

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента на дисертаційну роботу

Яцишена Анатолія Олеговича на тему: «Адаптація методів прогнозу туману з урахуванням їх кліматології», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 10 - Природничі науки за спеціальністю 103 - Науки про Землю

Актуальність теми дисертації.

Прогнозування радіаційних туманів належить до найбільш складних завдань сучасної прикладної метеорології. Їх виникнення визначається одночасною дією радіаційного вихолоджування підстильної поверхні, температурно-вологісного стану приземного шару, стійкості атмосфери, швидкості вітру, турбулентного обміну та локальних фізико-географічних чинників. Саме тому методики, які демонструють прийнятні результати для одного пункту чи кліматичного регіону, можуть втрачати ефективність при перенесенні в інші умови без попереднього налаштування.

Туман істотно обмежує горизонтальну видимість, ускладнює функціонування авіації, автомобільного та морського транспорту, впливає на роботу аеродромів і на виконання завдань підрозділами безпілотних систем. В умовах сучасних воєнних дій точний локальний прогноз видимості та часу формування туману набуває додаткового оборонного значення.

Актуальність обраного напрямку посилюється тим, що автор поєднав два взаємодоповнювальні блоки: кліматологічну адаптацію температури туманоутворення для конкретного пункту та фізичну діагностику процесів у граничному шарі атмосфери. Таке поєднання дозволяє перейти від механічного застосування відомих емпіричних схем до їх осмисленого використання з урахуванням місцевої повторюваності туманів, добово-річного ходу температури туманоутворення, температурної стратифікації та інтенсивності міжрівневого обміну.

Дисертація пов'язана з науково-дослідними роботами, спрямованими на оцінювання впливу погодних умов на застосування безпілотних літальних апаратів, прогнозування низької хмарності на аеродромах України та вдосконалення авіаційного метеорологічного забезпечення. Такий зв'язок підтверджує відповідність дослідження реальним потребам метеорологічної практики та профілю спеціальності 103 «Науки про Землю».

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Мета дисертації полягає в адаптації та апробації наявних методик прогнозування радіаційних туманів для території України на основі кліматологічних характеристик, а також в апробації прогностичних критеріїв, пов'язаних із фізичними процесами у граничному шарі атмосфери. Сформульовані завдання логічно випливають із мети і охоплюють аналіз температурної стратифікації, турбулентних потоків тепла, міжрівневого обміну, вертикальної потужності туману та добово-річного розподілу температури туманоутворення.

Для розв'язання поставлених завдань застосовано комплекс кліматологічних, статистичних, синоптичних, розрахункових і фізико-діагностичних методів. Використано наземні спостереження за туманами, матеріали температурно-вітрового зондування збільшеної часової роздільності, розрахунки коефіцієнта турбулентного обміну, висоти граничного шару, турбулентних потоків тепла, а також методи кореляційного аналізу та апроксимації. Сукупність обраних методів відповідає предмету дослідження і дозволяє розглядати туманоутворення не лише статистично, а й з позицій фізики граничного шару атмосфери.

Важливою перевагою роботи є використання двох різних за призначенням масивів даних. Матеріали станції Київ за 2012–2020 рр. дали змогу дослідити добово-річний розподіл температури туманоутворення та оцінити можливості її кліматологічної адаптації. Дані температурно-вітрового зондування на станції Lindenberg використано для аналізу еволюції

температурної стратифікації, коефіцієнта турбулентного обміну, теплових потоків і висоти граничного шару на різних стадіях життєвого циклу радіаційного туману.

До найбільш вагомих результатів із ознаками наукової новизни належить обґрунтування використання кліматологічних значень температури туманоутворення як додаткового контрольного критерію для локальної адаптації прогностичних методик. Автор показав можливість опису її добово-річного розподілу аналітичною функцією і встановив, що поліноміальна апроксимація краще відтворює фактичні значення, ніж розглянутий гармонічний підхід.

Науковий інтерес становить установленна структура зв'язку між вертикальною потужністю радіаційного туману та характеристиками турбулентного обміну. Показано, що взаємозв'язок між коефіцієнтом турбулентного обміну та висотою граничного шару є помітнішим до утворення і після розсіювання туману, але послаблюється в період його максимального розвитку внаслідок посилення інверсійної стратифікації.

Достовірність результатів забезпечується використанням фактичних спостережень, послідовним застосуванням кількісних методів, фізичною несуперечливістю отриманих залежностей і зіставленням із сучасними уявленнями про еволюцію стійко стратифікованого граничного шару. Основні результати пройшли апробацію на наукових конференціях та оприлюднені у фахових виданнях.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертаційна робота викладена на 144 сторінках і складається з анотацій українською та англійською мовами, вступу, трьох розділів, висновків і списку використаних джерел. Структура роботи загалом відповідає поставленій меті, а послідовність розділів відображає перехід від теоретичного узагальнення проблеми до аналізу методів прогнозу та власних результатів здобувача.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, сформульовано положення наукової новизни та практичне значення, наведено відомості про особистий внесок, апробацію і публікації. Позитивним є чітке окреслення прикладного контексту дослідження, зокрема потреб авіаційного метеорологічного забезпечення та підрозділів безпілотних систем.

Перший розділ присвячено кліматології туманів і ролі турбулентного обміну в граничному шарі атмосфери. У ньому розглянуто механізми утворення радіаційних туманів, відмінності їх прогнозування в різних кліматичних умовах, структуру життєвого циклу та особливості турбулентності в стійко стратифікованому приземному шарі. Розділ формує необхідне фізичне підґрунтя для подальшого аналізу.

У другому розділі систематизовано сучасні методи прогнозування радіаційного туману. Розглянуто можливості мезомасштабних моделей, застосування метеодронів, методи Сандерса, Зверєва, Кредока і Прічарда, емпіричні підходи до визначення температури та часу туманоутворення, а також способи прогнозування вертикальної потужності й розсіювання туману. Матеріал розділу дає змогу визначити переваги й обмеження наявних методик та обґрунтувати необхідність їх локальної адаптації.

Третій розділ містить основні авторські результати. У ньому представлено вихідні дані, методику розрахунків, аналіз температурної стратифікації, міжрівневого обміну і турбулентних потоків тепла на різних етапах розвитку туману. Окремий блок присвячено адаптації прогнозу через кліматологічний розподіл температури туманоутворення та порівнянню різних способів його апроксимації. Саме цей розділ найповніше демонструє самотійний внесок здобувача.

Висновки відповідають логіці проведеного дослідження, відображають результати кліматологічного і фізико-діагностичного блоків та загалом узгоджуються з поставленими завданнями. Дисертація має завершений

характер, а її основні положення достатньо повно аргументовані в тексті, таблицях, графіках і розрахункових матеріалах.

Аналіз тексту дисертації не дає підстав стверджувати про порушення принципів академічної доброчесності. Використані положення інших авторів супроводжуються посиланнями, а особистий внесок здобувача в публікаціях зі співавторами конкретизовано. Анотації українською та англійською мовами відображають мету, методи, наукову новизну, практичне значення та основні результати роботи.

Мова та стиль викладення результатів.

Матеріал дисертації викладено переважно в науковому стилі, із використанням фахової термінології з метеорології, кліматології та фізики атмосфери. Автор послідовно застосовує поняття температури туманоутворення, граничного шару атмосфери, температурної стратифікації, інверсії, міжрівневого обміну та турбулентних потоків тепла. Текст ілюстровано таблицями, графіками, схемами та профілями, які доповнюють словесний аналіз і полегшують сприйняття результатів.

Загальна логіка викладу є зрозумілою: теоретичний огляд формує вихідні положення, аналіз методів визначає невирішені питання, а третій розділ містить їх авторське опрацювання. Водночас у тексті трапляються окремі редакційні, термінологічні та технічні неузгодженості, які не впливають на наукові результати, але потребують остаточного літературного й технічного редагування перед розміщенням дисертації у відкритому доступі.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Основні результати дисертаційного дослідження оприлюднено у трьох наукових статтях у фахових виданнях України. Публікації присвячені кліматичному підходу до визначення температури туманоутворення, ролі турбулентних потоків тепла у формуванні радіаційних туманів та використанню міжрівневого обміну як предиктора їх характеристик. Крім

того, результати апробовано у чотирьох матеріалах і тезах наукових конференцій.

Зміст опублікованих праць охоплює основні наукові результати дисертації. У роботах зі співавторами внесок здобувача пов'язаний із постановкою окремих завдань, формуванням і обробкою масивів даних, виконанням розрахунків, інтерпретацією результатів та участю у підготовці рукописів. Кількість і тематична спрямованість публікацій відповідають характеру проведеного дослідження.

Значення роботи для науки, практики та суспільства.

Теоретичне значення дисертації полягає в поглибленні уявлень про взаємодію кліматологічних характеристик радіаційного туману з процесами у граничному шарі атмосфери. Запропонований підхід показує, що локальна температура туманоутворення може розглядатися не лише як результат окремого розрахунку, а і як кліматично зумовлена характеристика конкретного пункту, сезону й часу доби.

Практичне значення визначається можливістю застосування результатів у роботі метеорологічних підрозділів. Кліматологічна функція температури туманоутворення може бути використана для контролю оперативних розрахунків, а характеристики температурної стратифікації та турбулентного обміну - як додаткові предиктори часу утворення, розвитку і розсіювання туману. Перевагою є орієнтація на дані, які можуть бути доступними прогнозисту або надходити з сучасних прогностичних центрів.

Одержані результати можуть бути використані при вдосконаленні спеціалізованого програмного забезпечення, формуванні локальних прогностичних рекомендацій, підготовці авіаційних прогнозів, забезпеченні польотів безпілотних систем, а також у навчальному процесі під час викладання фізики атмосфери, метеорологічних прогнозів, авіаційної метеорології та кліматології. Суспільне значення роботи пов'язане з підвищенням безпеки діяльності, чутливої до різкого погіршення видимості.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Під час формування вибірки випадків радіаційного туману доцільно було б докладніше описати критерії відокремлення суто радіаційних випадків від адвективно-радіаційних або змішаних ситуацій. Для відтворюваності методики бажано подати формалізовану схему синоптичного відбору та перелік ознак, за якими окремі випадки виключалися з аналізу.

2. Кліматологічний блок виконано за матеріалами станції Київ за 2012–2020 рр. Цей період є достатнім для апробації підходу, однак відносно коротким для формування стійкої кліматичної норми. У подальших дослідженнях варто перевірити стабільність отриманої апроксимації на довшому ряді та на станціях різних природних зон України.

3. Для підтвердження прикладної ефективності запропонованої адаптації бажано провести незалежну верифікацію прогнозів. Доцільно порівняти базовий метод і метод із кліматологічною корекцією за показниками справджуваності, ймовірності виявлення, частоти хибних тривог, критичного індексу успіху, середньої абсолютної та середньоквадратичної похибок.

4. Виявлена межа вертикальної потужності туману 150–170 м, для якої спостерігаються максимальні значення коефіцієнта турбулентності, є важливим результатом. Водночас доцільно було б ширше обговорити її фізичну стійкість, залежність від способу розрахунку коефіцієнта турбулентного обміну, кількості випадків у кожній градації та похибок визначення верхньої межі туманного шару.

Наведені зауваження мають переважно уточнювальний і рекомендаційний характер, окреслюють можливі напрями подальшого розвитку дослідження та не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Загальний висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційна робота Яцишена Анатолія Олеговича «Адаптація методів прогнозу туману з урахуванням їх кліматології» є самостійною, завершеною кваліфікаційною науковою працею, в якій розв'язано актуальне науково-

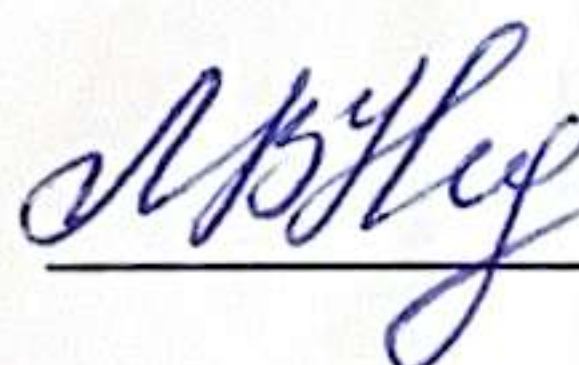
прикладне завдання підвищення ефективності локального прогнозування радіаційних туманів шляхом урахування кліматологічних характеристик температури туманоутворення та фізичних процесів у граничному шарі атмосфери.

Одержані результати мають наукову новизну, достатній ступінь обґрунтованості й достовірності, теоретичне та практичне значення. Основні положення дисертації оприлюднені у наукових публікаціях, а зміст роботи відповідає спеціальності 103 «Науки про Землю». Висловлені зауваження не змінюють позитивного висновку щодо наукового рівня та завершеності дослідження.

За актуальністю, змістом, структурою, науковою новизною, обґрунтованістю результатів, практичною значущістю і повнотою їх оприлюднення дисертаційна робота відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Яцишен Анатолій Олегович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 103 «Науки про Землю».

Рецензент:

Доцент кафедри метеорології та кліматології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, кандидат географічних наук

 Лариса НЕДОСТРЕЛОВА

«24» листопада 2026 р.

