

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.455.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ ИМЕНИ Г. И. МАРЧУКА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____.

решение диссертационного совета от 02.10.2025 г. № 46

о присуждении Алиповой Ксении Александровне, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Система ансамблевого прогноза погоды с учетом неопределенностей модели» по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «21» июля 2025 г., протокол № 44, диссертационным советом 24.1.455.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики имени Г.И. Марчука Российской академии наук (ИВМ РАН), расположенного по адресу 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 8, приказ о создании диссертационного совета № 1356/нк от 15.12.2021, изменение состава согласно приказу Минобрнауки России № 1215/нк от 12.10.2022.

Соискатель Алипова Ксения Александровна, 1994 года рождения, в 2018 году окончила магистратуру Национального исследовательского Томского государственного университета по направлению 01.04.01 «Математика».

С 01.10.2018 по 30.09.2021 гг. обучалась по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук по направлению 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки», соответствующему научной специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В настоящее время Алипова К. А. работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» (Гидрометцентр России) на должности младшего научного сотрудника (основное место работы), в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук (ИВМ РАН) на должности младшего научного сотрудника (по совместительству).

Диссертация подготовлена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук и в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации». Подготовка диссертации в двух организациях объясняется тем, что модель ПЛАВ и система ансамблевого прогноза на её основе разрабатываются совместно в ИВМ РАН и в Гидрометцентре России, а также тем, что соискатель проходила обучение в аспирантуре ИВМ РАН и одновременно работала в Гидрометцентре России, где занималась практическим применением разработанных подходов.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, **Толстых Михаил Андреевич**, ведущий научный сотрудник ИВМ РАН.

Официальные оппоненты:

Пененко Алексей Владимирович, доктор физико-математических наук, заместитель директора по научной работе и ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,

Климова Екатерина Георгиевна, доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории аэрокосмического мониторинга и обработки данных (совместно с АлтГУ) Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный

исследовательский Томский государственный университет» в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой вычислительной математики и компьютерного моделирования ТГУ **Старченко Александром Васильевичем** и утвержденном и. о. проректора по научной и инновационной деятельности Национального исследовательского Томского государственного университета, доктором физико-математических наук, профессором **Ворожцовым Александром Борисовичем**, указала, что работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а её автор Алипова Ксения Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ по теме диссертации:

1. Alipova K. A., Goyman G. S., Tolstykh M. A., Mizyak V. G., Rogutov V. S. Stochastic perturbation of tendencies and parameters of parameterizations in the global ensemble prediction system based on the SL-AV model // *Rus. J. Numer. Anal. Math. Model.* — 2022. — V. 37. — № 6. — P. 331—347.
2. Алипова К. А., Толстых М. А., Фадеев Р. Ю. Применение стохастических возмущений параметров в версии модели ПЛАВ для долгосрочных прогнозов // *Гидрометеорологические исследования и прогнозы.* — 2024. — Т. 1(391). — С. 6—23.
3. Alipova K. A., Mizyak V. G., Tolstykh M. A., Goyman G. S. Stochastic perturbations in the semi-Lagrangian advection algorithm of the SL-AV global atmosphere model // *Rus. J. Numer. Anal. Math. Model.* — 2024. — V. 39. — № 1. — P. 1—11.
4. Мизяк В. Г., Алипова К. А., Толстых М. А., Рогутов В. С. Результаты оперативных испытаний глобальной системы ансамблевого среднесрочного прогноза погоды на основе модели

ПЛАВ // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. — 2023. — № 50. — С. 44—65.

5. Толстых М. А., Фадеев Р. Ю., Шашкин В. В., Зарипов Р. Б., Травова С. В., Гойман Г. С., Алипова К. А., Мизяк В. Г., Тищенко В. А., Круглова Е. Н. Модель долгосрочного метеорологического прогноза ПЛАВ072L96 // Метеорология и гидрология. — 2024. — Т. 7. — С. 25—39.
6. Fadeev R. Yu., Alipova K. A., Koshkina A. S., Lapin T. E., Ozerova N. A., Pereladova A. E., Sakhno A. V., Tolstykh M. A. Glacier parameterization in SLAV numerical weather prediction model // Rus. J. Numer. Anal. Math. Model. — 2022. — V. 37. — № 4. — P. 189—201.
7. Толстых М. А., Фадеев Р. Ю., Шашкин В. В., Гойман Г. С., Зарипов Р. Б., Мизяк В. Г., Рогутов В. С, Алипова К. А., Бирючева Е. О. Глобальная модель ПЛАВ10 для среднесрочного прогноза погоды // Метеорология и гидрология. — 2025. — Т. 6. — С. 56—66.

Из них 3 работы [1–3] опубликованы в рецензируемых изданиях, которые удовлетворяют требованиям ВАК, при этом работы [1] и [3] индексируются в международных базах данных Scopus или Web of Science.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тематикой исследований, проведенных в диссертации. **Пененко Алексей Владимирович** является известным специалистом в области математического моделирования в геофизике, в том числе, проблемах окружающей среды, и в разработке алгоритмов. **Климова Екатерина Георгиевна** – специалист в области усвоения данных при моделировании окружающей среды, в том числе, в области ансамблевых методов усвоения данных. Тематика диссертации соответствует области экспертизы ведущей организации.

На автореферат диссертационной работы поступили следующие отзывы:

1) отзыв от доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН

Крупчатникова Владимира Николаевича;

2) отзыв от кандидата физико-математических наук, ведущего метеоролога отдела динамической метеорологии и климатологии Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова Ермаковой Татьяны Сергеевны;

3) отзыв от доктора физико-математических наук, заместителя директора по научной работе Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ им. М.В. Ломоносова Степаненко Виктора Михайловича;

4) отзыв от кандидата физико-математических наук, ведущего научного сотрудника отдела краткосрочных прогнозов Регионального специализированного метеорологического центра Москва ФГБУ «Гидрометцентр России» Астаховой Елены Дмитриевны.

Отзывы на автореферат положительные. Отзыв Крупчатникова В.Н. без замечаний. Отзыв Ермаковой Т.С. содержит замечания по представлению отдельных результатов в автореферате. Отзыв Степаненко В.М. содержит вопросы и замечания по изложению актуальности в автореферате. Отзыв Астаховой Е.Д. без замечаний.

Диссертация посвящена разработке и реализации алгоритмов учета неопределенностей в глобальной модели общей циркуляции атмосферы ПЛАВ (ПолуЛагранжева, на основе уравнения Абсолютной завихренности) и их применению в ансамблевом среднесрочном и долгосрочном прогнозе погоды. Разработан (в соавторстве) оригинальный генератор стохастических возмущений на сетке модели ПЛАВ. Реализованы алгоритмы стохастического возмущения параметров параметризаций, произведена необходимая настройка модели ПЛАВ. Разработан новый вариант алгоритма стохастического возмущения полулагранжевых траекторий в блоке решения уравнений динамики атмосферы; он внедрен в модель ПЛАВ и показал повышение качества ансамблевых среднесрочных прогнозов погоды. Модель ПЛАВ с учетом неопределенностей в параметризациях и блоке динамики атмосферы испытана и внедрена в оперативную систему ансамблевого среднесрочного прогноза погоды в Гидрометцентре России, что подтверждается двумя актами внедрения.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке новых вариантов алгоритма стохастического возмущения полулагранжевых траекторий.

Практическая значимость состоит во внедрении полученных алгоритмов в новую систему ансамблевого среднесрочного прогноза погоды для оперативного применения в Гидрометцентре России (система совместно с соавторами реализована, испытана и внедрена); а также в повышении качества ансамблевых среднесрочных и долгосрочных прогнозов погоды в Гидрометцентре России.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Предложен новый вариант алгоритма стохастического возмущения полулагранжевых траекторий в блоке решения уравнений динамики атмосферы.

2. Впервые в гидродинамической модели атмосферы ПЛАВ реализованы стохастические алгоритмы учета неопределенностей.

3. Выполнено оригинальное исследование влияния возмущения различных наборов параметров на оценки модели ПЛАВ для долгосрочных прогнозов.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается верификацией численных прогнозов: вычисляются ошибки среднесрочных прогнозов относительно оперативных анализов Гидрометцентра России; долгосрочные прогнозы сравниваются с данными реанализа и спутниковыми измерениями (для некоторых переменных). Результаты согласуются с результатами, полученными другими авторами. Для всех результатов выполнена проверка статистической значимости критерием Стьюдента для парных выборок с уровнем значимости 95 %.

Личный вклад соискателя. Диссертационное исследование является самостоятельным законченным трудом соискателя. Основные результаты получены соискателем лично. В работе [1] диссертантом совместно с соавторами разработан и реализован генератор стохастических возмущений, а также лично диссертантом реализованы алгоритмы стохастического возмущения тенденций и параметров параметризаций с применением указанного генератора, выполнена настройка указанных алгоритмов, проведен

большой объем численных экспериментов. В [2] диссертантом исследовано влияние возмущения различных наборов параметров на оценки модели ПЛАВ для долгосрочных прогнозов, проведены численные эксперименты. В [3] диссертантом предложен новый вариант алгоритма стохастического возмущения полулагранжевых траекторий в блоке решения уравнений динамики атмосферы. Диссертантом реализован указанный алгоритм и проведены серии численных экспериментов.

На заседании **02 октября 2025 г.** диссертационный совет принял решение: за разработку и реализацию алгоритмов учета неопределенностей в глобальной модели общей циркуляции атмосферы ПЛАВ и их применение в ансамблевом среднесрочном и долгосрочном прогнозе погоды присудить **Алиповой Ксении Александровне** ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 18 докторов наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета

д. ф.–м. н.,

академик РАН

Тыртышников Евгений Евгеньевич

Ученый секретарь диссертационного совета

д. ф.–м. н.

Бочаров Геннадий Алексеевич

02.10.2025 г.