

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.036.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ПЕРМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
(ФИЛИАЛ – ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД)
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 26.10.2023 № 121

О присуждении Иванову Алексею Сергеевичу, гражданину России, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Гидродинамика капельных агрегатов и немагнитных тел, погруженных в магнитную жидкость» по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы» принята к защите 26.06.2023, протокол № 117, диссертационным советом Д 004.036.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермский федеральный исследовательский центр (филиал – Институт механики сплошных сред) Уральского отделения Российской академии наук, 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 1, утвержденным приказом Минобрнауки России № 87/нк от 26 января 2018 г.

Соискатель Иванов Алексей Сергеевич 1984 года рождения, в 2006 году с отличием окончил специалитет ГОУ ВПО «Пермский государственный университет» по направлению «Радиофизика и электроника». Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Магнитофорез и диффузия коллоидных частиц в тонком слое магнитной жидкости» по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы» Иванов А.С. защитил 7 декабря 2011 г. в диссертационном совете Д 004.012.01 в Институте механики сплошных сред УрО РАН. Диплом кандидата наук ДКН № 166904 выдан 31 августа 2012 г. В настоящее время Иванов А.С. работает заведующим лабораторией динамики дисперсных систем Института механики сплошных сред УрО РАН – филиала ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН. Диссертация выполнена в лаборатории динамики дисперсных систем ИМСС УрО РАН.

Научный консультант – д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник ИМСС УрО РАН Пшеничников Александр Федорович.

Официальные оппоненты:

1. Ерин Константин Валерьевич, доктор физико-математических наук (01.04.13), доцент, профессор кафедры экспериментальной физики ФГАОУ ВО "Северо-Кавказский федеральный университет" (г. Ставрополь);
2. Налетова Вера Арсеньевна, доктор физико-математических наук (01.02.05), профессор, ведущий научный сотрудник НИИ механики ФГБОУ ВО "Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова" (г. Москва);
3. Ряполов Петр Алексеевич, доктор физико-математических наук (01.04.07), доцент, доцент кафедры нанотехнологий и инженерной физики ФГБОУ ВО "Юго-Западный государственный университет" (г. Курск)

дали положительные отзывы на диссертацию

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н.Ельцина" (УрФУ), г. Екатеринбург, в своем положительном заключении, подписанном Елфимовой Е.А., д.ф.-м.н., доцентом, заведующим кафедрой теоретической и математической физики; Зубаревым А.Ю., д.ф.-м.н., профессором, профессором кафедры теоретической и математической физики, и утвержденном заместителем проректора по науке УрФУ, д.ф.-м.н., профессором Ивановым А.О., указала, что диссертация содержит новые научные результаты, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, имеющее существенное значение в механике жидкости, газа и плазмы. Научная и практическая значимость работы обусловлена тем, что впервые обнаружены и комплексно (экспериментально, численно и аналитически) исследованы гидродинамические явления, имеющие сложную причинно-следственную связь между внешним магнитным воздействием на полидисперсную магнитную жидкость и её откликом. Представленная диссертационная работа «Гидродинамика капельных агрегатов и немагнитных тел, погруженных в магнитную жидкость» удовлетворяет требованиям Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Иванов Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.9 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Соискателем опубликовано 17 статей в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень, рекомендованный ВАК:

1. **Ivanov A.S.**, Pshenichnikov A.F. Vortex flows induced by drop-like aggregate drift in magnetic fluids // *Physics of Fluids*. 2014. Vol. 26, № 1. P. 012002-9.

Экспериментально обнаружено изотермическое вихревое течение магнитной жидкости (МЖ), претерпевающей магнитоуправляемый фазовый переход (МФП) вида «газ - жидкость» в окрестности источника неоднородного магнитного поля, создаваемого ферро- или диамагнитным телом.

2. **Ivanov A.S.**, Melenev P.V. Isothermal vortex flows in the vicinity of ferro- and diamagnetic condensation cores in magnetic fluids undergoing first-order phase transition // *Physics of Fluids*. 2014. Vol. 26, № 11. P. 112001-15.

Предложена одножидкостная модель и система уравнений, численное решение которой правильно предсказывает пространственный масштаб и структуру вихревых изотермических течений МЖ с КА.

3. **Ivanov A.S.**, Pshenichnikov A.F. On natural solutal convection in magnetic fluids // *Physics of Fluids*. 2015. Vol. 27, № 9. P. 092001-8.

Экспериментально обнаружена и исследована изотермическая концентрационная конвекция в МЖ, возникающая после выключения внешнего поля. Экспериментально установлена степенная зависимость числа Re от концентрационного числа Ra .

4. **Ivanov A.S.** Natural solutal convection in magnetic fluids: first-order phase transition aspect // *Physics of Fluids*. 2016. Vol. 28, № 10. P. 102002-10.

Численно исследована концентрационная конвекция МЖ в рамках двухжидкостной модели несмешивающихся несжимаемых жидкостей с межфазным поверхностным натяжением. Доказана зависимость интенсивности конвекции от степени

концентрационного расслоения МЖ. Протестированы известные модели МФП сравнением расчётных и экспериментальных кривых $Re(Ra)$.

5. **Ivanov A.S.** Temperature dependence of the magneto-controllable first-order phase transition in dilute magnetic fluids // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2017. Vol. 441, № 10. P. 620-627.

Экспериментальное обоснование того, что в полидисперсных МЖ при фиксированной T МФП происходит в широком диапазоне магнитного поля, ограниченном точками на кривых, аналогичных кривым ваворуса и ликвидуса для многокомпонентных жидкостей.

6. **Ivanov A.S.** Anomalous interfacial tension temperature dependence of condensed phase drops in magnetic fluids // Physics of Fluids. 2018. Vol. 30, № 5. P. 052001-9.

Экспериментально обнаружена аномальная (по отношению к однокомпонентным жидкостям) зависимость поверхностного натяжения KA . В диапазоне температур (10-80) $^{\circ}C$ поверхностное натяжение измерено независимо методом вытягивания KA в магнитном поле.

7. **Ivanov A.S.** Several aspects of surface tension temperature dependence of drop-like aggregates in magnetic fluids // Magnetohydrodynamics. 2018. Vol. 54, № 1/2. P. 33-37.

Измерение поверхностного натяжения методом вытягивания KA в магнитном поле, аспект влияния дисперсного состава МЖ на образование KA при различных температурах.

8. **Ivanov A.S.** Plateau-Rayleigh instability of ferrofluid drop-like aggregates in zero magnetic field // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 581. P. 012019-6.

Экспериментально исследована аномальная зависимость поверхностного натяжения KA . методом анализа капиллярной неустойчивости Плато-Рэля KA в нулевом поле.

9. **Ivanov A.S.** Experimental verification of anomalous tension temperature dependence at the interface between coexisting liquid-gas phases in magnetic and Stockmayer fluids // Physics of Fluids. 2019. Vol. 31, № 5. P. 052001-7.

Предложено физическое объяснение аномальной температурной зависимости поверхностного натяжения KA на модели жидкости Штокмайера. Показано, что эта зависимость определяется конкуренцией процессов нагрева и намагничивания МЖ, и может быть убывающей, возрастающей или немонотонной.

10. **Ivanov A.S.**, Pshenichnikov A.F., Khokhryakova C.A. Floating of solid non-magnetic bodies in magnetic fluids: Comprehensive analysis in the framework of inductive approach // Physics of Fluids. 2020. Vol. 32, № 11. P. 112007-11.

Численно, аналитически и экспериментально изучена магнитная пондеромоторная сила, действующая на немагнитную сферу (НС) в цилиндрическом контейнере с МЖ, намагниченной однородным полем.

11. **Ivanov A.S.**, Khokhryakova C.A. Energy approach to calculation of forces acting on solid bodies in ferrofluids // AIP Conference Proceedings. 2021. Vol. 2371, № 1. P. 050004-6.

Сравнение прямого численного моделирования с экспериментальным измерением магнитной пондеромоторной силы, действующая на немагнитную сферу.

12. **Ivanov A.S.**, Khokhryakova C.A. Non-magnetic solid body in ferrofluid containers: wall effects // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1945, № 1. P. 012011-6.

Исследованы пристеночные эффекты, связанные с плаванием немагнитных тел в контейнере с МЖ, и влияние нелинейного закона $M(H)$ на величину магнитной пондеромоторной силы.

13. **Ivanov A.S.**, Pshenichnikov A.F., Khokhryakova C.A., Somov S.A., Koskov M.A. Floating of dia-, para-, and superparamagnetic bodies in magnetic fluids: Analysis of wall effects in the framework of inductive approach // Physics of Fluids. 2021. Vol. 33. № 11. P. 112001-10.

Показано, что у немагнитной есть 1 неустойчивое положение равновесия в центре цилиндрического контейнера и, в некоторых случаях, 2 устойчивых положения равновесия вблизи торцов.

14. **Ivanov A.S.**, Solovyova A.Yu, Zverev V.S., Elfimova E.A. Distribution functions of magnetic moments and relaxation times for magnetic fluids exhibiting controllable microstructure evolution // Journal of Molecular Liquids. 2022. Vol. 367. P. 120550-11.

Методом регуляризованного числового обращения экспериментальных кривых намагничивания и динамической восприимчивости определено распределение магнитных моментов и времён релаксации намагниченности МЖ. Продемонстрирована возможность описания магнитного отклика любой МЖ с произвольной функцией распределения и эволюционирующей микроструктурой.

15. **Иванов А.С.** О причинах обратимого агрегирования магнетитовых феррожидкостей при их разбавлении чистым носителем в нулевом магнитном поле // Коллоидный журнал. 2022. Т. 84. № 6. С. 732-739.

Выполнена численная оценка энергии ковалентной и водородной H-связей, образующихся между молекулами жирных кислот и магнетитом. Экспериментально показано, что в МЖ вида «магнетит - олеиновая кислота - жидкие углеводороды» присутствует заметная доля молекул ПАВ, присоединённых к частицам посредством H-связи.

16. **Ivanov A.S.**, Pshenichnikov A.F. Magnetostatic buoyancy force acting on a non-magnetic sphere immersed in a ferrofluid magnetized by a gradient field // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2023. Vol. 565. P. 170294-8.

Аналитическое и численное исследование 5 известных выражений для силы в градиентном поле показало, что наиболее корректными являются формулы Х.А. Пола и В.А. Налетовой.

17. **Иванов А.С.** Энергетический подход к вычислению магнитных сил, действующих на твёрдые тела в феррожидкости // Вычислительная механика сплошных сред. 2020. Т. 13, № 3. С. 311-319.

Сформулированы рекомендации корректного применения энергетического метода к вычислению магнитной пондеромоторной силы, действующей на твердое тело в МЖ.

Публикации содержат в сумме 146 страниц и в полной мере отражают основные научные результаты работы. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в тексте диссертации отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от оппонентов и ведущей организации.

1. Положительный отзыв официального оппонента Ерина К.В. В отзыве представлен анализ содержания диссертации, отмечается актуальность темы диссертации; новизна, научная и практическая значимость полученных результатов; обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Отмечено, диссертация содержит разработанные автором теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как крупное научное достижение в области магнитных дисперсных наносистем.

Оппонент отмечает следующие вопросы и замечания по диссертации:

- вопрос об учете увеличения вязкости магнитной жидкости при возникновении капельных агрегатов при моделировании изотермических вихревых течений;
- вопрос о причине локального увеличения намагниченности магнитной жидкости при объединении отдельных частиц в вытянутый капельный агрегат;
- вопрос о физической причине среднего магнитного момента частиц внутри капельного агрегата при повышении температуры;
- вопрос о величине концентрации частиц в капельном агрегате;
- вопрос о заявленной аномальной температурной зависимости поверхностного натяжения капельного агрегата и экспериментальных работах Кушнарера В.В., Диканского Ю.И. и др., в которых данный эффект не был обнаружен;
- замечание о неясности физического объяснения температурной зависимости поверхностного натяжения капельных агрегатов с помощью жидкости Штокмайера.

2. Положительный отзыв официального оппонента Налетовой В.А. В отзыве отмечено, что диссертация содержит теоретические положения и результаты экспериментов, совокупность которых можно квалифицировать как достижение в области исследования магнитных дисперсных систем, в которых происходят расслоение или образование капель более концентрированной жидкости, а также находятся тела из немагничивающегося материала. Оппонент отмечает следующие вопросы и замечания по диссертации:

- вопрос о потенциальности силы, действующей на объем магнитной жидкости при магнитоуправляемом фазовом переходе в неоднородном поле;
- вопрос об учете силы взаимодействия между капельными агрегатами и окружающей газообразной фазой при численном моделировании концентрационной конвекции;
- замечание о том, что формула для силы, действующей со стороны магнитной жидкости на немагнитное тело, называется универсальной, хотя выражение для полной силы, действующей на тело в произвольном случае, отсутствует.

3. Положительный отзыв официального оппонента Ряполова П.А. В отзыве отмечено, что диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, обладающей актуальностью, научной новизной и высокой теоретической и практической значимостью, а полученные результаты имеют значение для гидродинамики магнитной жидкости, физической интерпретации взаимосвязи структуры, свойств и внешних воздействий магнитных коллоидов.

Оппонент отмечает следующие вопросы и замечания:

- вопрос о повторяемости опытов по магнитофорезу капельных агрегатов, остаточной намагниченности ядра конденсации и оседания частиц на стенках ячейки;
- вопрос о точности измерения объемной доли магнетита;
- вопрос о коллоидной стабильности использовавшихся магнитных жидкостей;
- замечание о том, что в автореферате не указаны значения среднего диаметра и средней площади поверхности частиц в таблице 2;
- замечание об отсутствии сквозной нумерации образцов магнитной жидкости;
- замечание об отсутствии сравнения данных, полученных численным обращением экспериментальных данных с данными других методов;
- замечание об опечатках и неточностях и опечатках в тексте диссертации;
- вопрос о том, что понимается под пристеночной областью;
- замечание об отсутствии единого списка сокращений и обозначений;
- замечание о том, что в названии последней главы диссертации используется слово «немагнитные» тела, а в тексте главы конкретизируются тела как диа-, пара-, и помимо них добавлены суперпарамагнитные тела;
- замечание об использовании автобиографических вставок и некоторых формулировках, стилистически не совсем уместных при написании текста диссертации;
- замечание о неточностях в связках «текст-рисунок» в автореферате, которых нет в тексте диссертации.

4. Положительный отзыв ведущей организации. В отзыве отмечается, что диссертация содержит новые научные результаты, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, имеющее существенное значение в механике жидкости, газа и плазмы. Научная и практическая значимость работы обусловлена тем, что впервые обнаружены и комплексно (экспериментально, численно и аналитически) исследованы гидродинамические явления, имеющие сложную причинно-следственную связь между внешним магнитным воздействием на полидисперсную магнитную жидкость и её откликом.

Ведущая организация отмечает следующие вопросы и замечания:

- вопрос об учете влияния одиночных частиц на процесс массопереноса при магнитофорезе капельных агрегатов в окрестности твердого ядра конденсации;
- вопрос о корректности терминологии при использовании слова «критический» при именовании диапазона магнитных полей, в которых наблюдается фазовый переход;
- замечание о неудачной форме записи промежуточного выражения для силы, действующей на немагнитное тело в магнитной жидкости в градиентном поле, при котором в знаменателе присутствует разность магнитных проницаемостей.

На автореферат поступило 6 отзывов:

1. Положительный отзыв от Демина В.А., д.ф.-м.н., доцента, заведующего кафедрой теоретической физики ФГАОУ ВО "Пермский государственный национальный исследовательский университет", г. Пермь (без замечаний);
2. Положительный отзыв от Закиняна А.Р., д.ф.-м.н., доцента, заведующего кафедрой теоретической и математической физики ФГАОУ ВО "Северо-Кавказский федеральный университет", г. Ставрополь (3 замечания);

3. Положительный отзыв от Казакова Ю.Б., д.т.н., профессора, профессора кафедры электромеханики ФГБОУ ВО "Ивановский государственный энергетический университет им. В.И.Ленина", г. Иваново (без замечаний);
4. Положительный отзыв от Канторович С.С., д.ф.-м.н., доцента-исследователя кафедры теоретической и математической физики ФГАОУ В"О Уральский федеральный университет им. Б.Н.Ельцина", г. Екатеринбург (без замечаний);
5. Положительный отзыв от Королева В.В., д.х.н., ведущего научного сотрудника ФГБУН "Институт химии растворов им. Г.А.Крестова Российской академии наук", г. Иваново (без замечаний);
6. Положительный отзыв от Кракова М.С., д.ф.-м.н., профессора, профессора кафедры ЮНЕСКО "Энергосбережение и возобновляемые источники энергии" Белорусского национального технического университета, г. Минск (без замечаний).

В отзывах на автореферат содержатся следующие вопросы и замечания:

- вопрос о достаточности двух величин: параметра диполь-дипольного взаимодействия и концентрации частиц для описания фазового перехода в магнитных жидкостях и нарушении коллоидной стабильности образцов;
- вопрос об определении скорости течения струй конденсированной фазы и достаточности осреднения по четырем, шести струям;
- замечание об отсутствии экспериментальных измерений магнитоуправляемого фазового перехода при температурах ниже комнатных.

В отзывах отмечено, что диссертация является законченным исследованием и представляет научный интерес, прошла достаточную апробацию, содержит новые результаты, достоверность которых обоснована, тема работы является актуальной, результаты имеют высокую научную ценность и большое прикладное значение.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

официальные оппоненты являются одними из ведущих специалистов в области механики жидкости и газа, физики магнитных явлений, экспериментальной и теоретической гидродинамики магнитных жидкостей, имеют большое число публикации с результатами теоретических и экспериментальных исследований в области магнитных жидкостей; обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту результатов, их научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных выводов;

ведущая организация ФГАОУ ВО "Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина" (г. Екатеринбург) является одним из ведущих научных центров в области исследования свойств магнитных жидкостей, в университете активно ведутся фундаментальные и прикладные исследования по следующим научным направлениям: статистическая термодинамика жидкостей, статические и динамические свойства магнитных жидкостей, межчастичные корреляции и массоперенос в магнитных жидкостях. Отзыв ведущей организации, содержащий подробную, по главам, характеристику содержания диссертационной работы; высокую положительную оценку актуальности темы исследования, достоверности, новизны, теоретической и практической значимости изложенных результатов обсужден и одобрен на заседании научного семинара кафедры теоретической и математической физики Института

естественных наук и математики ФГАОУ ВО "Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина" в присутствии признанных авторитетных специалистов по теме защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый подход к исследованию гидродинамических явлений, являющихся следствием магнитоуправляемого фазового перехода в магнитной жидкости;

предложены оригинальные методы исследований, позволившие обнаружить, описать и указать причины новых типов изотермических течений, вызванных магнитоуправляемым фазовым переходом в полидисперсной магнитной жидкости;

доказана определяющая роль магнитоуправляемого фазового перехода в концентрационном расслоении и генерации гидродинамических течений изотермической магнитной жидкости в стационарных силовых полях;

введены новые представления о магнитоуправляемом фазовом переходе в магнитных жидкостях и инициированных им гидродинамических течениях.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана связь между дисперсным составом, микроструктурой, технологией синтеза магнитной жидкости и её термодинамической устойчивостью в магнитном поле, свойствами межфазной поверхности и интенсивностью концентрационной конвекции; продемонстрировано количественное согласие результатов теоретических и экспериментальных исследований;

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов):

использованы современные методики, как традиционно применяемые в экспериментальной гидродинамике, так и оригинальные, разработанные автором;

изложены физические соображения, объясняющие новые гидродинамические неустойчивости и явления;

изучены условия возникновения, структура и физические механизмы изотермических течений в магнитной жидкости, претерпевающей магнитоуправляемый фазовый переход, в зависимости от физико-химических свойств среды;

проведена модернизация в рамках индукционного приближения выражений для пондеромоторной силы, действующей на немагнитные тела в магнитной жидкости.

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

разработана и внедрена новая методика измерения коэффициента поверхностного натяжения капельных агрегатов в магнитной жидкости;

определена – в индукционном приближении – сила, действующая на немагнитную сферу в цилиндрическом контейнере с магнитной жидкостью, в зависимости от величины магнитного поля, характера кривой намагничивания и геометрии задачи. Результаты могут быть использованы при планировании и проектировании технологических процессов, в которых существенно используются транспортные свойства магнитных жидкостей;

создана методика стабилизации наночастиц магнетита карбоновыми кислотами, обеспечивающая повышенную стабильность магнитной жидкости;

представлены методические рекомендации по применению энергетического подхода к расчёту сил, действующих на немагнитные тела, погруженные в магнитную жидкость.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:
использованы апробированные экспериментальные методики визуализации и измерения скорости течений, температуры гидродинамических объектов и течений, а также современные методы цифровой обработки и статистического анализа данных;
для экспериментальных работ исследования проведены с применением современного оборудования и современных экспериментальных методов исследования, что позволило обеспечить воспроизводимость и высокую точность полученных результатов;
теория построена на основе фундаментального подхода к анализу явлений, исследуемых в работе, и согласуется с представленными в диссертации результатами экспериментов;
идея базируется на обобщении результатов предыдущих исследований магнитных жидкостей с межфазной границей при различных физических условиях;
установлено качественное и количественное соответствие полученных данных с известными результатами теоретических и экспериментальных исследований в пересекающихся областях параметров.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач, планировании экспериментов, создании экспериментальных установок, проведении опытов, физической интерпретации результатов, выполнении численного моделирования, публикации результатов. Все результаты исследований, представленные во всех главах диссертации, получены автором лично за следующими исключениями: во 2-й главе программная реализация численного моделирования принадлежит П.В. Меленеву; в подразделе 4.3 числовое обращение экспериментальных данных предложено и реализовано Е.А. Елфимовой, А.Ю. Соловьевой и В.С. Зверевым; в 6-й главе экспериментальные измерения выполнены К.А. Хохряковой, а большая часть аналитических выражений получена А.Ф. Пшеничниковым, который также участвовал в обсуждении и публикации результатов 2-й, 3-й и 6-й глав.


Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи (проблемы) и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, концептуальности и взаимосвязи основных выводов.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует требованиям п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней" № 842, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.: в ней содержатся результаты, вносящие существенный вклад в развитие знаний в области механики жидкости, газа и плазмы, имеющие фундаментальное значение для понимания динамических явлений в магнитной жидкости, являющихся следствием локальной концентрационной неоднородности, обусловленной магнитоуправляемым фазовым переходом, либо погружением немагнитного тела.

На заседании 26 октября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Иванову А.С. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования по диссертационной работе Иванова А.С. диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, дополнительно введено на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета Д 004.036.01
д.ф.-м.н., профессор,
Райхер Юрий Львович

 / Райхер Ю.Л

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 004.036.01
д.ф.-м.н., доцент
Зуев Андрей Леонидович

 / Зуев А.Л.

М.П.

27 октября 2023 г.