

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.25 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО
ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н.ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от « 02 » ноября 2016 г. № 3

О присуждении **Абубакру Али Фатхи Габеру**, гражданину Египта,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование динамики магнитной частицы во внешнем поле» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 06.07.2016 г., протокол № 2, диссертационным советом Д 212.285.25 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Министерство образования и науки Российской Федерации, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 760/нк от 03.12.2012 г.

Соискатель Абубакр Али Фатхи Габер, 1984 года рождения, в 2011 году окончил магистратуру университета Менуфия, Египет; в июле 2016 года окончил очную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург.

Диссертация выполнена на кафедре математической физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого

Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Зубарев Андрей Юрьевич, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина» (г. Екатеринбург), Институт математики и компьютерных наук, лаборатория математического моделирования физико-химических процессов в многофазных средах, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Федотов Сергей Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, Университет Манчестера, г. Манчестер (Великобритания), Школа Математики, Профессор;

Русаков Виктор Владимирович, кандидат физико-математических наук, ФГБУН Институт Механики Сплошных Сред УрО РАН (г. Пермь), лаборатория физики и механики мягкого вещества, старший научный сотрудник.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, в своем положительном заключении, подписанном Деминым Виталием Анатольевичем, доктором физико-математических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Теоретическая физика», указала, что диссертация Абубакра А.Ф. на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне. Работа актуальна, а полученные результаты достоверны и математически обоснованы. Основные научные результаты опубликованы в авторитетных рецензируемых научных изданиях, в том числе из списка ВАК. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 05.13.18 (п.2, 4, 5). Диссертация

соответствует отрасли физико-математических наук по специальности 05.13.18, поскольку в ней в качестве аппарата исследований преобладают математические методы, а результаты получены в виде новых математических методов, вычислительных методов и комплексов программ. Диссертация отвечает критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, в том числе п.9, в которой изложены новые научно обоснованные теоретические модели, развиты численные методы решения и выполнено математическое моделирование актуальных задач магнитной гипертермии. А её автор, Абубакр Али Фатхи Габер заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 18 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 5 и свидетельство о регистрации программ для ЭВМ. Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде 3 статей в сборниках научных трудов и 9 тезисов докладов, опубликованных в сборниках материалов международных (6), всероссийских (3) научно-практических конференций. Общий объем – 3.57 п.л/ 2.39 п.л. - авторский вклад.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

Статьи в рецензируемых научных журналах:

1. Zubarev A.Yu., **Abu-Bakr A.F.**, Bossis G., Bulycheva S.V. Hyperthermia in a system of rod-like ferromagnetic particles under oscillating magnetic field // *Magnetohydrodynamics*, Vol. 50, №. 4, (2014), Pp. 397-406 (0.63 п.л/ 0.44 п.л);
2. Zubarev A.Yu., Iskakova L.Yu., **Abu-Bakr A.F.** Effect of the interparticle interaction on magnetic hyperthermia in ferrofluids // *Physica A*, Vol. 438, (2015), Pp.487–492 (0.38 п.л/ 0.25 п.л);
3. **Abu-Bakr A.F.**, Zubarev A.Yu. Effect of interparticle interaction on magnetic hyperthermia: A theoretical study // *Journal of Nanofluids* Vol.4, (2015), Pp. 147-150 (0.25 п.л/ 0.19 п.л);

- Zubarev A.Yu., **Abu-Bakr A.F.** To the theory of hyperthermia effect induced by magnetic nanoparticles // Solid State Phenomena, Vols. 233-234, (2015), Pp. 771-775 (0.31 п.л/ 0.19 п.л);
- Zubarev A.Yu., **Abu-Bakr A.F.**, Iskakova L.Yu., Bulycheva S.V. Magnetic hyperthermia in a system of magnetically interacting particles // Magnetohydrodynamics, Vol. 51, №. 4, (2015), Pp. 647-654 (0.50 п.л/ 0.31 п.л);

Свидетельство о регистрации программ:

- Абубакр А.Ф.**, Зубарев А.Ю. Программный комплекс для расчета величины магнитной гипертермии. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2016619083, дата регистрации 12.08.2016, дата поступления заявки 15.06.2016, номер заявки 2016616199;

Другие публикации:

- Зубарев А.Ю., **Абубакр А.Ф.** Эффект гипертермии производимой несферическими магнитными частицами // Приложение Математики в Экономических и Технических Исследованиях. Издательство : Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова (Магнитогорск), Т.4, №.4, (2014), С. 230-241(0.75 п.л/ 0.50 п.л);
- Zubarev A.Yu., **Abu-Bakr A.F.** Hyperthermia effect produced by interacting magnetic nanoparticles // 16-я Международная Плесская научная конференция по Нанодисперсным Магнитным Жидкостям, г. Плёт, 9-14 Сентября 2014, Россия. С. 312-316 (0.31 п.л/ 0.19 п.л);
- Зубарев А. Ю., **Абубакр А.Ф.** Магнитная гипертермия в упругих средах // Приложение Математики в Экономических и Технических Исследованиях. Издательство: Магнитогорский государственный технический университет, им. Г.И. Носова (Магнитогорск), Т.5, №.1, (2015), С. 126-132 (0.44 п.л/ 0.25 п.л).

На автореферат поступило 9 положительных отзывов:

- Д.ф.-м.н., профессор Зубарев Николай Михайлович, заведующий лабораторией нелинейной динамики, ФГБУН «Институт электрофизики» (УрО РАН) (г. Екатеринбург);

2. Д.т.н., профессор Казаков Юрий Борисович, заведующий кафедрой электромеханики, научный руководитель проблемной научно-исследовательской лаборатории прикладной феррогидродинамики, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (г. Иваново);
3. Д.ф.-м.н., профессор Жуков Михаил Юрьевич, заведующий кафедрой вычислительной математики и математической физики, ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет» (г. Ростов-на-Дону);
4. Д.ф.-м.н., профессор Диканский Юрий Иванович, заведующий кафедрой общей физики, и д.т.н., профессор Червяков Николай Иванович, заведующий кафедрой прикладной математики и математического моделирования, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (г. Ставрополь);
5. Д.ф.-м.н., профессор Демёхин Евгений Афанасьевич, кафедра математики и информатики, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (г. Краснодар);
6. К.т.н., Борин Дмитрий Юрьевич, старший научный сотрудник, институт механики жидкостей, «Технический университет Дрездена» (г. Дрезден, Германия);
7. К.ф.-м.н., Петров Данил Александрович, доцент кафедры физики фазовых переходов, ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (г. Пермь);
8. Д.ф.-м.н., Кужир Павел Павлович, доцент университета Ниццы-Софии Антиполис, «Национальный центр научных исследований, лаборатория физики конденсированных вещества при университете Ниццы-Софии Антиполис» (г. Ницца, Франция);
9. К.ф.-м.н., Ряполов Петр Алексеевич, декан Естественно-научного факультета, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный» (г. Курск);

В отзывах содержатся следующие замечания критического характера:

- При построении моделей и методов их расчета не учтены температурные зависимости магнитных свойств магнитно-взаимодействующих частиц (Казаков Ю. Б.).
- Из автореферата не ясно, рассматривалась ли при аналитическом расчете гипертермии в системе взаимодействующих броуновских частиц в твердой матрице возможность перехода частиц при повышении температуры из магнито жесткого в суперпарамагнитное состояние (Диканский Ю. И. и Червяков Н. И.).
- В качестве замечания можно указать на отсутствие на рис. 11 и 12 указаний о положении границы опухоловой области (R_1) и переходного слоя (R_2), что несколько затрудняет анализ полученных результатов (Демёхин Е. А.).
- В работе отсутствует сравнение теоретических результатов с экспериментами.; Как известно если концентрация магнитных наночастиц достаточно велика, они могут образовывать цепочечные и другие кластеры. Было бы интересно исследовать влияние этих кластеров на величину магнитногипертермического эффекта (Борин Д. Ю.).
- На мой взгляд в автореферате не хватает интерпретации полученных результатов с точки зрения физики, что можно связать с ограниченным объемом автореферата, а также с выбранной специальностью 05.13.18; В тексте реферата используются разные по стилю шрифты для одних и тех же величин, кроме этого встречается прямой и курсивный шрифт для векторов. Также замечены различие опечатки: пропуски букв и знаков препинания. Всё это несет эстетическую оценку и не влияет на качество диссертационного исследования (Петров Д. А.).
- В качестве замечания можно указать на отсутствие в работе сравнений с экспериментами, что, в общем, извинительно, учитывая сложность постановки эксперимента по определению влияния взаимодействия частиц на величину гипертермического эффекта (Кужир П. П.).

- В большинстве случаев автором в автореферате сопоставляются численные и аналитические результаты, однако не приводятся сравнения с известными в литературе экспериментальными зависимостями (Ряполов П. А.).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации

обосновывается их компетентностью и широкой известностью в области математического моделирования и численных методов, наличием большого количества публикаций по тематике диссертации и способностью определить научную и практическую значимость работы.

Диссертационный совет отмечает, что работа соответствует п.2 (Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей), п.4 (Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента), п.5 (Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента) паспорта специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». На основании выполненных соискателем исследований:

В области математического моделирования:

Сконструированы математические модели, описывающие динамику эллипсоидальных, а также взаимодействующих сферических частиц под действием переменного магнитного поля в средах с различными механическими свойствами (ньютоновская жидкость; вязкоупругая жидкость; упруговязкая среда), моделирующими свойства биологических сред и жидкостей. В математическом отношении модели представляют собой системы нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка. На основе этих моделей проведены расчеты интенсивности тепловыделения и определено влияние формы частиц, механизмов их перемагничивания и механических свойств содержащей их среды на величину генерируемого гипертермического эффекта (стр. 23-40, 46-59, 67-70);

Построена модель распространения тепла внутри и вблизи сферической опухолевой области с действующими внутри нее тепловыми источниками, с учетом ее теплообмена с окружающей биологической средой. Учтены эффекты, продуцируемые кровотоком в этой среде. Построены профили температуры среды в зависимости от координаты и времени (стр. 91-93).

В области численных методов:

Разработан численный метод решения задачи о распространении тепла внутри и вблизи опухолевой области в биологической среде с кровотоком (стр. 93-99).

В области программного обеспечения:

Для развитых математических моделей реализован комплекс программ, позволяющий проводить вычисления интенсивности тепловыделения при магнитной гипертермии в интерактивном режиме. Построенный комплекс позволяет выбирать любую из рассмотренных моделей и вводить в нее необходимые физические параметры системы (стр. 100-109).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

представленные соискателем результаты диссертационного исследования имеют теоретический характер, и вносят вклад в развитие методов построения математических моделей магнитной гипертермии в биологических средах и жидкостях. Разработанный математический аппарат может быть применен к задачам математической физики о распространении тепла из прогреваемой области в окружающую среду с учетом специфики теплопереноса в этой среде;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы аналитические и численные методы решения систем дифференциальных уравнений (метод Рунге-Кутты-Фельберга);

изложены основные идеи и результаты асимптотического и численного методов решения задач моделей, описывающие динамику магнитных частиц под действием переменного магнитного поля и интенсивность выделения тепла этими частицами.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждаются тем, что:

разработанные методы математического моделирования, численные методы и комплексы программ, которые могут быть использованы для проведения вычислительных экспериментов, позволяющих проводить вычисления в интерактивном режиме для моделей, описывающих магнитную гипертермию в биологических средах с учетом эффектов магнитного взаимодействия частиц (Программный комплекс для расчета величины магнитной гипертермии: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2016619083, дата регистрации 12.08.2016, дата поступления заявки 15.06.2016, номер заявки 2016616199). Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, в достаточном объеме прошли апробацию на международных конференциях, школах и симпозиумах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- Теория построена в рамках известных и апробированных математических моделей с использованием обоснованных допущений;
- работу характеризует строгость математического изложения, тестирование результатов численного решения нелинейных дифференциальных уравнений аналитическими решениями этих уравнений для асимптотических ситуаций, когда аналитические решения возможны;
- установлено качественное совпадение численных авторских результатов с приближенными аналитическими оценками, представленными в независимых источниках по данной тематике, а также совпадение результатов, полученных асимптотическими и численными методами;
- использованы современные технологии математического моделирования для проведения численных расчетов.

Личный вклад соискателя состоит в развитии математических моделей магнитной гипертермии; разработке численных и аналитических методов исследования развитых математических моделей; реализации программного комплекса, подготовке основных публикаций по выполненной работе, личном участии в апробации результатов исследования. Диссертация является самостоятельной работой, обобщающей результаты, полученные лично автором.

Диссертация Абубакра А.Ф. представляет собой самостоятельную научно-квалифицированную работу, которая соответствует критериям, установленным п.п.9-14 «Положения о порядке присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а именно, содержит решение научной задачи о влиянии формы и взаимодействия магнитных частиц на величину гипертермического эффекта. Решение этой задачи имеет существенное значение для математического моделирования магнитной гипертермии в биологических средах, а именно в терапии опухолевых заболеваний.

На заседании 02 ноября 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Абубакру Али Фатхи Габеру ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 19 докторов наук по специальности, рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 19, «против» - нет, недействительных бюллетеней - нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ЗАСЕДАНИЯ –

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

02.11.2016



107

В.В. Арестов

В.Г. Пименов