

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Дебольского Андрея Владимировича «Турбулентный обмен в пограничном слое атмосферы: параметризации на основе вихреразрешающих и осредненных по Рейнольдсу моделей», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате

Диссертационная работа Андрея Владимировича Дебольского посвящена исследованию параметризаций турбулентного обмена в атмосферном пограничном слое (АПС) для моделей прогноза погоды и климата, а также их верификации по данным вихреразрешающего моделирования. Актуальность темы работы не вызывает сомнений, так как уточнение параметризаций турбулентного перемешивания в АПС имеет важное значение для прогноза приземных метеовеличин, информация о которых является главным практическим результатом моделирования, и, кроме того, турбулентная диффузия в АПС в значительной степени влияет на скорость диссипации во всей климатической системе.

Научная новизна, теоретическая значимость и практическая ценность работы подтверждается результатами исследования. Диссертация важна как теоретическом аспекте для понимания турбулентных процессов АПС в условиях сильно устойчивой стратификации, так и с практической точки зрения в целях улучшения качества воспроизведения параметров современного климата в модели Земной системы ИВМ РАН. Достоверность полученных результатов базируется на корректном применении математических методов и подтверждается их согласованностью с известными в литературе результатами. Личный вклад автора в представленные в работе результаты сомнений не вызывает: основные результаты диссертации получены самим автором, либо при его непосредственном участии. Физическая трактовка результатов находится в согласии с общепринятыми представлениями.

К наиболее значимым результатам работы можно отнести следующие:

- в рамках локального обобщения теории подобия Монина-Обухова исследованы локально-одномерные замыкания первого порядка, основанные на теоретических и эмпирических функциях устойчивости. С привлечением данных численных экспериментов в рамках вихреразрешающего моделирования показано, что замыкания, предполагающие линейность по параметру устойчивости безразмерного градиента скорости, в целом улучшают качество воспроизведения квазистационарных состояний устойчивых пограничных слоев;
- реализована новая схема вертикальной турбулентной диффузии в климатической модели ИВМ РАН;
- показано, что в расчетах по воспроизведению современного климата использование обновленной турбулентной схемы позволяет уменьшить ошибку модели относительно реанализа в приземных характеристиках.

В качестве **замечания** к автореферату отмечу следующее:

Утверждение на странице 17 автореферата о том, что «ЕВ ожидаемо улучшает воспроизведение приземной температуры» было бы желательно сопроводить не только рисунком 6, но и конкретными количественными оценками. Несмотря на то, что «на глаз» действительно наблюдается явное улучшение по критерию близости к оценкам ERA-5, можно заметить и локальное возрастание ошибок (например, на северо-западе Атлантики) и возникновение ошибки противоположного знака (например, в Гренландском море).

Однако, это замечание не сказывается на общей положительной оценке представленной работы.

Считаю, что диссертация Дебольского А.В. является завершённым научным исследованием, отличающимся новизной и физической убедительностью полученных результатов. Она соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Андрей Владимирович Дебольский, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

доктор физико-математических наук
по специальности 01.04.03 – «Радиофизика»,
ведущий научный сотрудник,
заведующий отделом «Исследования Земли из космоса»
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН)
Почтовый адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: d.m.ermakov@cosmos.ru
Телефон: +7(495)333-20-88

01 декабря 2025 г.



/ Д.М. Ермаков /

Подпись Ермакова Дмитрия Михайловича заверяю
Ученый секретарь ИКИ РАН,
кандидат физико-математических наук



/ А.М. Садовский /