

ОТЗЫВ

на диссертацию Холодовой Светланы Евгеньевны «Математическое моделирование и анализ течений и волн во вращающихся и электропроводных жидких средах», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа Холодовой Светланы Евгеньевны посвящена построению и изучению моделей геофизической гидродинамики.

Диссертация состоит из Введения, девяти глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 451 стр. и содержит 286 наименований цитируемой литературы. В первой главе приводится постановка задачи о волновых движениях жидкости. Во второй и третьей главах выполнен анализ распространения волн в однородном безграничном вращающемся океане и вращающемся сферическом слое. Четвёртая глава посвящена моделированию влияния рельефа земной поверхности на воздушные течения и волны. В пятой и шестой главах рассматриваются волновые движения стратифицированной жидкости. Седьмая, восьмая и девятая главы посвящены исследованию волновых движений во вращающейся электропроводной жидкости.

Актуальность. Диссертация направлена на решение актуальных задач геофизической гидродинамики, таких как математическое моделирование пространственных волновых движений в сплошных средах с учётом физических особенностей, а именно, в сжимаемых неоднородных, в несжимаемых однородных и неоднородных средах, с наличием магнитного поля и силы Кориолиса, в электропроводных средах с различной степенью проводимости. В работе рассматриваются задачи, описывающие генерацию магнитных полей движениями электропроводной жидкости, называемые задачей гидромагнитного динамо. В представленном исследовании краевые задачи рассматриваются с усложнённой топографией, при этом используется полная система МГД уравнений в линейной и нелинейной постановке. Таким образом, актуальность темы обусловлена её практической и теоретической значимостью, так как проблемы астрофизики и геофизики, технические проблемы металлургии, проблемы управления потоками жидкого металла в реакторах атомных электростанций могут быть решены методами магнитной гидродинамики.

Основные цели диссертационной работы:

1) математическое моделирование динамических процессов распространения волн во вращающихся неэлектропроводных и электропроводных жидких средах с учётом и без учёта магнитного поля;

2) доказательство существования устойчивых и неустойчивых режимов в магнитогидродинамических системах.

Высокая степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, обеспечивается выбором модели уравнений, основанной на классических физических законах, строгостью постановок задач и используемого математического аппарата, а также непосредственным сопоставлением положений и выводов с результатами классиков магнитогидродинамической теории.

Научная новизна работы в основном заключается в следующем:

1) при изучении распространения пространственных длинных волн малой амплитуды во вращающемся прямолинейном канале и цилиндрическом кольцевом бассейне переменной глубине указана топография дна бассейна, при которой имеет место точное решение;

2) получено точное решение краевой задачи для нелинейного уравнения в сферической геометрии;

3) проведена редукция векторной трёхмерной системы уравнений динамики сжимаемой стратифицированной вращающейся жидкости с произвольным распределением стратификации, и на основании этой редукции решена задача об излучении волн во вращающейся сжимаемой жидкости;

4) построена математическая модель динамики пространственных крупномасштабных движений во вращающемся слое идеальной электропроводной несжимаемой жидкости переменной глубины с учётом диссипативных эффектов, сферической геометрии, особенностей экваториальной зоны сферического слоя. Доказаны утверждения об аналитическом представлении решения;

5) показан факт существования установившегося режима колебаний при больших значениях времени в стратифицированной электропроводящей вращающейся жидкости;

6) показан факт существования индуцированного магнитного поля сколь угодно длительное время, а также его существование при отключении фонового внешнего магнитного поля.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Полученные результаты и методы могут быть использованы для расчёта силового воздействия волн, для определения волнового режима

акваторий при строительстве морских гидротехнических сооружений на стадии проектирования. Полученные аналитические решения позволяют проводить сравнение и оценку эффективности различных асимптотических и приближённых численных методов. Результаты исследования могут быть применены при изучении процессов, происходящих в жидком ядре Земли и самовозбуждения магнитогидродинамического динамо в относительно больших массах металла.

Апробация результатов.

Результаты исследований по заявленной тематике докладывались на конференциях различного уровня и семинарах с 1994 г. В приведённом библиографическом списке приведена ссылка автора диссертации на опубликованные им работы. Из них 21 публикация в журналах из рекомендованного списка ВАК Министерства образования и науки и 9 публикаций в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. Автореферат и опубликованные статьи достаточно полно представляют содержание диссертационной работы.

Основные результаты работы, полученные в диссертации, вполне отвечают сформулированной автором цели и поставленным задачам. Диссертационная работа Холодовой С.Е. является замечательным образцом построения и исследования моделей геофизической гидродинамики. Эта работа, являющаяся законченной научно-квалификационной работой, позволяет проводить как качественный анализ таких течений, так и предоставляет теоретический материал для проведения верификации и валидации приближённого решения практических задач.

По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания:

1. На странице 160 представлен вывод о редукции краевой задачи к системе двух уравнений с частными производными, которая далее сведена к одному уравнению. Было бы логичнее представить результат, как редукцию к одному уравнению.

2. В четвертом пункте четвертого параграфа восьмой главы при постановке задачи не уточняется, что решение строится для случая равных нулю меридиональных компонент скорости и магнитной индукции. Это отмечается только в середине параграфа в процессе построения решения на странице 348.

3. В пятом пункте четвертого параграфа восьмой главы рассматривается предельный случай экваториальной динамики. Следует отметить подробный анализ вертикальной структуры магнитогидродинамических полей, как решение дифференциального

уравнения четвертого порядка с переменными коэффициентами с последовательным доказательством сходимости ряда, представляющего решение для модифицированной функции давления, в то время как явный вид остальных магнитогидродинамических характеристик не представлен. Диссертант видимо увлекся решением столь интересного уравнения, что исходная задача оказалась забытой, показавшись уже менее интересной.

4. Следует пояснить смысл введенного на странице 222 в формулах (7.208), (7.209) параметра f , показать правильность равенства (8.354) и выражения для горизонтальной компоненты скорости на странице 355. Тем более, что разные объекты, приведённые на стр. 222 и стр.355, обозначены одной буквой f .

Указанные недостатки не снижают достоинств работы, которая выполнена на высоком научном уровне и соответствует всем квалификационным требованиям ВАК и в частности требованиям пункта 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. 28.08.2017 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. На основании вышеизложенного считаю, что автор диссертационной работы «Математическое моделирование и анализ течений и волн во вращающихся и электропроводных жидких средах» Холодова Светлана Евгеньевна заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент

Заведующий кафедрой «ЮНЕСКО по информационным вычислительным технологиям» ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»
доктор физико-математических наук

профессор

Подпись
Зав. канцелярией

Захаров Юрий Николаевич

24 мая 2018 г.

Адрес организации: 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (КемГУ), кафедра ЮНЕСКО по информационным вычислительным технологиям.

Телефон: +7 (3842)58 23 10

E-mail: zyn@kemsu.ru