

## 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,<br>председатель диссертационного совета,                      | 01.02.05 |
| 2. Васенин И. М., доктор физико-математических наук, профессор,<br>заместитель председателя диссертационного совета,         | 01.02.05 |
| 3. Христенко Ю. Ф., доктор технических наук, старший научный сотрудник,<br>заместитель председателя диссертационного совета, | 01.02.04 |
| 4. Пикущак Е. В., кандидат физико-математических наук,<br>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,<br>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,<br>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 прилипание-скольжение 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  $\tau$  – обозначен как тензор напряжений, а не тензор скоростей деформаций? На с. 8 формула (6)  $\beta$  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 прилипании 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