

Заключение

комиссии диссертационного совета 24.2.392.06 на базе ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по диссертации Салем Самия Фарук Ибрахим «Моделирование транспорта магнитных наночастиц в кровеносных сосудах под действием внешнего магнитного поля», представляемой на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. – Биофизика.

Диссертационная работа Салем Самия Фарук Ибрахим выполнена на кафедре оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». Научный руководитель - Валерий Викторович Тучин, чл.- корр. РАН, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой оптики и биофотоники института физики ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Диссертация Салем Самия Фарук Ибрахим содержит решение актуальной задачи биофизики, заключающейся в разработке и верификации вычислительной модели взаимодействия магнитных наночастиц и микрокапсул в потоке крови с магнитными полями в области их сильных градиентов, пригодной для описания движения и накопления частиц при решении задач тераностики.

В диссертационной работе представлены разработанные двух- и трехмерные модели в рамках программного обеспечения COMSOL Multiphysics® для описания движения сферических магнитных наночастиц и микрокапсул под действием постоянных магнитов различной геометрической формы в трубках различной геометрической формы, включая одиночные прямоугольные и цилиндрические, а также в кровеносных сосудах с бифуркациями.

Сформулировано предельное условие захвата магнитной наночастицы или микрокапсулы в целевом месте на стенке сосуда, справедливое для скоростей кровотока, не превышающих 30 мм/с, в приближении ньютоновского ламинарного потока, в виде равенства скорости частицы, вызванной магнитофоретической силой, и скорости потока жидкости с учетом их направлений.

Представлены результаты компьютерного моделирования траекторий движения магнитных наночастиц различных диаметров (от 6 до 60 нм), движущихся в неоднородном магнитном поле, которые качественно подтверждают предельное условие захвата, показывая, что эффективность захвата крупных частиц выше, чем малых, а в области значительных градиентов магнитных полей (локальное повышение магнитофоретической силы) эффективность сбора наночастиц выше.

Автором разработана модель ("цифровой двойник"), позволяющая воспроизводить типичные ситуации движения магнитных наночастиц и микрокапсул в магнитном поле внутри сосуда с потоком крови для решения задач накопления частиц, адресной доставки, магнитной сепарации и сортировки, а также подбирать необходимые параметры магнитов, концентраторов магнитного поля, размеры частиц для известных поперечных сечений сосудов и скоростей кровотока. На основе этой модели был проанализирован ряд типовых ситуаций с параметрами моделирования, известными из натуральных экспериментов.

Комиссия пришла к выводу, что в диссертационной работе методом компьютерного моделирования, используя численный метод решения (метод конечных элементов) и программное обеспечение COMSOL Multiphysics®, получены новые результаты для характеристики переноса (транспорта) и улавливания магнитных наночастиц, таких как частицы оксида железа (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 преclinical исследованиях.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, представляет собой исследование, направленное на изучение применения магнитоуправляемых технологий диагностики и терапии в биомедицинских исследованиях, а также способствуют дальнейшему развитию данного метода, в части анализа транспорта наночастиц и магнитных микрокапсул в сосудах с бифуркациями и использования конфигураций постоянных магнитов, применяемых в преclinical исследованиях, и соответствует специальности 1.5.2 – Биофизика.

Результаты, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 5 реферируемых изданиях из списка SCOPUS, в том числе 2 научные статьи – в рецензируемых журналах из списка ВАК. Опубликованные работы отражают содержание диссертации.

При использовании чужих материалов и результатов исследований соискатель ссылается на источник заимствований. В диссертации приведен список используемой литературы. В автореферате приведен список основных публикаций автора в изданиях, входящих в перечень ВАК или включенных в базу данных SCOPUS. Недостоверных сведений об опубликованных соискателем работах в диссертации не обнаружено. Согласно результатам проверки с помощью программы AntiPlagiarism.NET, процент оригинальности текста составляет 86%.

На основе вышеизложенного комиссия заключает, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», а количество публикаций в рецензируемых изданиях достаточно для представления диссертации к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

Текст диссертации, представленной в диссертационный совет, идентичен тексту диссертации, размещенной на сайте организации.

Комиссия рекомендует:

1. Принять диссертацию Салем Самии Фарук Ибрахим «Моделирование транспорта магнитных наночастиц в кровеносных сосудах под действием внешнего магнитного поля» к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2 - Биофизика в диссертационном совете 24.2.392.06 на базе ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

2. В качестве официальных оппонентов рекомендуются:

Завестовская Ирина Николаевна, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник РАН, высококвалифицированный ведущий научный сотрудник отдела космических излучений ФГБУН Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), г. Москва.

Исаева Елена Андреевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Физика» ФГБОУ ВО Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов.

3. В качестве ведущей организации рекомендуется:
ФГБОУ ВО Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского Минздрава России, г. Саратов.

Председатель комиссии:

д.ф.-м.н., профессор (член диссертационного совета по специальности 1.5.2. — **Биофизика**)



Скрипаль А.В.

д.ф.-м.н., профессор (член диссертационного совета по специальности 1.3.6. — **Оптика**)



Кочубей В.И.

д.ф.-м.н., профессор (член диссертационного совета по специальности 1.3.6. — **Оптика**)



Глухова О.Е.