

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Дружкова Константина Павловича «Законы сохранения и точные решения уравнений мелкой воды над неровным дном», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Диссертационная работа К.П. Дружкова посвящена исследованию ряда свойств систем уравнений одномерной и двумерной мелкой воды над неровным дном и построению точных решений одномерной системы уравнений мелкой воды над наклонным дном. **Актуальность** выбранной темы исследований обусловлена важностью изучения свойств рассматриваемой математической модели и построения её точных решений.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы из 94 наименований. Общий объем диссертации составляет 124 страницы.

Во **введении** приводится постановка проблемы, обосновывается актуальность темы диссертационного исследования, дан обзор литературы, сформулированы цели и задачи исследования, приведены основные положения, выносимые на защиту и указаны их научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В **главе 1** рассматривается задача классификации симметрий одномерной системы уравнений мелкой воды в зависимости от профиля дна. Определяются профили дна, при которых исходная система уравнений связана с линейной системой уравнений с помощью точечных преобразований.

Глава 2 посвящена классификации гидродинамических законов сохранения одномерной системы уравнений мелкой воды в зависимости от профиля дна. Классификация проводится с помощью прямого метода построения законов сохранения.

Глава 3 посвящена построению трехпараметрического и исследованию двухпараметрического семейства точных решений уравнений мелкой воды над

наклонным дном. При построении решений исходной системы уравнений используется её связь с линейной системой уравнений посредством точечного преобразования. Рассматривается вопрос об области параметров, в которой преобразование, связывающее линейную систему с исходной, невырождено. Приводятся графики решения из полученного семейства в некоторые моменты времени. Обсуждаются свойства полученного решения.

В **главе 4** рассматриваются задачи классификации контактных симметрий и законов сохранения первого порядка одномерного уравнения мелкой воды над неровным дном в лагранжевых переменных. Анализ свойств рассматриваемого уравнения проводится с использованием промежуточной системы уравнений, описывающей движение как в эйлеровых, так и в лагранжевых переменных. Определяются профили дна, при которых уравнение мелкой воды в лагранжевых переменных связано с линейным уравнением с помощью контактных преобразований.

Глава 5 посвящена классификации симметрий двумерной системы уравнений мелкой воды в зависимости от профиля дна. С помощью результатов классификации делается вывод о несуществовании профилей дна, при которых исходная система уравнений была бы связана с линейной системой уравнений с помощью точечных преобразований.

Глава 6 посвящена классификации гидродинамических законов сохранения двумерной системы уравнений мелкой воды в зависимости от профиля дна. Классификация проводится с помощью прямого метода построения законов сохранения.

В **заключении** сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Специального упоминания заслуживают следующие результаты, полученные в диссертации:

1. построено трехпараметрическое семейство и исследовано двухпараметрическое семейство точных решений одномерной системы уравнений мелкой воды

над наклонным дном, описывающее набег на берег и отражение от него без обрушения волны в форме сглаженной “ступеньки”;

2. описаны все профили дна для одномерной и двумерной систем уравнений мелкой воды над неровным дном, при которых эти системы уравнений могут быть сведены к линейным системам уравнений с помощью точечных преобразований.

Диссертацию отличает внутренняя цельность и логическое единство глав.

Достоверность результатов работы следует из строгого применения математических методов и проведения сравнения с результатами других авторов. Результаты многократно докладывались на международных и российских конференциях и научных семинарах.

Научная значимость состоит в том, что результаты классификаций симметрий и законов сохранения одномерной и двумерной систем уравнений мелкой воды над неровным дном могут быть использованы для построения инвариантных решений, получения новых классов решений из уже известных, построения инвариантных и консервативных разностных схем.

Все результаты диссертации являются новыми и представляют интерес для приложений. Работа выполнена на высоком научном уровне.

Основные результаты диссертации опубликованы в 14 научных работах, из них 9 индексируются в базах данных WoS или Scopus и входят в список рекомендуемых изданий ВАК РФ.

Название диссертации соответствует её содержанию и заявленной специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы». Автореферат соответствует содержанию диссертации и достаточно полно её отражает.

Диссертация К.П. Дружкова «Законы сохранения и точные решения уравнений мелкой воды над неровным дном» является законченной научно-квалификационной работой.

Имеются следующие замечания:

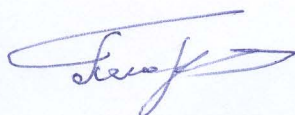
1. Для полученных точных решений в главе 3 не рассматривается вопрос о зависимости поведения свободной поверхности на бесконечности по пространственной переменной.
2. В главе 3 приводятся графики свободной поверхности только для одного решения из полученного трехпараметрического семейства и только для двух моментов времени. На взгляд оппонента, следовало бы привести графики свободной поверхности и для других решений из полученного семейства в разные моменты времени. Такие иллюстрации очень полезны для наглядности и более глубокого осмысления полученных результатов.
3. Отсутствует ссылка на работу Свиркунова П.Н. (ПММ 1996г.), в которой получена серия точных осесимметричных решений неустановившихся течений жидкости над параболическим дном. Не исключено, что в пределе бесконечно большого радиуса точные решения Свиркунова и решение Дружкова для плоской волны совпадут. В связи с этим очень важно провести соответствующий анализ.

Указанные замечания не снижают положительной оценки работы в целом.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация К.П. Дружкова «Законы сохранения и точные решения уравнений мелкой воды над неровным дном» отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к кандидатским диссертациям, а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», а ее автор, Дружков Константин Павлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Доктор физико-математических наук по специальности
01.02.05 – механика жидкости газа и плазмы,
главный научный сотрудник

Института проблем механики
имени А.Ю. Ишлинского РАН



А.Г. Петров

24 февраля 2021 г.

Телефон: +7(916)079-61-58 (мобильный)

E-mail: petroviprimech@gmail.com

Почтовый адрес: 119526, г. Москва,

проспект Вернадского, д. 101, корп. 1,

Института проблем механики

имени А.Ю. Ишлинского РАН

Подпись главного научного сотрудника Петрова Александра Георгиевича
удостоверяю:

Подпись Петрова А. Г. заверяю

Ученый секретарь М.А. Котов

Подпись И.А. Сафронова ЗАВЕРЯЮ

Зам. Канцелярией И.А. Сафронова

2021

