

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.054.04 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ГИДРОДИНАМИКИ ИМ. М.А. ЛАВРЕНТЬЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело №_____

решение диссертационного совета от 05.09.2017 № 11

О присуждении Ковтуненко Павлу Викторовичу, гражданину Российской Федерации, **ученой степени кандидата физико-математических наук.**

Диссертация «Распространение длинноволновых возмущений в пространственно-неоднородном движении жидкости» **по специальности** 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы» **принята к защите** 20 июня 2017 года, **протокол № 8, диссертационным советом** Д 003.054.04 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, пр. Академика Лаврентьева, 15, г. Новосибирск, Россия, созданным приказом № 782/нк Минобрнауки России от 24.06.2016 г.

Соискатель Ковтуненко Павел Викторович 1990 года рождения. В 2011 году соискатель окончил бакалавриат Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный университет» по направлению «механика». В 2013 году соискатель окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по направлению подготовки 010800 «механика и математическое моделирование». В 2017 году соискатель окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук с представлением диссертации к защите.

Работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Си-

бирского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций, и инженером в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Чесноков Александр Александрович, работает в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» в лаборатории нелинейных процессов в гидродинамических системах в должности заведующего лабораторией и в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук в должности ведущего научного сотрудника.

Официальные оппоненты:

Чугайнова Анна Павловна, доктор физико-математических наук, работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Математическом институте им. В.А. Стеклова Российской академии наук, отдел механики, ведущий научный сотрудник;

Яковенко Сергей Николаевич, доктор физико-математических наук, доцент, работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, Лаборатория №8, старший научный сотрудник,
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, **в своем положительном заключении, подписанном** Аксёновым Александром Васильевичем, доктором физико-

математических наук, профессором кафедры гидромеханики механико-математического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и **утвержденном** Чубариковым Владимиром Николаевичем, доктором физико-математических наук, и.о. декана механико-математического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, **указала, что** рассматриваемая диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, и соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а её автор, Павел Викторович Ковтуненко, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 — «Механика жидкости, газа и плазмы».

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, из них 4 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК. Опубликованные работы (статьи в научных журналах и трудах конференций), общим объемом 47 страниц, в полном объеме отражают содержание диссертации.

Работы посвящены развитию новых элементов теории гиперболических систем уравнений с операторными коэффициентами, построению классов решений и исследованию математических свойств длинноволновых моделей течения жидкости, а также построению многослойных моделей мелкой воды с массообменом на границе слоев.

Наиболее значимые работы:

1) Ковтуненко П.В., Чесноков А.А. Специальные классы решений уравнений горизонтально-сдвигового движения жидкости // Сиб. журн. индустр. матем. — 2011. — Т. 14., № 3 — С. 50–57.

Авторский вклад состоит в непосредственном аналитическом построении классов точных решений и построении численных примеров в рамках полученных классов.

2) Chesnokov A.A., Kovtunenko P.V. Weak discontinuities in solutions of long-wave equations for viscous flows // Stud. Appl. Math. — 2014. — Vol. 132. — P. 50–60.

Авторский вклад состоит в анализе математических свойств исследуемой модели, проведении математических выкладок, аналитическом построении многослойной модели и проведении численных экспериментов, в том числе верификационных по сравнению с известными моделями.

3) Ковтуненко П.В. Распространение возмущений в тонком слое жидкости, стратифицированной по вязкости // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Математика, механика, информатика. — 2015. — Т. 12, № 2. — С. 38–50.

4) Kovtunenko P.V. One-dimensional mixing layer model for a Hele-Shaw flow // J. Phys.: Conf. Ser. — 2016. — Vol. 722, no. 012020.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

На автореферат поступило 3 отзыва. Все отзывы положительные. В них отмечается актуальность, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Отмечено, что диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, соответствует специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

1. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Казаковым А. Л., ученым секретарем ФГБУН Иркутского научного центра СО РАН, г. Иркутск. Отзыв не содержит замечаний.
2. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Баутиным С. П., профессором кафедры естественнонаучных дисциплин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», г. Екатеринбург. В отзыве сделано замечание, что в автореферате не представлены поверхности в пространствах u , $x, y; h, x, y$ в различные фиксированные моменты времени.
3. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Бубенчиковым А. М., профессором, заведующим лабораторией 35 Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск. Отзыв не содержит замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью и своими достижениями в области математической гидродинамики, механики сплошных сред, дифференциальных уравнений и математического моделирования, наличием публикаций в указанных сферах исследований и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Подразделением ведущей организации является кафедра гидромеханики ММФ МГУ, которая существует с 1932 г. и зарекомендовала себя как обладающая одним из самых сильных профессорских составов в области гидродинамики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработаны новые элементы теории гиперболических уравнений с операторными коэффициентами, исследованы математические свойства ряда длинноволновых моделей. **Предложен** ряд многослойных аппроксимирующих моделей, позволяющих проводить корректное численное моделирование уравнений мелкой воды, которые позволяют учитывать нелинейные эффекты и эволюцию профиля скорости в процессе развития течения. **Проведены** верификационные вычисления;

Построены специальные классы решений интегро-дифференциальной модели, описывающей пространственно-неоднородное движение идеальной жидкости в открытом канале: класс решений, который характеризуется линейной зависимостью между интегральными инвариантами Римана, решение в классе бегущих волн, непрерывно примыкающих к заданному сдвиговому потоку. **Выведены** критерии устойчивости течения, аналогичные критериям Рэлея и Фьортофта. **Построена** многослойная модель, аппроксимирующая исходную интегро-дифференциальную систему уравнений и представляющая собой систему законов сохранения;

Показана возможность нелинейного опрокидывания волн в рамках модели, описывающей распространение волновых возмущений в тонком слое вязкой жидкости, стекающей по наклонной плоскости. **Предложена** система дифференциальных балансовых соотношений, аппроксимирующая исходную модель. **Выполнено** численное моделирование распространения волновых возмущений в тонком слое вязкой жидкости с учетом отклонения профиля скорости от параболического закона.

Проведено обобщение результатов на случай стратифицированных по вязкости течений;

Предложена одномерная трехслойная модель течения, описывающая эволюцию слоя смешения, образующегося на границе раздела потоков жидкости с различными вязкостями и скоростями при их совместном течении в ячейке Хеле–Шоу. **Проведено** численное исследование влияния вязкости на эволюцию слоя смешения.

Теоретическая значимость исследований обосновывается тем, что:

теория гиперболических систем уравнений с операторными коэффициентами имеет большой потенциал в приложениях, связанных с исследованием свойств длинноволновых моделей. В связи с этим, **развитие** новых элементов данной теории в контексте анализа пространственно-неоднородных течений идеальной жидкости и пленочных течений, вносит большой вклад в усовершенствование данной теории.

Исследованы классы точных решений, характеристические свойства, слабые и сильные разрывы, **сформулированы** критерии устойчивости ряда интегродифференциальных моделей теории длинных волн;

Построены системы осредненных дифференциальных уравнений, аппроксимирующих исходные интегродифференциальные модели, на основе которых выполнено численное моделирование распространения нелинейных волновых возмущений в сдвиговых течениях жидкости;

Описана эволюция слоя смешения, образующегося на границе раздела потоков жидкости с различными вязкостями и скоростями при их совместном течении в ячейке Хеле–Шоу. **Получена** одномерная стационарная модель эволюции слоя смешения, позволяющая численно произвести оценку размера области формирования крупных вихревых структур.

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

обоснована эффективность применения аппроксимирующих многослойных моделей для моделирования уравнений мелкой воды с нетривиальным профилем скорости;

показана эффективность моделирования течений вязких жидкостей в рамках предположения о слоистой структуре течений с массообменом и диссипацией

энергии. **Выведена** одномерная стационарная модель эволюции слоя смешения в ячейке Хеле–Шоу, позволяющая дать оценку области существования крупных вихревых структур. Практическая значимость обусловлена в первую очередь применимостью подхода к задачам интенсификации добычи углеводородов.

Определены перспективы использования многослойных моделей в задачах, связанных с моделированием течений пленок жидкости, а также с течением Хеле–Шоу;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Обобщение теории характеристик и понятия гиперболичности на класс систем с операторными коэффициентами, предложенные В.М. Тешуковым, на которые в значительной мере опираются аналитические результаты диссертации, активно используется для теоретического анализа волновых интегродифференциальных моделей и является общепризнанной на мировой научной арене.

Идея **осреднения уравнений** движения в рамках предположения о кусочно-линейном профиле скорости, в результате которого совершается переход к многослойным моделям, является эффективным методом аппроксимации уравнений при необходимости описания течений со сложной структурой.

Выбор конечно-разностных схем, используемых в работе, **оправдан** с точки зрения эффективности их применения к данным классам задач.

Установлено качественное соответствие результатов моделирования с примерами точных решений, наблюдается возникновение физических эффектов, соответствующих общим представлениям о механике процессов.

Личный вклад соискателя состоит в применении методов исследования нелинейных волновых процессов, разработанных в ИГИЛ СО РАН, к моделям пространственно-неоднородного течения жидкости в длинноволновом приближении, а также в его участии на всех этапах получения новых результатов: производстве непосредственных математических расчетов, выводе аппроксимирующих моделей, реализации численных экспериментов, анализе и интерпретации полученных результатов, подготовке публикаций и выступлений на конференциях и семинарах.

На заседании 05 сентября 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Ковтуненко П. В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 10 докторов наук по профилю специальности 01.02.05 — «Механика жидкости, газа и плазмы», участвующих в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 21, против 0, недействительных бюллетеней 2.

Председатель

Диссертационного совета

Д 003.054.04

д.ф.-м.н., профессор

Хлуднев А. М.

Ученый секретарь

диссертационного совета

Д 003.054.04

д.ф.-м.н., доцент



Рудой Е. М.

«7» сентября 2017 г.