

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.141.03
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР ИНФОРМАЦИОННЫХ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ДИНАМИКИ СИСТЕМ И ТЕОРИИ
УПРАВЛЕНИЯ ИМЕНИ В.М. МАТРОСОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И
ИНФОРМАТИКИ» МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И
МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 03 июня 2022 г. № 61

О присуждении Червову Виктору Васильевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Численное моделирование конвекции в верхней мантии Земли» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 14 февраля 2022 г., протокол № 54, диссертационным советом Д 999.141.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, ФИЦ ИВТ, пр. Академика Лаврентьева, 6, г. Новосибирск, Россия; Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 664033, ИДСТУ СО РАН, ул. Лермонтова, 134, г. Иркутск, Россия; Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 630102, СибГУТИ,

ул. Кирова, 86, г. Новосибирск, Россия. Приказ Минобрнауки России от 09 ноября 2012 г. № 717/нк.

Соискатель Червов Виктор Васильевич, 1955 года рождения, в 1989 году окончил геолого-геофизический факультет Новосибирского государственного университета (в настоящее время — федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет») с присуждением квалификации «геофизика» по специальности «геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых». Диплом ПВ № 143540 выдан 31 мая 1989 года, регистрационный № 45.

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук «Трёхмерное моделирование конвективных процессов в мантии Земли» по специальности 05.13.18 — «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» защитил в диссертационном совете, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук 3 марта 2004 года, протокол № 5, диплом КТ № 126536 от 9 июля 2004 года.

Работает старшим научным сотрудником в лаборатории сейсмической томографии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. По совместительству в 2018 и 2019 годах работал старшим научным сотрудником в лаборатории математического моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории сейсмической томографии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и в лаборатории математического моделирования

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, который до 17 апреля 2020 года именовался как Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант — Черных Геннадий Георгиевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории математического моделирования Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Белолипецкий Виктор Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск, главный научный сотрудник отдела вычислительной математики,

Бердников Владимир Степанович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, главный научный сотрудник лаборатории интенсификации процессов теплообмена,

Кирдяшкин Алексей Анатольевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, заведующий лабораторией физического и химического моделирования геологических процессов, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской

академии наук, г. Москва, в своём положительном заключении, подписанном Ребецким Юрием Леонидовичем, доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики (№204) ИФЗ РАН, Бобровым Александром Маровичем, кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории №101 ИФЗ РАН, Барановым Алексеем Андреевичем, кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории №202 ИФЗ РАН, указала, что диссертация Червова В.В. полностью соответствует паспорту специальности 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а сам соискатель заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук.

Соискатель имеет 55 опубликованных научных работ (в скобках в числителе указан общий объём этого типа публикаций в печатных листах, в знаменателе — объём, принадлежащий лично автору), в том числе 18 статей в ведущих научных журналах, входящих в рекомендованный список ВАК РФ (12.0 п.л. / 7.6 п.л.), 32 работы, опубликованные в сборниках трудов и тезисов конференций (2.9 п.л./1.7 п.л.), 5 — прочие публикации, в числе которых 4 статьи (2.0 п.л./ 1.2 п.л.) и один автореферат кандидатской диссертации. Созданы и зарегистрированы четыре комплекса компьютерных программ, отвечающих теме диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Червов, В.В.** Численное моделирование трёхмерных задач конвекции в мантии Земли с применением завихренности и векторного потенциала / В.В. Червов // Вычислительные технологии. – 2002. – Т.7, №1. – С. 114-125.
2. **Червов, В.В.** Численное моделирование трёхмерных задач конвекции в мантии Земли с применением последовательности сеток / В.В. Червов // Вычислительные технологии. – 2002. – Т.7, №3. – С.85-92.
3. Тычков, С.А. О численном моделировании тепловой конвекции в мантии Земли / С.А. Тычков, **В.В. Червов**, Г.Г. Черных // ДАН. – 2005. – Т.402, №2. – С. 248-254.
4. Тычков, С.А. Численная модель трёхмерной конвекции в верхней мантии Земли. / С.А. Тычков, **В.В. Червов**, Г.Г. Черных // Физика Земли. – 2005. – №5. – С. 48-64.

5. **Червов, В.В.** Моделирование трёхмерной конвекции в мантии Земли с применением неявного метода расщепления по физическим процессам // Вычислительные технологии. – 2006. – Т.11, №4. – С.73-86.
6. Владимирова, А.Г. Пермский магматизм и деформации литосферы Алтая как следствие термических процессов в земной коре и мантии. / А.Г. Владимирова, Н.Н. Крук, **В.В. Червов** [и др.] // Геология и геофизика. – 2008. – Т.49, №7. – С. 621-636.
7. **Червов, В.В.** Моделирование трёхмерной конвекции в мантии Земли с применением неявного метода слабой сжимаемости // Вычислительные технологии. – 2009. – Т.14, №3. – С. 86-92.
8. Koulakov, I. Slab interactions in the Taiwan region based on the P- and S-velocity distributions in the upper mantle / I. Koulakov, **V. Chervov** [et al.] // Journal of Asian Earth Sciences. – 2013. – Vol.79. – P. 53-64.
9. **Chervov, V.V.** Numerical Modeling of Three-Dimensional Convection in the Upper Mantle of the Earth beneath Eurasia Lithosphere / V.V. Chervov, G.G. Chernykh // Journal of Engineering Thermophysics. – 2014. – Vol.23, No.2. – P.105-111.
10. **Червов, В.В.** Численное моделирование трёхмерной конвекции в верхней мантии Земли под литосферой Евразии / В.В. Червов, Г.Г. Черных, Н.А. Бушенкова, И.Ю. Кулаков // Вычислительные технологии. – 2014. – Т.19, №5. – С. 101-114.
11. Бушенкова, Н.А. Субмеридиональная пограничная зона в Азии: сейсмичность, структура литосферы и распределение конвективных потоков в верхней мантии / Н.А. Бушенкова, О.А. Кучай, **В.В. Червов** // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. – Т.9, №3. – С. 1007-1023.
12. **Chervov, V.V.** Numerical Modeling of Convection in the Zone of Spreading and Subduction / V.V. Chervov, G.G. Chernykh // Journal of Engineering Thermophysics. – 2019. – Vol.28, No.1. – P. 14-25.
13. **Chervov, V.V.** Flow in Subduction Zone Against Bevel Angle of Leading Edge of Continent Overthrusting on Passive Oceanic Lithosphere / V.V. Chervov, G.G. Chernykh // Journal of Engineering Thermophysics. – 2020. – Vol.29, No.3. – P. 460- 466.
14. **Червов, В.В.** Тектонические прогибы на Восточно-Европейской и Сибирской платформах: численное моделирование конвекции под Евразийским

континентом / В.В. Червов, Н.А. Бушенкова, Г.Г. Черных // Геодинамика и тектонофизика. – 2021. – Т.12, №1. – С. 84-99.

Помимо отзывов от оппонентов и ведущей организации на диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов (все отзывы положительные).

Это отзывы от: 1) **Терехова А.В.** (д.ф.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории геофизической информатики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск); 2) **Кистовича А.В.** (д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории геомеханики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю.Ишлинского Российской академии наук, г. Москва); 3) **Алексеева Г.В.** (д.ф.-м.н., главный научный сотрудник научно-исследовательской группы вычислительной аэрогидродинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института прикладной математики Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток); 4) **Ревуженко А.Ф.** (д.ф.-м.н., профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий лабораторией механики деформируемого твёрдого тела и сыпучих сред Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск); 5) **Полянского О.П.** (д.г.-м.н., заведующий лабораторией метаморфизма и метасоматоза Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск); 6) **Мошкина Н.П.** (д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории фильтрации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск); 7) **Капцова О.В.** (д.ф.-м.н., профессор, ведущий научный сотрудник отдела информационно-вычислительного моделирования Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск); 8)

Чашечкина Ю.Д. (д.ф.-м.н., профессор, заведующий лабораторией механики жидкостей Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, г. Москва); 9) **Мордвиновой В.В.** (д.г.-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории комплексной геофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск); 10) **Коробейникова С.Н.** (д.ф.-м.н., заведующий лабораторией механики разрушения материалов и конструкций Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск); 11) **Бушенковой Н.А.** (к.г.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории сейсмической томографии №561 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск).

В отзывах высказаны следующие критические замечания (приведены наиболее существенные):

1) При тестировании численных моделей (стр. 89) и упоминании законов теплообмена (стр. 123) указывается число Рэлея для всей мантии, равное $2 \cdot 10^4$ и $3 \cdot 10^4$. Следует отметить, что оценки числа Рэлея для нижней мантии на основе решения задачи о теплообмене между каналом термохимического плюма и горизонтальным нижнемантийным конвективным потоком, $Ra_{HM} = (1-6.6) \cdot 10^6$ [Кирдяшкин и др., 2009]. В астеносфере под океаном $Ra > 5 \cdot 10^5$, в астеносфере под континентом вблизи зоны субдукции также $Ra > 5 \cdot 10^5$ [Добрецов и др., 2001; Кирдяшкин А.А., Кирдяшкин А.Г., 2008]. Какими соображениями обусловлено использование значений числа Рэлея $2 \cdot 10^4$ и $3 \cdot 10^4$ для всей мантии при тестировании численных моделей?

2) Автор называет субдукцией процесс образования гравитационно-неустойчивой «капли» с последующим отрывом от континентальной плиты. Этот процесс приводит к образованию слэба — погружающейся в мантию части океанической литосферы (стр. 267). Нужно отметить, что обычно субдукция определяется как процесс погружения именно океанической литосферной плиты под континент или островную дугу [например, Добрецов и др., 2001; Хаин, Ломизе, 2005]. Хотелось бы уточнить, что автор понимает в данном случае (стр.

267) под «каплей»: её состав должен соответствовать континентальной литосфере или океанической?

3) Применяемое автором понятие «мелкомасштабная мода конвекции» и его интерпретация некорректны. В работах по исследованиям Рэлей-Бенаровской конвекции это относится к появлению вторичного течения после потери устойчивости в пограничном слое в данном случае на нижней стороне литосферы. В связи с этим непонятно, почему по результатам расчётов нет анализа пограничных слоёв тепловых и гидродинамических. При анализе процессов в области спрединга и субдукции градиенты скорости необходимы для оценки сил вязкого трения. Аналогично в 5 главе должен был быть анализ движущих плиты сил. Понятие «субдукция», используемое автором диссертации не совпадает с общепринятым. Это не процесс погружения «капли» охлаждённого вещества, а процесс погружения под континент «слэба» — участка океанической литосферной плиты.

4) Региональная постановка задач требует задания условий на своих границах. В диссертации, в частности, на нижней границе расчетной области (граница раздела верхней и нижней мантии) приняты условие постоянства температуры на границе и условие непротекания, что может заметно влиять на результаты. Не учтена сферичность модели и если в масштабах сотен километров это возможно, то в масштабах Евразии сферичность имеет большое значение. Для моделирования такого региона нужна полная сфера. В то же время региональные сферические модели имеют непроницаемые боковые стенки. Кроме того, при региональном моделировании Евразии не включены данные сейсмической томографии. Эти особенности модели должны бы быть более чётко оговорены в диссертации.

5) На Рис. 8 рассмотрена «Схема начального расположения движущегося континента», однако, из результатов численного моделирования, иллюстрирующих течение, не совсем понятна роль угла $\text{DBA} = 35^\circ$ в рассматриваемом течении. Как сильно зависят параметры течения от этого угла?

6) Замечание к рис. 2, на котором представлено горизонтальное сечение поля температуры на глубине 350 км в модели конвекции под протяжённым кратоном, свидетельствующее о существенно трёхмерном характере течения. Неясно, как результаты расчётов зависят от начального распределения температуры и параметров численного алгоритма.

7) Не совсем ясна цель моделирования и выбор конфигурации плит и складчатых областей Евразии (рис. 4 автореферата). Эти структуры сформировались в совершенно разные геологические эпохи, а потому некоторые структурные блоки не могли взаимодействовать между собой в прошлом. Если моделируется современная обстановка, то следовало бы включить в модель крупнейшую коллизионную структуру Евразии — Тибетское плато и Гималайский ороген.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью тематики исследования оппонентов и ведущей организации к теме диссертации Червова В.В., а также тем, что результаты, полученные за последние годы оппонентами и в ведущей организации, публикуются в ведущих мировых журналах по тематике диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие новые научные результаты:

с применением неявных методов расщепления по пространственным переменным **построены** численные методы и алгоритмы решения трёхмерных задач конвекции в верхней мантии Земли в декартовой и сферической постановках;

созданы и детально оттестированы комплексы программ расчёта трёхмерной конвекции в верхней мантии Земли;

построены численные модели конвекции под модельными кратонами; на основе численных экспериментов **дано обоснование** того, что конвекция под модельным протяжённым кратоном (ловушкой) является трёхмерной;

получена мелкомасштабная мода конвекции под модельными кратонами, предложен механизм траппового магматизма;

впервые **построены** математические модели тепловой конвекции в верхней мантии Земли под континентальной литосферой Центральной Азии и Евразии;

разработана трёхмерная численная модель конвекции в зонах спрединга и субдукции, **рассчитана** скорость погружения слэба до глубин порядка 700 км, **указана** её связь со скоростью раздвижения плит, в результате численных экспериментов **выявлен** нисходящий поток холодного мантийного вещества, перетекающего из области океанической литосферы под континент;

построена трёхмерная численная модель конвекции под движущимся от срединно-океанического хребта (СОХ) континентом с прирастающей к нему океанической литосферой.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: применительно к проблематике диссертации результативно (с получением обладающих новизной результатов) использованы численные методы и методы математического моделирования;

разработаны с применением неявных методов расщепления численные методы, алгоритмы и комплексы программ расчёта конвекции в верхней мантии Земли в декартовых и сферических координатах, что вносит определяющий вклад в решение фундаментальной проблемы математического моделирования конвекции в мантии Земли.

Основные результаты диссертационной работы получены при проведении исследований в рамках Приоритетного направления СО РАН «Геодинамическая и геохимическая эволюция литосферы и мантии Земли: тектоника, магматизм, флюидный режим и металлогения», по Программе СО РАН №26.2 (1999-2003 гг). «Геодинамическая эволюция литосферы Азии: тектоника, магматизм, метаморфизм, геохимия и металлогения основных её этапов» (2002-2004 гг), а также при проведении исследований в рамках проектов РФФИ (2005-2016 гг), Проектов по программам фундаментальных исследований РАН и её отделений (2006-2016 гг.), Интеграционных Проектов СО РАН (1999-2018 гг.), программы Президиума РАН АААА-А18-118021490041-5. Результаты диссертационной работы докладывались автором на Российских и Международных симпозиумах и конференциях.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается решением широкого класса задач конвекции в верхней мантии Земли.

На основе детальных численных экспериментов:

исследована тепловая гравитационная конвекция под модельными кратонами. Дано обоснование трёхмерности конвекции под модельными кратонами протяжённой формы. выявлена мелкомасштабная мода конвекции на периферии кратонов, предложен механизм траппового магматизма около бортов Сибирского кратона в триасе;

выполнено численное моделирование конвекции под литосферой Евразии с

учётом конфигураций элементов литосферных блоков (Сибирский кратон, Русская, Западно–Сибирская и Китайские платформы, Тарим, Центрально-Азиатский складчатый пояс, Индийская плита и др.); рассчитанные температурные поля в целом согласуются с измеренным тепловым полем на поверхности Земли и с сейсмотомографическими данными в юго-западной оконечности Сибирского кратона и в восточной части Центральной Монголии;

проведено математическое моделирование конвекции под литосферой Евразии в сферических координатах в естественных переменных с применением неявного метода искусственной сжимаемости; в расчётах получены конвективные потоки, которые согласуются с наблюдаемыми возвышенностями и низменностями Русской платформы;

разработаны численные модели спрединга и субдукции. Выполнено численное моделирование трёхмерной конвекции под океанической литосферой в зонах раздвижения плит (спрединг) и формирования слэба (субдукция) под континентальной литосферой; выявлен механизм формирования погружающихся под воздействием архимедовых сил холодных гравитационно-неустойчивых областей океанской литосферы; рассчитаны тепловые аномалии, имеющие вид слэбов, погружённых в мантию; выявлены тепловые аномалии, имеющие вид тяжёлой гравитационно-неустойчивой холодной «капли».

Построенные численные модели могут быть применены для решения широкого класса задач конвекции в верхней мантии Земли; при анализе и обработке известных экспериментальных данных, при планировании лабораторных и натурных экспериментов, разработке новых более детальных численных моделей.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается: детальным тестированием численных моделей путём сопоставления с известными аналитическими и числовыми данными при решении модельных задач, применением мер контроля точности получаемых решений путём расчёта на последовательности сеток, анализом соответствия рассчитанных и наблюдаемых геолого-геофизических характеристик.

Личный вклад соискателя при проведении полного цикла исследований состоит в формулировке постановок задач, построении численных методов, разработке и детальном тестировании комплексов программ, проведении вычислительных экспериментов и анализе их результатов, обсуждении и

подготовке публикаций по теме диссертации, выступлениях на конференциях, семинарах и совещаниях. Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражены в опубликованных авторских работах. Все результаты, полученные в совместных исследованиях и представленные в диссертации, согласованы с соавторами. В совместных публикациях диссертант занимался постановками задач, разработкой численных алгоритмов и их реализацией; проведением расчётов и анализом их результатов. В работах с участием к.г.-м.н. Н.А. Бушенковой, чл.-корр. РАН И.Ю. Кулакова, к.г.-м.н. Е.В. Деева, д.г.-м.н. О.П. Полянского, д.г.-м.н. С.А. Тычкова, н.с. А.Н. Василевского, д.г.-м.н. А.Г. Владимирова, д.г.-м.н. А.Ю. Казанского, д.г.-м.н. Д.В. Метелкина, академика РАН Н.Л. Добрецова и др. автором обсуждались постановки геолого-геофизических задач с последующей интерпретацией результатов; выполнены основанные на построенных численных моделях и комплексах программ численные расчёты изучаемых течений. Физико-математические постановки задач диссертационной работы и численные алгоритмы их решения обсуждались с д.г.-м.н. С.А. Тычковым и д.ф.-м.н. Г.Г. Черных.

На заседании 3 июня 2022 г. диссертационный совет принял решение **присудить Червову В.В. учёную степень доктора физико-математических наук.**

На заседании и при проведении тайного голосования присутствовали 18 членов диссертационного совета, из них 6 докторов наук по специальности 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (физико-математические науки), из 22 человек, входящих в состав совета. Роздано бюллетеней — 18, в урне оказалось бюллетеней — 18, из них: за — 18, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель
диссертационного совета
академик



Шокин Юрий Иванович

Учёный секретарь
диссертационного совета
к.ф.-м.н.

Лебедев Александр Степанович

3 июня 2022 г.