического моделирования, чему посвящена диссертационная работа Салем Самия Фарук Ибрахим, является актуальной и перспективной задачей. Это связано с тем, что изучение закономерностей и получение конкретных параметров методами математического моделирования позволяют значительно снизить затраты на клинические исследования и доклинические эксперименты на животных. Автором получены новые результаты, описывающие транспорт и сбор магнитных наночастиц различных диаметров и магнитных микрокапсул, движущихся в кровеносных сосудах, включая сосуды с бифуркациями, при действии внешнего магнитного поля, создаваемого постоянными магнитами с конфигурациями, используемыми в исследованиях на модельных животных.

Автором выполнен большой объем работы, результаты которой демонстрируют глубокие знания предмета исследования и высокую квалификацию в области компьютерного моделирования.

Работа имеет несомненное практическое применение, имеет перспективы дальнейших исследований и актуальна на сегодняшний день. В диссертационной работе получены и объяснены численные результаты влияния магнитного поля, генерируемого постоянным магнитом, помещенным вне капиллярной трубки, на магнитные наночастицы, движущиеся в кровеносных сосудах. Автором используется модель крови как ньютоновской жидкости с немагнитными свойствами. Напряженность магнитного поля является одним из параметров, определяющих захват МНЧ на стенке капилляра. Уравнения Навье-Стокса для жидкости (крови) и уравнение магнитостатики для постоянного магнита решаются численно с помощью программного обеспечения COMSOL Multiphysics®.

На примерах, транспорта магнитных наночастиц типичных размеров 6, 12, 20 и 60 нм, автором показано, что эффективность захвата крупных частиц выше, чем мелких, при этом значительные градиенты магнитных полей способствуют более эффективному сбору наночастиц, что соответствует известным экспериментальным исследованиям.

Результаты моделирования траекторий магнитных наночастиц в цилиндрической трубке с осевой симметрией 2D показали величины скорости магнитных наночастиц при наличии силы сопротивления и магнитного поля. В зависимости от величины магнитофоретической силы траектории частиц проходят вблизи магнита, где их концентрация максимальна. Данный подход адаптирован для задач биофотоники и медицинской диагностики.

В диссертации Салем Самия Фарук Ибрахим получены новые и важные научные результаты. В частности, разработана модель для изучения траектории движения и захвата частиц, транспортируемых в бифуркационном кровеносном или лимфатическом сосуде под воздействием цилиндрического постоянного магнита, расположенного вне сосуда. Результаты моделирования движения крови и магнитных наночастиц в бифуркационном кровеносном сосуде наглядно показывают распределения направления и величины скорости движения потока крови и частиц.

Автореферат полностью отражает выполненное исследование. Выводы логичны и отражают, полученные автором в ходе работы результаты, а также им соответствуют положения, выносимые на защиту.

К автореферату есть замечания: существенное количество грамматических ошибок, связанных с компьютерной обработкой данных. Часть графиков в печатной версии автореферата не очень читабельны, большой шрифт представления надписей на графиках и рисунках сделал бы их более информативными.

Данные замечания не влияют на положительную оценку работы. Считаю, что диссертационная работа Салем Самия Фарук Ибрахим «Моделирование транспорта магнитных наночастиц в кровеносных сосудах под действием внешнего магнитного поля», является законченным самостоятельным научным исследованием и соответствует специальности 1.5.2. – Биофизика. Судя по автореферату, диссертационная работа Салем Самия Фарук Ибрахим по своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической ценности соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года. Считаю, что Салем Самия Фарук Ибрахим заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. – Биофизика.

Д.ф-м.н., профессор, заведующий кафедрой
лазерных и биотехнических систем



Захаров Валерий Павлович

К.ф-м.н., доцент кафедры
лазерных и биотехнических систем



Тимченко Елена Владимировна

21.02.2022г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».

Почтовый адрес: 443086, г. Самара, Московское шоссе, д.34.

Email: zakharov@ssau.ru; laser-optics.timchenko@mail.ru.

Телефон: +7 (846) 267-45-50.

www.ssau.ru

Подписи В.П. Захарова и Е.В. Тимченко заверяю



Подпись <u>Захарова В.П., Тимченко Е.В.</u> удостоверяю.
Начальник отдела сопровождения деятельности Ученого совета Самарского университета <u>Васильева И.П.</u>
20 ____ г.