

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Н.М. Гордеевой

«Краевая задача для системы интегро-дифференциальных уравнений,
возникающая в физике плазмы»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.2 – «Дифференциальные уравнения и математическая физика»

Решение математических задач, возникающих при моделировании плазмы, – одно из фундаментальных направлений современной математической физики, имеющее важное теоретическое и прикладное значение. В диссертации рассмотрена задача об отклике плазмы на внешнее электромагнитное возмущение и дано ее аналитическое решение.

Рассматривается краевая задача для системы интегро-дифференциальных уравнений, возникающая при моделировании возмущения слоя плазмы электрическим полем на основе уравнений Больцмана–Максвелла. Задача получена путем линеаризации системы Больцмана–Максвелла с модельным интегралом столкновений в форме Бхатнагара–Гросса–Крука. Решение рассмотренной задачи строится в несколько этапов. Вначале рассматривается система без краевых условий. Строится общее решение этой системы с использованием преобразования Фурье. Затем найденное решение, содержащее набор произвольных констант и свободную функцию, подставляется в краевые условия, в результате чего возникает сингулярное интегральное уравнение с ядром Коши на вещественной прямой, для которого строится решение в замкнутой аналитической форме. Кроме того, в диссертации выполнена численная реализация представления искомой функции для случаев, когда ядро исходного интегрального оператора соответствует распределениям Ферми–Дирака и Максвелла, а затем исследована зависимость этой функции от частоты внешнего поля, частоты столкновений и выбора этого ядра.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и списка литературы. Во введении дано общее описание диссертации, указаны ее цели и задачи и описаны полученные результаты, их научная новизна и практическое значение.

В первой главе диссертации рассматривается математическая модель отклика плазмы на воздействие внешнего электрического поля. Рассматриваются два возможных случая: 1) плазма с произвольной степенью вырождения, для которой в невозмущенном состоянии справедливо распределение Ферми–Дирака; 2) классическая

плазма, для которой в невозмущенном состоянии справедливо распределение Максвелла. Путем линеаризации выводится основная система интегро-дифференциальных уравнений относительно двух неизвестных функций с зеркальными граничными условиями.

Во второй главе в аналитическом виде построено общее решение основной системы интегро-дифференциальных уравнений без граничных условий в плоскости двух вещественных переменных. Основным инструментом здесь служит преобразование Фурье в пространстве обобщенных функций и найденные в работе новые формулы такого преобразования и его обращения для обобщенных функций специального вида. После получения явного вида образа Фурье искомых функций в результате решения интегральных уравнений в пространстве обобщенных функций, выполнен обратный переход к исходным функциям. Таким образом, решение основной системы найдено в явном аналитическом виде.

В третьей главе в результате учета граничных условий задача, после серии преобразований, сводится к сингулярному интегральному уравнению с ядром Коши на вещественной прямой, изучению которого посвящена третья глава диссертации. Подробно рассматривается вопрос о нулях т.н. «дисперсионной функции». С помощью методов теории сопряжения аналитических функций это сингулярное уравнение сводится к краевой задаче Римана на вещественной прямой с растущими данными, решение которой найдено в явном аналитическом виде. Рассмотрены два случая: когда дисперсионная функция не обращается в нуль и когда она имеет два простых нуля.

В четвертой главе проведена численная реализация построенного решения и детально исследована его зависимость от исходных параметров задачи.

Диссертация написана на высоком научном уровне. Все представленные в ней результаты строго математически обоснованы и достоверны. Автор продемонстрировала уверенное владение различными математическими методами: теорией обобщенных функций, теорией задач сопряжения аналитических функций, асимптотическими разложениями, численными методами.

Диссертация Н.М.Гордеевой полностью соответствует паспорту специальности 1.1.2 – «Дифференциальные уравнения и математическая физика».

Все результаты диссертации являются новыми, снабжены подробными доказательствами, опубликованы в центральных российских и международных журналах и апробированы на российских и международных конференциях. Автореферат диссертации верно отражает ее содержание.

Считаю, что диссертация Надежды Михайловны Гордеевой представляет собой законченное научное исследование, свидетельствующее, что автор является квалифицированным специалистом в области математической физики и дифференциальных уравнений. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, включая пункт 9, Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор – Гордеева Надежда Михайловна, без сомнения, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2 – «Дифференциальные уравнения и математическая физика».

Оппонент

доцент кафедры функционального анализа и его применений

факультета вычислительной математики и кибернетики

МГУ имени М.В.Ломоносова,

доктор физико-математических наук

по специальности 01.01.02



Полосин Алексей Андреевич

119991 ГСП-1 Москва, Ленинские горы, МГУ имени М.В.Ломоносова, д. 1, стр. 52,

2-й учебный корпус, факультет ВМК

Тел.: +7 (916) 260-83-77

alexei-polosin@mail.ru

Подпись А.А. Полосина заверяю

Декан факультета ВМК МГУ

академик РАН

30.08.2024



Соколов Игорь Анатольевич