

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.13, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 27 сентября 2019 года публичной защиты диссертации Дьяковой Ольги Алексеевны «Течения неньютоновской жидкости в каналах различной формы с условиями скольжение–прилипание на твердой стенке» по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

Присутствовали 18 из 26 членов диссертационного совета, из них 6 докторов наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы:

- | | |
|--|----------|
| 1. Шрагер Г. Р., доктор физико-математических наук, профессор,
председатель диссертационного совета, | 01.02.05 |
| 2. Васенин И. М., доктор физико-математических наук, профессор,
заместитель председателя диссертационного совета, | 01.02.05 |
| 3. Христенко Ю. Ф., доктор технических наук, старший научный сотрудник,
заместитель председателя диссертационного совета, | 01.02.04 |
| 4. Пикущак Е. В., кандидат физико-математических наук,
ученый секретарь диссертационного совета, | 01.02.05 |
| 5. Архипов В. А., доктор физико-математических наук, профессор, | 01.02.05 |
| 6. Биматов В. И., доктор физико-математических наук, доцент, | 01.02.05 |
| 7. Бубенчиков А. М., доктор физико-математических наук, профессор, | 01.04.14 |
| 8. Бутов В. Г., доктор физико-математических наук, профессор, | 01.04.14 |
| 9. Глазунов А. А., доктор физико-математических наук, профессор, | 01.02.05 |
| 10. Глазырин В. П., доктор физико-математических наук, | 01.02.04 |
| 11. Зелепугин С. А., доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник, | 01.02.04 |
| 12. Крайнов А. Ю., доктор физико-математических наук, профессор, | 01.04.14 |
| 13. Лапшин О. В., доктор физико-математических наук, | 01.04.14 |
| 14. Люкшин Б. А., доктор физико-математических наук, профессор, | 01.02.04 |
| 15. Миньков Л. Л., доктор физико-математических наук, профессор, | 01.04.14 |
| 16. Прокофьев В. Г., доктор физико-математических наук, доцент, | 01.04.14 |
| 17. Скрипняк В. А., доктор физико-математических наук, профессор, | 01.02.04 |
| 18. Тимченко С. В., доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник, | 01.02.05 |

Заседание провёл председатель диссертационного совета доктор физико-математических наук, профессор Шрагер Геннадий Рафаилович.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить О. А. Дьяковой учёную степень кандидата физико-математических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.13,
созданного на базе федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____**

решение диссертационного совета от 27.09.2019 № 380

О присуждении **Дьяковой Ольге Алексеевне**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Течения неньютоновской жидкости в каналах различной формы с условиями скольжение–прилипание на твердой стенке»** по специальности **01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы** принята к защите 02.07.2019 (протокол заседания № 373) диссертационным советом **Д 212.267.13**, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012).

Соискатель **Дьякова Ольга Алексеевна**, 1992 года рождения.

В 2015 году соискатель окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

В 2019 году соискатель очно окончила аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности ассистента режиссера центра культуры, по совместительству – в должности инженера лаборатории проблем опасных космических объектов в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский

государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной газовой динамики и горения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, **Борзенко Евгений Иванович**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра прикладной газовой динамики и горения, доцент.

Официальные оппоненты:

Мошкин Николай Павлович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория фильтрации, ведущий научный сотрудник

Кошелев Константин Борисович, кандидат физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория гидрологии и геоинформатики, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Ижевск, в своем положительном отзыве, подписанном **Карповым Александром Ивановичем** (доктор физико-математических наук, лаборатория физико-химической механики, главный научный сотрудник) и **Шаклеиным Артемом Андреевичем** (кандидат физико-математических наук, лаборатория физико-химической механики, старший научный сотрудник), указала, что актуальность диссертационного исследования О. А. Дьяковой обусловлена широким разнообразием областей науки и техники,

тесно связанных с течением различных сред: например, изучение реологических особенностей при производстве полимеров, заливке строительных смесей позволяет повысить качество конечной продукции, увеличить эффективность технологических процессов; исследования в области гематологии позволяют изучать различные болезни и разрабатывать методики их лечения (течения в зоне формирования тромбов, перенос лекарственных средств). Рассматриваемые задачи характеризуются течением неньютоновских сред при взаимодействии с твердыми поверхностями, в результате чего формируются особые области (циркуляционные зоны, локальные перепады давления), учет которых необходим при разработке технологических процессов и создании различных технических устройств. Для теоретического изучения данных особенностей необходимо разрабатывать модели, позволяющие адекватно оценивать как вязкость вещества при различных условиях течения, так и разнообразные поверхностные эффекты. О. А. Дьяковой сформулирована математическая модель течения неньютоновской несжимаемой жидкости в каналах L и T-образной формы с условиями прилипания и проскальзывания на твердых поверхностях для расчета гидродинамических параметров течения в узлах различных конструкций, разработаны вычислительный алгоритм и его программная реализация в среде программирования Fortran; проведены параметрические расчеты течения ньютоновской и неньютоновской (как псевдопластической, так и дилатантной) жидкостей в канале L-образной формы, получены параметрические зависимости свойств течения в области изгиба канала (количество, размеры и форма циркуляционных зон) в зависимости от числа Рейнольдса, типа граничного условия на твердой стенке, реологии жидкости, геометрических особенностей канала; выявлены отличительные особенности структуры течения в зависимости от коэффициента проскальзывания в модели граничного условия и показателя нелинейности в модели вязкости; проведены параметрические расчеты течения неньютоновских (как псевдопластической, так и дилатантной) жидкостей в канале T-образной формы; выявлено четыре режима течения в зависимости от соотношения значений давления на свободных границах канала; получены зависимости

гидродинамических параметров течения в рассматриваемом узле от коэффициента проскальзывания в модели граничного условия и показателя нелинейности в модели вязкости; показано, что для псевдопластической жидкости число Рейнольдса для всех четырех режимов течения обладает сильной зависимостью от реологии течения (показателя нелинейности в модели вязкости), в то время как для дилатантной жидкости зависимость слабая; определено, что увеличение коэффициента проскальзывания приводит к возрастанию расхода в канале. Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, могут быть использованы при оптимизации существующих и разработке новых конструктивных элементов, в составе которых имеются каналы с изогнутой геометрией, предназначенные для течения различных вязких сред.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 23 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы (в том числе в российском научном журнале, входящем в Web of Science, опубликовано 2 работы), в прочем научном журнале опубликована 1 работа, в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-технических конференций опубликовано 18 работ (из них в сборниках материалов конференций, представленных в изданиях, входящих в Web of Science или Scopus, опубликовано 4 работы); свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ получено 1. Общий объем публикаций – 6,39 а.л., личный вклад автора – 3,15 а.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Борзенко Е. И. Исследование явления проскальзывания в случае течения вязкой жидкости в изогнутом канале / Е. И. Борзенко, **О. А. Дьякова**,

Г. Р. Шрагер // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2014. – № 2 (28). – С. 35–44. – 0,6 / 0,2 а.л.

2. Борзенко Е. И. Исследование течения вязкой жидкости в Т-образном канале с условиями прилипания-скольжения на твердой стенке / Е. И. Борзенко, **О. А. Дьякова** // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2016. – № 4 (42). – С. 58–69. – DOI: 10.17223/19988621/42/6. – 0,75 / 0,37 а.л.

Web of Science: Borzenko E. I. Investigation of viscous fluid flow in T-shaped channel with no slip / slip boundary conditions on the solid wall / E. I. Borzenko, **O. A. Diakova** // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta-Matematika i mekhanika – Tomsk State University Journal of Mathematics and Mechanics. – 2016. – № 4. – P. 58–69.

3. **Дьякова О. А.** Исследование структуры неизотермического потока степенной жидкости в L-образном канале / О. А. Дьякова, О. Ю. Фролов // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2019. – № 58. – С. 71–83. – DOI: 10.17223/19988621/58/6. – 0,8 / 0,4 а.л.

Web of Science: **Dyakova O. A.** Investigation of the structure of non-isothermal power-law fluid flow in an L-shaped channel / O. A. Dyakova, O. Y. Frolov // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta-Matematika i mekhanika – Tomsk State University Journal of Mathematics and Mechanics. – 2019. – № 58. – P. 71–83.

На автореферат поступило 8 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **В. Ю. Гидаспов**, канд. физ.-мат. наук, доц., ведущий научный сотрудник кафедры Вычислительной математики и программирования Московского авиационного института (национального исследовательского университета), с замечаниями: Из текста автореферата неясно, как рассчитываются характеристики течения в окрестности угловых точек. Следует провести аналогичные исследования для вязкопластичных жидкостей (например, подчиняющихся реологическим законам Шведова–Бингама, Балкли–Гершеля и т. д.), что существенно расширит область практического применения результатов работы.
2. **Б. В. Бошнятов**, д-р техн. наук, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической механики

перспективных технологий Института прикладной механики РАН, г. Москва, *без замечаний*. 3. **Г. В. Пышнограй**, д-р физ.-мат. наук, проф., профессор кафедры высшей математики Алтайского государственного педагогического университета им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, *с замечанием*: Так как одним из результатов работы является разработка программного комплекса для выполнения расчетов по полученным в диссертации моделям, имело смысл сравнить приведенные расчеты с расчетами, реализованными на базе известных вычислительных пакетов, поскольку в большинстве пакетов, которые работают с неньютоновскими средами, модель псевдопластической жидкости уже включена. 4. **С. В. Карязов**, канд. техн. наук, ведущий инженер-технолог – начальник группы лаборатории 181 Федерального центра двойных технологий «Союз», г. Дзержинский Московской обл., *с замечаниями*: Судя по автореферату, все задачи решены в плоской постановке, поэтому в дальнейшем следует рассмотреть процессы течений с учетом реальной конфигурации труб и каналов, т.е. в трехмерной постановке. Не рассмотрено влияние теплообмена с окружающей средой на процессы течения (с учетом температурной зависимости реологических характеристик); следует рекомендовать учет этих явлений в будущих исследованиях. Коэффициент уравнения, выражающего условие проскальзывания, принят постоянным на всем протяжении L-образных и T-образных каналов, между тем в реальных установках формования изделий из полимеров нередко имеет место разная степень пристенного скольжения в разных точках сливной системы, что может сильно усложнить условия течения. Данную особенность также желательно учесть при проведении дальнейших работ. Кроме того, условие проскальзывания на стенке следовало бы в будущем сформулировать в более реалистической постановке: а) проскальзывание начинается лишь после достижения некоторого порогового значения скорости сдвига (или напряжения сдвига) на стенке; б) вид зависимости скорости скольжения от напряжения сдвига на стенке аналогичен степенному реологическому закону Хершеля–Балкли. 5. **А. М. Цыганов**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королева, и **И. В. Чечет**,

канд. техн. наук, научный сотрудник научно-образовательного центра газодинамических исследований Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Королева, *с замечаниями*: Из автореферата неясно, в каком диапазоне чисел Рейнольдса созданный программный пакет может моделировать течение неньютоновской несжимаемой жидкости. На с. 8 написано «Расстояние от угловой точки E до входной и выходной границ выбрано таким образом, чтобы изгиб канала не влиял на характер течения в окрестности AE и CD.» – нигде не указан параметр, по которому это выбиралось. Фраза «изгиб канала» подразумевает сопряжение двух каналов дугой определенного радиуса кривизны и неточна для описываемого случая. 6. **И. Г. Русяк**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Математическое обеспечение информационных систем» Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова, *с замечаниями*: Отсутствуют указания по выбору шага сетки при решении системы уравнений гидродинамики; не показана сходимость численного метода. Не ясно, зачем было приводить дважды одну и ту же постановку задач для L-образного (1)-(2) и T-образного (7)-(8) каналов. 7. **Н. М. Труфанова**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой конструирования и технологий в электротехнике Пермского национального исследовательского политехнического университета, *с замечанием*: В работе приведены результаты исследования процессов течения неньютоновских жидкостей с различными реологическими параметрами, изменяющимися в широком диапазоне. Хотелось бы видеть в работе результаты моделирования течения реальной жидкости, применяемой в промышленности, полученные с использованием предложенной соискателем программы. 8. **К. А. Чехонин**, д-р физ.-мат. наук, проф., ведущий научный сотрудник лаборатории численных методов математической физики Вычислительного центра ДВО РАН, г. Хабаровск, *с замечаниями и вопросами*: Согласно исследованиям Дж. Моффата (1964) и В. А. Кондратьева (1967–1968), решение рассматриваемых краевых задач содержит сингулярность для давления и напряжений в выпуклых углах расчетной области. Использование разрывных граничных условий для поправки давления, предложенных П. Роучем, не позволяют ее исключить, но существенно снижают осцилляции давления в ее окрестности.

Кроме этого, в этом случае максимальная скорость сходимости решения при использовании классического подхода будет пропорциональна корню квадратному от диаметра ячейки сетки, т. е. очень медленная, а давление и напряжение дают осцилляции в начале координат, связанных с угловой точкой и распространяющихся на некоторую окрестность. Уровень сингулярности зависит от Числа Рейнольдса и параметра нелинейности реологической модели. Из автореферата не ясно, как автор разрешает эту особенность. Автореферат не лишён неточностей. В стационарных уравнениях Навье–Стокса (1) на с. 7 и (7) на с. 15 автореферата тензор τ – обозначен как тензор напряжений, а не тензор скоростей деформаций? На с. 8 формула (6) β является безразмерной длиной проскальзывания, а не коэффициентом проскальзывания. По-видимому, имеется описка в задании граничного условия для скорости на входном сечении АМ на с. 17 автореферата; в качестве критерия остановки итерационного процесса алгоритма SIMPLE используются производные от поправки давления, которые в выпуклых углах расчетной области имеют сингулярность? Кроме этого, в критерии остановки по сходимости компонент вектора скорости вдруг появляется их зависимость от времени, хотя исходная постановка стационарна. Не ясно, как в алгоритме производилась линеаризация источникового члена в дискретном аналоге и обеспечивалось его положительное значение. Особенностью структуры течения вязкой жидкости в Т-канале является точка стагнации течения, которая совпадает с вершиной одного из выпуклых углов (в зависимости от направления течения). Какие особенности численного алгоритма возникают в этом случае? В области разветвления и рециркуляции требуется адаптация сетки с шагом $h < 0.1$. Известно, что циркуляционные зоны в области выпуклых углов возникают при числах Рейнольдса, превышающих $Re > 17$ (для ньютоновской жидкости) и несколько снижают этот порог псевдопластичные свойства жидкости. Чем обусловлено появление зон рециркуляции при $Re = 10$ и их отсутствие при $Re = 19.1$?

В отзывах отмечается, что многие жидкие системы, включая полимерные и биополимерные материалы, часто обнаруживают аномалию скольжения вблизи твердой поверхности. Наличие такого эффекта приводит к нарушению гипотезы

о прилипании на стенке и необходимости указать соответствующие граничные условия. Это аномальное поведение материалов в вязкотекучем состоянии (суспензии, растворы и расплавы) на твердых поверхностях требует всестороннего изучения как реологических свойств, так и расчета параметров и характеристик течения в узлах технологического оборудования. Математическое или компьютерное моделирование является важнейшим методом решения различных практически важных задач прикладной реологии, в частности, в условиях, когда оптимизация технологических процессов производства разнообразных изделий из полимерных материалов требует сравнительной оценки множества различных вариантов. В диссертации представлены результаты детальных параметрических исследований течений неньютоновских жидкостей в L-образном и T-образном каналах с различными условиями на границах втекания / вытекания; выявлены характерные режимы течений, даны распределения кинематических и динамических характеристик течения для каждого режима в зависимости от определяющих параметров задачи; для случая в T-образном канале автором построена диаграмма режимов течения в зависимости от давлений на границах втекания / вытекания. Математическая постановка задач и результаты численных расчетов представлены в безразмерном виде на основе физически обоснованных масштабов, что придает необходимую общность и особую ценность полученным результатам. Практическим достоинством работы является разработанный автором программный комплекс, позволяющий моделировать гидродинамические процессы течения в каналах с различной геометрией, который может быть использован при проведении вычислительного эксперимента. Работа, представляет большой интерес для специалистов в области химической, нефтегазовой, металлургической, топливно-энергетической и машиностроительной индустрии, использующим в своей работе новые материалы с неизученными свойствами. Полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности технологического оборудования, предназначенного для переработки материалов в машиностроении, химической и других отраслях промышленности.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **Н. П. Мошкин** – известный специалист в области численного моделирования как ламинарных, так и турбулентных течений несжимаемой вязкой жидкости в каналах различной формы; **К. Б. Кошелев** – известный специалист в области математического моделирования процессов гидрогазодинамики, в частности, трехмерных течений полимерных жидкостей, поведение которых описывается различными реологическими моделями, при неизотермических условиях; **Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН** известен достижениями в области механики жидкости и газа, в том числе теоретическими и экспериментальными исследованиями течений реологически сложных жидкостей с учетом свободной поверхности, сложного взаимодействия жидкой среды с твердой стенкой и неизотермичности процессов течения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

сформулирована математическая постановка задачи о течении степенной несжимаемой жидкости в L-образном канале с учетом двух моделей взаимодействия жидкости с твердой стенкой при заданном расходе на входной границе;

сформулирована математическая постановка задачи о течении степенной несжимаемой жидкости в T-образном канале с учетом двух моделей взаимодействия жидкости с твердой стенкой при заданных значениях давления на границах втекания / вытекания;

на основе метода контрольных объемов и корректирующей процедуры SIMPLE *разработан* и *протестирован* оригинальный пакет программ для ЭВМ, позволяющий проводить исследования рассматриваемых гидродинамических процессов;

получены результаты исследования течений степенной жидкости в L- и T-образных каналах с условиями скольжение–прилипание на твердой стенке и различными условиями на границах втекания / вытекания. Параметрические исследования проведены при значениях показателя нелинейности $0.6 \leq m \leq 1.4$, давления на границах втекания / вытекания $-2000 \leq p_1, p_3 \leq 2000$ и коэффициента

проскальзывания $0 \leq \beta \leq 1$. Выявлено 3 характерных режима для течения в L-образном канале и 4 характерных режима для движения в T-образном канале. Продемонстрированы распределения кинематических и динамических характеристик для выделенных режимов. Выполнена оценка степени влияния основных параметров задачи на картину течения. Для случая движения в T-образном канале построены диаграммы режимов течения для указанных видов жидкостей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

созданы средства математического моделирования, позволяющие получить новые знания о движении степенной жидкости в плоских L- и T-образных каналах с учетом двух моделей взаимодействия жидкости с твердой стенкой при различных условиях на границах втекания / вытекания.

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

изложены результаты проведенного исследования и разработанный программный комплекс, которые могут быть использованы для прогнозирования режимов течения реологически сложных сред в каналах, что имеет практическую значимость при проектировании и конструировании оборудования в технологиях различного назначения.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Сформулированные математические модели, методики расчетов и реализованные в виде программного комплекса алгоритмы могут найти дальнейшее применение в исследованиях, направленных на развитие теории механики жидкости и газа в областях, связанных с изучением особенностей течений неньютоновских жидкостей в условиях, при которых предположение о прилипанию на твердой поверхности не позволяет адекватно описать протекающие гидродинамические процессы. Разработанные средства моделирования могут быть использованы в различных учебных и научных заведениях: Национальный исследовательский Томский государственный университет, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН

(г. Новосибирск), Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН (г. Ижевск) и в других организациях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность результатов исследования обеспечивается формулировкой математических моделей, адекватно описывающих рассматриваемые физические процессы, и подтверждается тестовыми расчетами и согласованием полученных результатов с данными экспериментальных и численных исследований других авторов.

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в том, что сформулированы математические постановки задач о течениях неньютоновской несжимаемой жидкости в L- и T-образных каналах с учетом двух моделей взаимодействия жидкости с твердой стенкой при различных условиях на границах втекания / вытекания и разработан оригинальный пакет программ для ЭВМ, позволяющий проводить расчеты рассматриваемых гидродинамических процессов; получены результаты параметрических исследований течения степенной жидкости в плоском L-образном канале с условиями скольжение–прилипание на твердой стенке при заданном расходе во входном сечении. Выявлено влияние геометрических характеристик области течения, реологических свойств рассматриваемой среды, вида граничного условия на твердых стенках на структуру и характеристики потока; получены результаты параметрических исследований течения степенной жидкости в плоском T-образном канале с условиями скольжение–прилипание на твердой стенке при заданных значениях давления на границах втекания / вытекания. Продемонстрировано влияние параметров задачи на распределения кинематических и динамических характеристик течения. Выявлены характерные режимы и описаны их особенности, построены диаграммы и критериальные зависимости от основных параметров задачи.

Личный вклад соискателя состоит в: осуществлении совместно с научным руководителем постановки задач диссертации; разработке методического и программного обеспечения для решения задач, описывающих течения

неньютоновских сред в каналах различной формы с условиями скольжение–прилипание на твердой стенке; в самостоятельном проведении расчетов, анализе и обработке результатов численного моделирования. Подготовка основных публикаций по выполненной работе, обсуждение полученных результатов, формулировка выводов и положений, выносимых на защиту, проводились совместно с научным руководителем.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по исследованию течений реологически сложной жидкости в каналах с учетом сложного взаимодействия жидкой среды с твердой стенкой при различных условиях на границах втекания / вытекания, имеющей значение для развития механики жидкости, газа и плазмы.

На заседании 27.09.2019 диссертационный совет принял решение присудить **Дьяковой О. А.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Шрагер Геннадий Рафаилович

Пикущак Елизавета Владимировна

27.09.2019