

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Кравченка Володимира Олексійовича

“Динаміка озонowego шару під впливом планетарних хвиль та тропічних аномалій”, поданої до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження

Актуальність теми роботи

Озоновий шар зазнав серйозних змін у бік зменшення у 1980-1990-х роках. Особливо значне виснаження стратосферного озону відбулося у південній полярній області, яке позначилось і на глобальних рівнях озону. Така динаміка несе в собі загрозу нормальному розвитку життя і людської цивілізації на планеті Земля. Саме тому дослідження озону перестали бути лише фундаментальною задачею геофізики, а стали проблемою світового рівня. Неперервні щоденні вимірювання озону наземними та супутниковими приладами мають велике значення для оцінок як динамічних змін в озоновому шарі, так і вивчення причин цих змін. Динаміка стратосфери, що змінюється під впливом планетарних хвиль – це один з вагомих чинників впливу на стан озоносфери. Розробка динамічних та статистичних методів прогнозування розміру і глибини озонowej діри, пошук передвісників та індикаторів її стану є важливими задачами наукової спільноти. Все викладене вище безперечно дозволяє вважати тему дисертації “Динаміка озонowego шару під впливом планетарних хвиль та тропічних аномалій” сучасною і актуальною.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій

Експериментальні дані, що використано в роботі, було отримано традиційними загальноприйнятими методами. В роботі використано результати як власних вимірювань автора на спектрофотометрі Добсона, так і супутникові дані. Результати роботи базуються на надійних експериментальних даних та загально прийнятих методиках аналізу. Слід відзначити особистий внесок автора в аналіз якості методів, що наразі використовуються для вимірювань озону наземними та супутниковими засобами. Якісні, різнобічні і вагомі результати забезпечили формулювання обґрунтованих наукових положень, висновків та рекомендацій. Результати дисертації пройшли апробацію на кращих вітчизняних і міжнародних наукових конференціях, їх опубліковано у фахових реферованих закордонних та вітчизняних виданнях.

Достовірність отриманих результатів

Достовірність експериментальних даних базується на відпрацьованих і надійних методиках калібрування вимірювальних приладів, що запроваджені у міжнародних системах контролю озонOMETричних інструментів: наземних спектрофотометрів Добсона та супутникових спектрометрів. Оцінки статистичної значущості розбіжності між наземними та супутниковими даними виконано в дисертаційній роботі із застосуванням загальноприйнятих критеріїв статистичного аналізу. Кількісні співвідношення, які пов'язують параметри планетарних хвиль у зимовий сезон та озонОВОЇ діри у весняні місяці, відбиралися за умови високої статистичної значущості коефіцієнтів кореляції. Статистично достовірні індекси змінності атмосферних параметрів забезпечили справджуваність прогнозування озонОВОЇ діри на сезонних часових масштабах.

Наукова новизна результатів дослідження

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи В.О. Кравченка засвідчується серією публікацій в авторитетних фахових виданнях. Її визначено в дисертації у шести пунктах:

– Виявлено вплив активності планетарних хвиль в кінці антарктичної зими на зміни характеристик озонОВОЇ діри у весняні місяці.

– Вперше визначено прогнозний індекс стану озонОВОЇ діри у вересні–листопаді, за амплітудою квазістаціонарних планетарних хвиль у температурі антарктичної стратосфери у серпні, з випередженням 1–3 місяці.

– Вперше визначено вплив аномалій поверхневої температури в тропічній частині Тихого океану на весняні рівні ЗВО над Антарктидою із затримкою 3–5 місяців.

– Введено прогнозний індекс для озонОВОЇ діри у вересні–листопаді за рівнем аномалій поверхневої температури у тропічній частині Тихого океану у червні.

– Розроблено методику оцінки та визначено розбіжність між наземними та супутниковими вимірюваннями вмісту озону в залежності від сезону, рівня хмарності, рівня ЗВО та структури планетарних хвиль в розподілі ЗВО.

– Визначено меридіональну структуру планетарних хвиль, пов'язаних із тропічними аномаліями у червні і відповідальних за інтенсифікацію тропічного впливу на тропосферу та стратосферу антарктичного регіону у жовтні.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях

Матеріали дисертації опубліковано в 14 статтях у фахових наукових журналах та в 17 матеріалах і тезах конференцій; 4 статті надруковано в іноземних журналах, які входять до наукометричної бази Scopus. Основні наукові положення дисертації В.О. Кравченка викладено в розділах 2–4. Їх опубліковано в авторитетних журналах з дистанційного зондування (International Journal of Remote Sensing, 2008, 2009), атмосферних досліджень (Atmospheric Chemistry and Physics, 2012) та змін клімату (Climate Dynamics, 2015). Результати роботи представлено також у двох статтях у вітчизняному журналі “Космічна наука і технологія” (2008 і 2012 рр.), включеному у базу даних Web of Science. Додатково матеріали досліджень викладено у статтях, що опубліковано в авторитетних вітчизняних виданнях (Український журнал дистанційного зондування Землі, Наукові праці УкрНДГМІ, Український антарктичний журнал, Вісник Київського університету – Астрономія),

Перелік опублікованих робіт здобувача повністю охоплює представлені результати дисертаційної роботи, а повнота викладення основних її положень засвідчується змістом публікацій за тематикою досліджень. За наведеними показниками матеріали дисертаційної роботи не тільки відповідають, а й значно перевищують чинні вимоги до кандидатських дисертацій.

Практичне значення і впровадження результатів досліджень

В умовах існування озонної діри, яка спостерігається вже майже півсторіччя, важливими є надійні оцінки багаторічних трендів у вмісті озону в атмосфері. Виявлена і докладно проаналізована в дисертації залежність різниці між наземними та супутниковими озонними даними від низки умов спостережень має практичне значення для визначення джерел похибок вимірювань та зменшення їх впливу на розбіжність даних. Методика зіставлення експериментальних рядів з урахуванням сезону, рівня вмісту озону, наявності або відсутності хмарності, впливу планетарних хвиль може бути використана для поточного та ретроспективного контролю якості вимірювань, а також при розробці та вдосконаленні алгоритмів обробки вимірювань супутниковими інструментами. Розроблені та апробовані прогнозні індекси для оцінки площини озонної діри навесні, що базуються на критеріях для зимових умов, мають практичне значення для попередження про розміри втрат озону над Антарктичним регіоном та рівні ультрафіолетового опромінення на поверхні з випередженням на 1–5 місяців. В роботі визначено роль планетарних хвиль у зв'язках між тропічним та антарктичним регіонами. Це дозволило

визначити регіони зі статистично значущим відгуком на тропічні впливи. Всі ці виявлені в дисертації факти і зв'язки є важливими для прогнозування еволюції озонної діри а також регіональних змін клімату.

Структура дисертаційної роботи, оцінка її завершеності в цілому

Структура дисертації, її обсяг та оформлення відповідають вимогам МОН України до кандидатських дисертацій. Дисертація складається з анотацій українською та англійською мовами, списку публікацій здобувача, переліку скорочень, змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 174 назв, та додатку. Загальний обсяг дисертації складає 207 сторінок.

Результати дисертації опубліковано у 14 статтях у фахових наукових журналах та в 17 матеріалах і тезах конференцій. За цими показниками дисертація не тільки відповідає, а й значно перевищує вимоги до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук.

У вступі викладено актуальність дисертації, наведено інформацію про апробацію результатів, зв'язок роботи із науковими програмами та темами, про публікації за темою дисертації, наукову новизну роботи. Також коротко викладено зміст чотирьох розділів.

У першому розділі наведено огляд інструментальних наземних та супутникових досліджень озонного шару, описано основні прилади для сучасних вимірювань озону. З огляду літературних джерел, де розглянуто проблеми, близькі до теми дисертації, зроблено висновки про існуючі прогалини у вивченні динамічних факторів впливу на озонний шар. Вказано, які з актуальних проблем вирішено у розділах 2–4.

У розділі 2 викладено результати аналізу неузгодженості між наземними та супутниковими вимірюваннями озону у полярних регіонах та над Україною. Визначено кількісні характеристики різниці між рядами даних, та систематизовано виявлені залежності розбіжності вимірювань від умов спостережень, в тому числі від динамічного впливу планетарних хвиль на розподіл озону. Автором показано, що впровадження 8-ї версії супутникових даних TOMS не привело до зменшення залежності результатів вимірювань від умов спостережень. Відзначаю також сильний висновок розділу щодо більшої придатності супутникових даних для оцінки змін озонного шару над Антарктикою.

У третьому розділі проведено аналіз передумов для формування озонної діри, які складаються в кінці зимового сезону. Показано, що амплітуда квазістаціонарних планетарних хвиль у розподілі температури антарктичної стратосфери в кінці зими (у серпні) є індикатором стану озонної діри

наступної весни. Запропоновано не тільки статистично, а й фізично обґрунтований індикатор (серпневий індекс для амплітуди квазістаціонарних планетарних хвиль) для визначення стану озонної діри упродовж всього сезону її існування. Застосування прогнозного індексу для серпня 2017 р. дозволило передбачити аномальне зменшення площі озонної діри у наступні весняні місяці.

У розділі 4 розглянуто маловивчені особливості відгуку антарктичної стратосфери на аномалії температури поверхні Тихого океану у тропіках. Виявлено статистично значущі зв'язки між віддаленими регіонами. Виявлено ділянку в тропіках, де варіації температури у червні впливають із часовою затримку на стратосферну температуру над Антарктикою навесні (жовтень). Визначено горизонтальну й вертикальну структуру шляху поширення сигналу із тропіків у полярні широти південної півкулі. Введено новий індекс змінності температури в тропіках, що може слугувати прогнозним показником для варіацій температури антарктичної стратосфери та площі озонної діри.

У висновках узагальнено основні результати дисертаційного дослідження та підкреслено вперше виявлені взаємозв'язки між активністю планетарних хвиль та станом антарктичної стратосфери й озонної діри. Висновки показують, що мету роботи досягнуто, і всі завдання роботи виконано.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації

В авторефераті дисертації В.О. Кравченка докладно висвітлено актуальність, наукову новизну і практичну значущість роботи, основні результати, положення та висновки. Наведено списки робіт здобувача та відомості про апробацію результатів. Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням і змісту дисертації. Дисертаційна робота та автореферат оформлені у відповідності з сучасними вимогами, що ставляться до кандидатських дисертацій.

Зауваження по роботі

При загалом дуже високому рівні отриманих результатів і оформлення дисертації, треба відзначити й окремі її недоліки, а саме:

1. Деякі підрозділи починаються майже повноцінними вступами. Це, з одного боку, дозволяє отримати більше інформації читачеві при розгляді окремого підрозділу роботи, але, з іншого боку, призводить до повторень і збільшення об'єму дисертації в цілому.

2. Робота дещо перевантажена скороченнями, які при першому читанні вкрай важко запам'ятати. Це призводить до частих звернень до їх переліку на стор. 18, що дещо ускладнює сприйняття матеріалів дисертації.
3. На сторінці 78 є твердження: *«Сезонна зміна стану хмарного покриву (його висоти та оптичної товщини хмар) залежить від поверхневої температури.»* що далі використовується для станції «Академік Вернадський». В дисертації ця залежність не аналізується. Якщо цей факт встановлено для регіону Антарктичного півострова, має бути посилання на джерело.
4. У висновках до розділу 2 вказано, що *«...Зіставлення наземних та супутникових вимірювань дало нові кількісні показники, які характеризують розбіжність даних та її залежність від 1) версії алгоритму TOMS, 2) сезонних змін стану хмарного покриву над наземною станцією...».* Я не заперечую залежність розбіжності даних від хмарності, яку в роботі переконливо доведено. Але звертаю увагу на те, що аналіз сезонних змін хмарності над наземними станціями в дисертації не проводився. Із власних вражень можу зазначити, що сезонні зміни хмарності над Українською антарктичною станцією «Академік Вернадський» значно менші, ніж над Україною.
5. На сторінці 133 *«Тому, при аналізі сигналу з тропіків у високоширотних ділянках антарктичної стратосфери, відсутні або не повні дані для ЗВО компенсувалися стратосферними температурами на рівні тиску 50 гПа, T50. Це забезпечило повне просторове покриття південної полярної шапки.».* Забезпечити просторове покриття, звичайно, в такий спосіб можна. Але мені здається, що якісних первинних даних щодо вертикального профілю стратосферної температури над південною полярною шапкою вкрай мало. Тому і точність даних реаналізу не може бути високою. Це ж зауваження стосується і південної субполярної частини Тихого океану. Треба бути обережними при використанні даних для цих регіонів, оскільки вони пов'язані, великою мірою, з модельними інтерполяціями.
6. В роботі є друкарські помилки, яких порівняно небагато, і вони, в цілому, не заважають сприймати інформацію.

Висновок про дисертацію в цілому і відповідність її чинним вимогам

Зауваження, безумовно не впливають на високу оцінку дисертації. Здобувач виконав велику роботу, кожен з підрозділів закінчується узагальненнями і серйозними обґрунтованими висновками, які мають враховуватись фахівцями в майбутніх дослідженнях. Дисертація, безумовно,

відповідає спеціальності 05.07.12 – дистанційні аерокосмічні дослідження. Крім того, в роботі отримано вагомі геофізичні результати, зокрема, в галузі фізики середньої атмосфери.

Вважаю, що дисертаційна робота Кравченка Володимира Олексійовича є ретельним, самостійним, кваліфікованим і завершеним дослідженням, яке свідчить про те, що здобувач здатен вести фаховий науковий аналіз на високому рівні, надавати фізично обґрунтовану інтерпретацію результатів і формулювати висновки з проведених досліджень.

Роботу написано якісною українською мовою із застосуванням коректної наукової термінології. Ілюстрації, таблиці та бібліографічний опис відповідають вимогам до оформлення дисертацій. Рукопис дисертації оформлено на дуже високому рівні.

Отримані в роботі результати, їх наукова новизна та практичне значення, а також перелік публікацій автора, повністю задовольняють сучасним вимогам до кандидатських дисертацій, а автор дисертації, Кравченко Володимир Олексійович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 05.07.12 – дистанційні аерокосмічні дослідження.

Офіційний опонент,
доктор фізико-математичних наук, с.н.с.,
лауреат Державної премії в галузі науки і техніки
Завідувач відділу Радіофізики геокосмосу
Радіоастрономічного інституту НАН України



А.В. Залізовський

Підпис офіційного опонента засвідчую:
Вчений секретар
Радіоастрономічного інституту НАН України,
кандидат фізико-математичних наук



Ю.В. Антоненко