

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Алиповой Ксении Александровны «Система ансамблевого прогноза погоды с учетом неопределенностей модели», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертация посвящена развитию методов ансамблевого прогноза для глобальной полуагранжевой модели ПЛАВ, разработанной совместно ИВМ РАН и Гидрометцентром России. Основное внимание уделяется стохастическим методам формирования ансамбля, позволяющим описать неопределенности в численной модели, возникающие из-за неточности представления физических процессов, применения неизбежных упрощений и приближенных математических методов решения уравнений. Рассматриваются реализация и настройка стохастических возмущений отдельных параметров и совокупных тенденций параметризаций процессов подсеточного масштаба модели ПЛАВ, а также алгоритмы стохастического возмущения полуагранжевых траекторий.

Разработанные для двух версий модели ПЛАВ стохастические алгоритмы внесения контролируемой случайности в модель протестированы в различных модификациях и комбинациях. В результате автору удалось скорректировать увеличение разброса ансамблей, в соответствии с критерием неувеличения среднеквадратического отклонения прогнозов в ансамбле от среднего по ансамблю, и в целом добиться улучшения качества прогнозов.

Практическая ценность работы заключается в том, что представленные алгоритмы показали повышение качества ансамблевых среднесрочных прогнозов и уже внедрены в оперативную систему ансамблевого среднесрочного прогноза погоды в Гидрометцентре России.

В качестве замечаний к работе можно отметить следующее:

1. Представление результатов в автореферате сведено автором к двум графикам, которые слабо отражают большое количество достижений, перечисленных автором в автореферате. Так, в диссертации были рассчитаны среднеквадратические ошибки среднего по ансамблю прогноза, а также проведено сравнение полученных ошибок для разных методов, однако, в автореферате это никак не проиллюстрировано.
2. В пункте «Практическая значимость» автором указано повышение качества ансамблевых долгосрочных прогнозов погоды, но в автореферате выводы по результатам долгосрочных ансамблевых прогнозов приводятся очень сжато. Не указаны временные интервалы, для которых выполнялся прогноз. Остается неясным, как ведет себя ошибка прогноза в рамках предложенного метода не только для теплого и холодного периодов, но и для переходных сезонов.
3. Улучшение качества прогнозирования получено в малозначимых регионах и для второстепенных метеорологических характеристик (например, для интегральных среднемесячных потоков восходящей тепловой радиации на



верхней границе атмосферы). Цель прогнозирования состоит, в первую очередь, в успешном предсказании эволюции ключевых метеорологических характеристик (например, приземной температуры воздуха, осадков, атмосферного давления) в регионах с развитой социально-экономической инфраструктурой. Если метод не приводит к значимому улучшению качества прогнозирования указанных характеристик, то возникает вопрос о целесообразности использования предложенного метода. В автореферате указано, что достигнуто «снижение среднеквадратической ошибки среднего по ансамблю прогноза для всех переменных во внетропических частях Северного и Южного полушарий, а также для некоторых переменных в тропиках», но оценки (хотя бы некоторые), подтверждающие это, не приводятся.

4. Описанные численные эксперименты в главе 3 представлены для двух разных периодов – август 2021 года и февраль 2022 года, а в главе 4 для двух других периодов – июнь 2024 и январь 2025. Чем обоснован выбор именно этих временных интервалов? Из текста автореферата непонятно, как проводилось сравнение результатов, полученных с использованием разных версий модели.
5. При анализе разброса ансамблей целесообразно представить ранговые гистограммы (диаграммы Талаграна), которые позволяют адекватно оценить степень соответствия прогнозируемого ансамблями распределения фактическому распределению вероятностей.

Высказанные замечания, однако, не влияют на общее положительное впечатление от работы. Судя по автореферату, диссертация К.А. Алиповой удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

«19» сентября 2025 г.

Ведущий метеоролог отдела динамической метеорологии и климатологии ФГБУ "ГГО" Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, кандидат физико-математических наук по специальности 25.00.30 «Метеорология, климатология, агрометеорология», доцент ул. Карбышева, 7, Санкт-Петербург, 194021  
Телефон: 8 (812) 297-86-68

Ермакова Татьяна Сергеевна

Подпись

заверяю



Я, Ермакова Татьяна Сергеевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«19» сентября 2025 г.