

ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОТОКОЛ № 1

заседания диссертационного совета
Д 212.038.20 по защите диссертации
Беловой Юлии Валериевны
от 4 марта 2020 года

ЧЛЕНОВ СОВЕТА ВСЕГО: 20 человек.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: 16 членов совета:

1	Баев Александр Дмитриевич	д.ф.-м.н.	05.13.18
2	Астахова Ирина Федоровна	д.т.н.	05.13.17
3	Задорожний Владимир Григорьевич	д.ф.-м.н.	05.13.18
4	Шабров Сергей Александрович	д.ф.-м.н.	05.13.18
5	Азарнова Татьяна Васильевна	д.т.н.	05.13.17
6	Артемов Михаил Анатольевич	д.ф.-м.н.	05.13.17
7	Бобрешов Анатолий Михайлович	д.ф.-м.н.	05.13.18
8	Глушко Андрей Владимирович	д.ф.-м.н.	05.13.18
9	Каменский Михаил Игоревич	д.ф.-м.н.	05.13.18
10	Каширина Ирина Леонидовна	д.т.н.	05.13.17
11	Кургалин Сергей Дмитриевич	д.ф.-м.н.	05.13.17
12	Курганский Сергей Иванович	д.ф.-м.н.	05.13.17
13	Леденева Татьяна Михайловна	д.т.н.	05.13.17
14	Матвеев Михаил Григорьевич	д.т.н.	05.13.18
15	Ряжских Виктор Иванович	д.т.н.	05.13.18
16	Шашкин Александр Иванович	д.ф.-м.н.	05.13.18

Официальные оппоненты по диссертации:

1. Тютюнов Юрий Викторович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской Академии наук» (ЮНЦ РАН), главный научный сотрудник;

2. Жуков Михаил Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», кафедра вычислительной математики и математической физики, заведующий;

Ведущая организация — Институт нефтехимии и катализа – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного

научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук.

СЛУШАЛИ: защиту диссертации Беловой Юлии Валериевны на тему «Математическое моделирование биогеохимических циклов в прибрежных системах Юга России», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Вопросы по диссертации задали: д.ф.-м.н., проф. Кургалин С.Д., д.ф.-м.н., проф. Задорожний В.Г., д.т.н., проф. Матвеев М.Г., д.ф.-м.н., проф. Каменский М.И., д.ф.-м.н., проф. Шашкин А.И., д.ф.-м.н., проф. Артемов М.А.

В дискуссии приняли участие: д.т.н., проф. Ряжских В.И., д.т.н., проф. Матвеев М.Г., д.ф.-м.н., проф. Каменский М.И., д.ф.-м.н., проф. Артемов М.А.

ПОСТАНОВИЛИ: на основании результатов тайного голосования присудить Беловой Юлии Валериевне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Результаты голосования: «за» — 16; «против» — нет; **недействительных бюллетеней** — нет. (Протокол счётной комиссии прилагается).

Председатель
диссертационного совета

Баев Александр Дмитриевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Шабров Сергей Александрович



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.038.20,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ», МИНОБРНАУКИ РОССИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 04.03.2020 № 1

О присуждении Беловой Юлии Валериевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование биогеохимических циклов в прибрежных системах Юга России» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «18» декабря 2019 года, протокол № 10, диссертационным советом Д 212.038.20, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», Минобрнауки России, 394018, г. Воронеж, Университетская площадь, 1, приказ 105 н/к от 11.04.2012 г.

Соискатель Белова Юлия Валериевна 1990 года рождения, работает младшим научным сотрудником научно исследовательского института «Математическое моделирование и прогнозирование сложных систем» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет», Минобрнауки России.

В 2010 г. окончила бакалавриат очной формы обучения федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет».

В 2012 г. окончила магистратуру очной формы обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет».

В 2015 г. окончила очную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет».

Диссертация выполнена в научно-исследовательском институте «Математическое моделирование и прогнозирование сложных систем» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Донской государственной технической университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор, Сухинов Александр Иванович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственной технической университет», факультет «Информатика и вычислительная техника», кафедра «Математика и информатика», заведующий.

Официальные оппоненты:

1. Тютюнов Юрий Викторович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской Академии наук» (ЮНЦ РАН), главный научный сотрудник;

2. Жуков Михаил Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», кафедра вычислительной математики и математической физики, заведующий
дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Институт нефтехимии и катализа – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, в своем *положительном* заключении, подписанном Дьяконовым Владимиром Анатольевичем, доктором химических наук, профессором РАН, и.о. директора ИНК УФИЦ РАН, Сабировым Денисом Шамилевичем, доктором химических наук, заведующим лабораторией №1 «Математической химии», Губайдуллинским Иреком Марсовичем, доктором физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории №1 «Математической химии», Колединой Камиллой Феликсовной, кандидатом физико-математических наук, научным сотрудником лаборатории №1 «Математической химии», указала, что диссертационная работа представляет собой самостоятельное и завершенное научное исследование на актуальную тему, выполненное на высоком научном и теоретическом уровнях. Результаты работы были представлены и обсуждались на научных конференциях и семинарах. Диссертация Беловой Ю.В. грамотно изложена и оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Таким образом, диссертация Беловой Юлии Валериевны «Математическое моделирование биогеохимических циклов в прибрежных системах Юга России» является научно-квалификационной работой, по актуальности, новизне, объему выполненных исследований, научной и

практической значимости полученных результатов соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 18 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ. Получено 1 свидетельство о регистрации программы на ЭВМ. Все работы посвящены построению, исследованию математических моделей, возникающих при описании биогеохимических процессов в прибрежных системах Юга России. Общий объем научных трудов составил 9,75 п.л. Авторский вклад составил 85 %.

Наиболее значимые научные работы:

1. Sukhinov A.I., Belova Y.V., Filina A.A. Parallel implementation of substance transport problems for restoration the salinity field based on schemes of high order of accuracy // CEUR Workshop Proceedings. – 2019. – Vol. 2500.

2. Белова Ю.В. Решение задачи переноса веществ при больших числах Пекле / А.И. Сухинов, Ю.В. Белова, А.Е. Чистяков // Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – 2017. – Т. 18, № 4. – С. 371-380.

3. Белова Ю.В. Математическая модель трансформации форм фосфора, азота и кремния в движущейся турбулентной водной среде в задачах динамики планктонных популяций / А.И. Сухинов, Ю.В. Белова // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 3 (37). – С. 50.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов: 1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации проектирования Российской академии наук, Гуцин В.А., член-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник. Отзыв *положительный*, замечания носят уточняющий характер. 2. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук, Тишкин В.Ф., член-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор, отдел численных методов механики сплошной среды, заведующий. Отзыв *положительный*, замечание носит рекомендательный характер. 3. Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», Михайлов А.П., д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник. Отзыв *положительный*, замечание носит

уточняющий характер. 4. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Южный математический институт «Владикавказского научного центра Российской академии наук», Каменецкий Е.С., д.ф.-м.н., доцент, отдел математического моделирования, главный научный сотрудник. Отзыв *положительный*, замечания носят рекомендательный характер. 5. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Ляпунова И.А., к.т.н., институт Компьютерных технологий и информационной безопасности, доцент. Отзыв *положительный*, замечание носит рекомендательный характер.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области исследования и разработки математических моделей, разработки и применения методов математического моделирования, эффективных численных методов, наличием публикаций в соответствующих сферах исследования, а также их согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: 1) подход к математическому моделированию биогеохимических процессов в прибрежных системах Юга России, описывающих изменение концентраций основных биогенных веществ (фосфора, азота и кремния), фитопланктонных популяций (синезеленых, зеленых и диатомовых водорослей), с учетом адвективного и микротурбулентного движения водной среды, стоков и источников на границе, неравномерного распределения температуры и солености; 2) разностная схема, представляющая собой линейную комбинацию схем «кабаре» и центральной разностной схемы и обладающая большей точностью при решении задач переноса при больших значениях сеточного числа Пекле; 3) комплекс программ для реализации нестационарных пространственно-неоднородных моделей биогеохимических циклов и визуализации полученных результатов.

предложены: 1) использование метода энергетических неравенств для получения условий существования и единственности решения цепочки взаимосвязанных по начальным и конечным условиям начально-краевых задач, полученной в результате линеаризации правых частей системы уравнений, описывающей модель биогеохимических циклов; 2) использование модели гидродинамики для прибрежных систем, учитывающей движение жидкости в трех координатных направлениях, транспорт тепла и солей, для получения вектора скорости движения водного потока, распределений солености и температуры как входных данных для

модели биогеохимических циклов; 3) использование метода заполненности ячеек для повышения точности аппроксимации граничных условий.

доказаны существование и единственность решения задачи биогеохимических циклов в прибрежной системе; что точность решения задач конвекции-диффузии при больших значениях сеточного числа Пекле ($2 < Pe \leq 20$) с использованием разработанной разностной схемы, представляющей собой линейную комбинацию схем «кабаре» и центральной разностной схемы, выше по сравнению с традиционными разностными схемами; перспективность использования построенных моделей для решения задач биогеохимических циклов в прибрежных экосистемах.

введены подходы для повышения точности предсказательного моделирования биогеохимических процессов, происходящих в прибрежных системах Юга России, основанные на использовании нестационарных 3D моделей гидродинамики, учитывающих транспорт тепла и солей; использовании разностной схемы, представляющей собой линейную комбинацию схем «кабаре» и центральной разностной схемы, обладающей повышенной точностью по сравнению с традиционными разностными схемами; применении метода заполненности ячеек; методах анализа натуральных данных.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что осуществлено развитие теории разностных схем, а именно предложена разностная схема, представляющая собой линейную комбинацию схемы «кабаре» и центральной разностной схемы, обладающая большей точностью, чем традиционная схема «кабаре», при решении задач, в которых конвекция преобладает над диффузией; **проведено** исследование устойчивости и точности предложенной разностной схемы.

Применительно к проблематике диссертации результативно использованы аппарат уравнений математической физики и функционального анализа, теория разностных схем Самарского А.А. и методы исследования устойчивости, современный аппарат численных методов, методы математической статистики, результаты подтверждаются вычислительными экспериментами; **изложены** основные положения, лежащие в основе предложенных моделей; **исследованы** задачи моделирования динамики фитопланктонных популяций с учетом влияния солености и температуры на рост фитопланктона, трансформации форм питательных веществ, адвективного и микротурбулентного движения водной среды, стоков и источников на границе, что вносит весомый вклад в математическое моделирование природных систем; **доказана** теорема о существовании и единственности задачи биогеохимических циклов в прибрежных системах; **проведена модернизация** существующих методов

решения задач биогеохимических циклов в прибрежных системах на основе гидрографической информации, а также разностных схем для решения задач конвекции-диффузии при больших значениях сеточного числа Пекле ($2 < Pe \leq 20$).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработан программный комплекс, на составную часть которого получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе кафедры «Математика и информатика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет»,

определены условия применения разработанного комплекса программ и перспективы практического использования разработанных методов, предназначенных для моделирования задач биогеохимических циклов прибрежных систем;

созданы разностные схемы для решения задач конвекции-диффузии-реакции при больших значениях сеточного числа Пекле, которые могут быть использованы для решения широкого спектра задач моделирования динамики природных систем;

представлены методы аналитического исследования и численного моделирования задач биогеохимических циклов в прибрежных системах, анализа картографической информации, алгоритмы и комплексы программ для реализации моделей биогеохимических циклов, скомплексированных с нестационарными 3D моделями гидродинамики, и визуализации полученных результатов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что теория базируется на корректных аналитических оценках при применении численного анализа, подтверждается результатами компьютерного моделирования и натурными исследованиями;

идея базируется на обобщении передового опыта применительно к разработке математических моделей биогеохимических процессов в прибрежных системах;

установлено количественное совпадение результатов расчета с натурными данными, полученными в экспедиционных исследованиях, проводимых в Азовском море, качественное совпадение результатов со спутниковыми снимками Азовского моря;

использованы разработанные математические модели биогеохимических процессов в прибрежных системах.

Личный вклад соискателя состоит в том, что научные результаты, выносимые на защиту и составляющие основное содержание диссертации,

