

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Шишова Андрея Евгеньевича
«Обнаружение и наукастинг по спутниковым данным с применением машинного обучения условий обледенения двигателей самолётов на верхних уровнях в зонах глубокой конвекции», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате

Диссертация А.Е. Шишова посвящена актуальной и важной на практике задаче, заключающейся в повышении безопасности авиаперевозок за счёт оперативного выявления и краткосрочного прогноза (наукастинга) условий, при которых возможны случаи обледенения двигателей воздушных судов в верхней части мощных кучево-дождевых облаков. В условиях роста интенсивности авиаперевозок и увеличения высот полётов эта проблема приобретает всё большую значимость. Работа выполнена на высоком научном уровне и сочетает методы дистанционного зондирования, численного моделирования и современные алгоритмы машинного обучения.

Основная цель исследования – разработать методику, которая позволяет по спутниковым данным находить зоны повышенного риска обледенения двигателей в облачности глубокой конвекции (ОГК). Автор использует данные геостационарных спутников Meteosat MSG с высоким временным разрешением, что особенно важно для отслеживания быстро меняющихся конвективных систем. Предложен оригинальный двухэтапный подход: сначала выявляются кандидаты на ОГК с помощью пороговых критериев, затем уточняется классификация с применением методов машинного обучения (градиентный бустинг, нейронные сети, логистическая регрессия) на основе более чем 120 признаков, описывающих форму и температурные характеристики верхней границы облака.

Особую ценность представляет использование независимых данных в виде синоптических наблюдений (SYNOP, METAR) и Европейской базы опасных явлений погоды (ESWD), которые применяются для формирования обучающей выборки и проверки качества работы алгоритма. Это позволило разделить объекты ОГК на подтверждённые (ОГКс) и неподтверждённые (ОГКу), что повысило надёжность модели. В итоге достигнуты высокие показатели: предупреждённость (POD) – 91,17%, доля ложных тревог (FAR) – всего 12,72%, что существенно лучше зарубежных аналогов, где FAR часто превышает 50–70%.

Автор также разработал метод наукастинга смещения ОГК на 60–90 минут вперёд с использованием метода оптического потока (алгоритм Лукаса–Канаде с пирамидальной реализацией). Валидация на данных за июнь–сентябрь 2024 года подтвердила высокую стабильность и точность прогноза траектории движения опасных зон.

Созданная интерактивная система мониторинга ОГК (СМОГК и СМОГК-2) объединяет спутниковые данные, поля численных моделей (COSMO-Ru, ICON-Ru), радарные измерения и наземные наблюдения. Система внедрена в практику работы синоптиков Гидрометцентра России, зарегистрирована в Роспатенте и подтверждена актами внедрения. Это наглядно демонстрирует её практическую пользу. К достоинствам работы также относится то, что методика адаптирована к данным российских космических аппаратов серий «Электро-Л» и «Арктика-М», что повышает её автономность и устойчивость.

Вместе с тем, работа имеет и ряд недостатков. Во-первых, в формулировке цели заявлено создание универсального алгоритма без указания на региональную привязку,

однако фактически метод был разработан и проверен только для Европейской территории России и соседних стран умеренных широт. Применение этого подхода в тропиках, высоких широтах или других климатических зонах без дополнительной калибровки может привести к ошибкам как из-за иных характеристик конвекции, так и из-за различий в структуре тропопаузы и циркуляции. Во-вторых, в разделе «Научная новизна» утверждается, что «впервые в РФ применён метод оптического потока для оценки вектора смещения выделенных автоматически объектов облачности глубокой конвекции». Это утверждение неточно, так как методы оптического потока ранее уже использовались российскими исследователями для получения векторов смещения облаков по спутниковым данным. Корректнее было бы указать, что метод впервые применён в РФ именно для задачи наукастинга условий обледенения двигателей в зонах глубокой конвекции. В-третьих, в работе недостаточно подробно описан этап предобработки данных: не указано, проводилась ли фильтрация аномальных значений, анализ выбросов или проверка устойчивости моделей к зашумлённым входным данным. Это особенно важно при работе с реальными спутниковыми измерениями, где возможны ошибки и пропуски.

Эти замечания носят рекомендательный характер и не снижают общего высокого уровня диссертации. Работа А.Е. Шишова отличается научной новизной, методологической чёткостью, практической направленностью и успешным внедрением результатов в оперативную деятельность.

Таким образом, диссертационная работа Шишова Андрея Евгеньевича выполнена на высоком научном и методологическом уровне и заслуживает представления к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

Младший научный сотрудник,
ДЦ ФГБУ "НИЦ "Планета"

Блощинский Владислав Дмитриевич

Кандидат физико-математических наук,
научный сотрудник ДЦ ФГБУ "НИЦ "Планета"

Филей Андрей Александрович

Дальневосточный Центр Федерального
Государственного Бюджетного Учреждения
"Научно-исследовательский центр космической
гидрометеорологии "Планета",
680000, г. Хабаровск,
ул. Ленина, д. 18,
www.dvrcpod.ru
vmer@dvrcpod.ru
тел. (4212) 21-42-21

Подпись Филей А.А. и Блощинского В.Д. заверяю



документ 10.2026

/С.В. Миллер/