

**ВІДГУК**  
офіційного опонента на дисертаційну роботу  
**Скороход Тетяни Владиславівни**  
«Внутрішні гравітаційні хвилі в термосфері  
за даними прямих супутниковых спостережень»,  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук  
за спеціальністю 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження

**Актуальність теми дослідження.**

Добре відомо, що геокосмос, по суті, став місцем проживання нашої цивілізації. В геокосмосі функціонують численні штучні супутники Землі (ШСЗ), які забезпечують людство радіомовленням, телебаченням, глобальною навігацією, Інтернетом та дистанційним зондуванням різних середовищ. Тому дослідження геокосмічного середовища, прогнозування його стану, включаючи прогнозування космічної погоди, є фундаментальною і в той же час прикладною проблемою сучасної науки. Важливу роль відіграє дослідження хвильових збурень у геокосмосі. Саме хвилі відповідають за взаємодію підсистем у системах Земля – атмосфера – іоносфера – магнітосфера та Сонце – міжпланетне середовище – магнітосфера – іоносфера – атмосфера – Земля, за обмін енергією та імпульсом. З прикладної точки зору, саме хвильові збурення обмежують потенційні якісні показники систем різного призначення, таких як системи радіонавігації, радіолокації, радіоастрономії, радіозондування середовищ та ін.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.**

Робота Т. В. Скороход виконувалася в лабораторії супутниковых досліджень близького космосу Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України в рамках багатьох наукових тем і проектів, а також у рамках грантової угоди 7-ї Рамкової програми Євросоюзу «Проблемно-орієнтований аналіз та розроблення інформаційної системи іоносферних супутниковых спостережень» (POPDAT); науково-дослідної роботи «Вивчення сонячно-земних і сейсмо-іоносферних зв'язків», яка виконувалася за контрактом із ДКА України.

**Структура та короткий зміст дисертаційного дослідження.**

Дисертаційна робота Т. В. Скороход складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 118 найменувань і п'яти додатків. Дисертація містить 58 рисунків, 5 таблиць. Загальний обсяг основного тексту дисертації складає 128 сторінок.

У вступі наведена загальна характеристика роботи, обґрунтовано актуальність теми, сформульовані задачі дослідження, відзначено наукову новизну та практичне значення отриманих у дисертації результатів.

**Розділ 1 являє собою аналітичний огляд літератури.**

У розділі 2 розроблено метод фільтрації хвильових форм гравітаційних хвиль на фоні інших типів атмосферних збурень. З цією метою адаптовані класичні методи цифрової обробки сигналів, а також використано відомий рецепт подвійної фільтрації даних спостережень на ШСЗ.

У розділі 3 досліджується динаміка хвильового поля термосфери, вивчена можливість теоретичної оцінки повного складу спектральних характеристик хвильового процесу.

В розділі 4 аналізується база даних спостережень (біля 1000 орбітальних витків DE 2), які характеризують хвильову активність термосфери у висотному шарі 250–500 км. За допомогою цієї бази досліджено кореляцію (або її відсутність) хвильової активності з землетрусами, варіаціями космічної погоди, стартами ракет тощо.

У висновках наведено основні результати дослідження.

Допоміжний матеріал викладено у п'яти додатках.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна.**

Основні наукові положення, висновки та рекомендації, які сформульовані в дисертації, в достатній мірі є обґрунтованими та достовірними, тому що вони обумовлені чіткою постановкою задач, методичною цілісністю дисертації, яка включає всі основні стадії від розробки методики аналізу даних спостережень, комп’ютерного моделювання, дослідження джерел похибок до отримання фізичних результатів та кореляції хвильових збурень зі станом космічної погоди, землетрусами, стартами ракет тощо.

Автором дисертації використані добре апробовані методи наукових досліджень: пряме та зворотне перетворення Фур’є, вейвлет-перетворення, комп’ютерне моделювання, числовий експеримент, цифрова фільтрація тощо. Автор дисертації добре оволоділа перерахованими методами.

Усі результати, які виносяться на захист, є новими.

**Основні результати наукового дослідження є такими.**

1. Вперше детально досліджено джерела похибок визначення параметрів хвильових збурень за даними супутниковых вимірювань, встановлені неусувані обмеження на точність спектральних оцінок, розроблена комплексна методика аналізу даних супутниковых спостережень.

2. Вперше розроблена методика відокремлення часових і просторових варіацій параметрів хвиль вздовж орбіти ШСЗ.

3. Вперше досліджено повний спектральний склад хвильових збурень у термосфері.

4. Вперше проведена пряма оцінка інтенсивності гравітаційних хвиль, оцінено кількісний внесок цих хвиль у енергетичний баланс термосфери.

5. Виявлено зв’язок сейсмічних і термосферних процесів, зроблена спроба виявити провісники потужних землетрусів.

**Наукове значення результатів дисертаційної роботи.**

На мій погляд, дисертаційна робота Т.В. Скороход є закінченим науковим дослідженням, у ході якого автор розв’язала важливу наукову задачу, спрямовану на дослідження внутрішніх гравітаційних хвиль у термосфері Землі за даними прямих вимірювань на ШСЗ. Автор розробила та застосувала методику аналізу даних супутниковых спостережень, отримала нові фізичні результати, підтвердила зв’язок (або його відсутність) між хвильовою активністю та станом космічної погоди, землетрусами, стартами потужних ракет тощо. Отримані результати представляють інтерес для фахівців в області геофізики, радіофізики та дистанційного аерокосмічного дослідження.

**Наукова новизна дисертаційного дослідження** полягає у розробці та застосуванні методики аналізу даних прямих супутниковых спостережень, у відокремленні часових і просторових варіацій параметрів хвиль вздовж орбіти супутника, у дослідженні повного спектрального складу хвильових збурень у термосфері, у виконанні прямої оцінки інтенсивності атмосферних гравітаційних хвиль та кількісного внеску цих хвиль у

енергетичний баланс термосфери, у виявленні зв'язку сейсмічних і термосферних процесів, у спробі виявлення провісників потужних землетрусів.

### **Практичне значення результатів дисертаційної роботи.**

Автор дисертації розробила та реалізувала методику аналізу даних супутниковых спостережень у вигляді програмного комплексу автоматизованої обробки й інтерпретації даних спостережень. Вона підготувала потужну базу для обробки даних вимірювань, які будуть проводитися у рамках Загальнодержавної цільової науково-технічної космічної програми України з використанням українського супутника «Мікросат-М». Отримані дисертантом результати вже знайшли провадження в рамках науково-технічного проекту 7-ї Рамкової програми Євросоюзу POPDAT.

**Повнота викладення отриманих результатів у наукових працях.** Усі основні результати дисертації достатньо опубліковано в статтях, що належать до фахових видань, та додатково висвітлені в нефахових виданнях і тезах конференцій. Результати дисертації пройшли добру аprobacію на конференціях і семінарах. Доповіді Т. В. Скороход викликали жвавий інтерес у фахівців та отримували схвалення.

### **Зауваження та недоліки дисертації та автореферату.**

У тексті дисертації та автореферату помічені такі недоліки.

1. Мета дисертації сформульована не зовсім вдало: «кількісне дослідження хвильового поля термосфери шляхом аналізу даних супутниковых вимірювань термосферних параметрів». Більш правильним є таке формулювання: «кількісне дослідження параметрів хвильового поля термосфери шляхом аналізу даних супутниковых вимірювань термосферних параметрів».

2. Замість терміну «явище розтікання» необхідно вживати «розтікання», тому що термін «явище» має набагато більше значення. Наприклад, за відкриття нового явища Державним комітетом СРСР видавався Диплом відкриття.

3. Не зовсім точно вказана структура геокосмосу: «атмосфера – іоносфера – магнітосфера». Насправді ж, геокосмос складається з верхньої атмосфери, іоносфери та магнітосфери.

4. В дисертації по відношенню до атмосферних гравітаційних хвиль вживаються два терміни «широкосмугові» та «надширокосмугові». Насправді ж, ці хвилі є надширокосмуговими процесами.

5. У першому розділі декілька разів вживається термін «проблема». У кандидатських дисертаціях повинні розглядатися лише задачі.

6. У дисертації та авторефераті вживається сполучення: «вейвлет-аналізу з метою пошуку сигнатур нелінійних ефектів». Насправді ж, вейвлет-аналіз перш за все вживається для спектрального аналізу, а нелінійні ефекти зазвичай досліджуються іншими методами.

7. Відношення сигнал/шум, як правило, обчислюється для відношення потужностей або енергій, а не амплітуд.

8. У дисертації на с. 30 стверджується, що «сила тяжіння модифікує властивості» акустичних хвиль. Насправді ж, сила тяжіння ніяк не впливає на поширення акустичних хвиль.

9. На с. 31 стверджується, що землетрус є «точковим» джерелом. Насправді ж, довжина епіцентру для найсильніших землетрусів досягає 1000 км, що перевищує в багатьох випадках навіть довжину атмосферних гравітаційних хвиль. Яке ж це «точкове» джерело?

10. Оглядовий розділ у дисертації займає 29 сторінок, а весь обсяг дисертації – 128 сторінок, тобто огляд займає 22.65%.

11. У дисертації та авторефераті є невдалі вислови та помилки. Так, наприклад, «сильнозбурені» пишеться окремо (с. 5 автореферату), «повністю заповнені» (с. 5 автореферату), часто плутаються сполучники «і», «та», «й», у авторефераті на с. 6 в посиланні [5] немає сторінок, на рим. 1.19 фігурують терміни «чисельне моделювання», «метод часткового кутового відбивання» (замість «метод частотного кутового зондування іоносфери»), є терміни «гаусового» і «гауссового», «галузь фізики» (замість «область фізики»), замість «Огляд» краще було б написати «Аналітичний огляд», на с. 56 дисертації написано «порядку 5 – 10 %» (замість «біля 5 – 10 %»), в дисертації три варіанта напису прізвищ Брента та Вяйсяля (правильним є такий: «Брента–Вяйсяля»).

Зроблені зауваження, перш за все, стосуються форми викладення матеріалу та оформлення дисертації та автореферату. В низці випадків вони мають характер рекомендацій. Зауваження не ставлять під сумнів правильність і новизну основних положень і висновків дисертації, автор якої внесла помітний вклад в розв'язання складної задачі, пов'язаної з дослідженням атмосферних гравітаційних хвиль у термосфері за даними прямих спостережень на ШСЗ.

#### **Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальні висновки.**

Вважаю, що дисертаційна робота Т. В. Скороход, присвячена розв'язанню задачі в області дистанційного аерокосмічного дослідження, що полягає у вивчені атмосферних гравітаційних хвиль у термосфері за допомогою прямих спостережень на ШСЗ, виконана на високому науковому рівні, містить оригінальні наукові результати, відповідає всім вимогам постанови «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів», затвердженої Постановою Кабінету міністрів України №567 від 24 липня 2013 р. Автор дисертації Скороход Тетяна Владиславівна заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження.

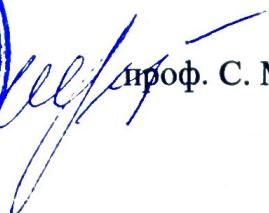
#### **Офіційний опонент:**

професор кафедри космічної радіофізики  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна,  
Заслужений професор  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна,  
лауреат Державної премії УРСР,  
двічі лауреат Премії Ради Міністрів СРСР,  
Заслужений діяч науки і техніки України,  
Почесний професор Харбінського інженерного університету,  
доктор фізико-математичних наук, професор



Л. Ф. Чорногор

Підпис офіційного опонента Л. Ф. Чорногора підтверджую  
Начальник відділу кадрів  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна



prof. С. М. Куліш

