

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Барабаша Володимира Володимировича

«Аперіодичні та хвильові збурення в іоносфері: результати вертикального зондування»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук

за спеціальністю 01.04.03 – Радіофізика

Актуальність теми дисертаційного дослідження характеризується фундаментально-науковим і науково-практичним аспектами. Фундаментальний аспект полягає в необхідності поглиблення існуючих знань про динамічні процеси в іоносфері як сукупності фізичних механізмів, що забезпечують передачу енергії від Сонця до Землі, і у зворотному напрямку – від Землі у космос.

Практична значимість роботи зумовлена низкою обставин, пов'язаних із сучасним розумінням космічної погоди. Дорожня карта робіт в цій області ставить за мету досягнення нового рівня діагностики та прогнозу іоносферних збурень, як чинника, що впливає на функціонування цілого ряду життєво важливих технологічних систем – телекомунікації, навігації, енергетики тощо.

Постановка задачі дисертаційного дослідження. Складність вивчення іоносферних збурень пов'язана із варіабельністю параметрів іоносфери та різноманіттям факторів, які на неї впливають. Іоносферні спостереження фіксують результат заплутаного клубка дій і взаємодій, і це створює перед дослідником простір для множення гіпотез. В дисертаційній роботі запропоновано конструктивний підхід, який полягає у вивченні відгуку іоносфери на дію певних джерел іоносферних збурень – сонячного затемнення (яке спричиняє вилучення фотохімічного фактору із сукупності іоносферних процесів), падіння великого космічного тіла (потужне хвильове збурення нейтральної атмосфери), роботу нагрівного радіостенду (стимульоване висипання енергійних частинок з радіаційного поясу). Виходячи з цього дисертантом було проведено пошук, збір, обробку й аналіз даних іонозондових спостережень, і на цій основі дано характеристику іоносферних збурень різної природи.

Зв'язок дисертації з науковими програмами і темами. Дисертаційне дослідження виконано в рамках циклу науково-дослідних робіт, які велись в Інституті іоносфери НАН України та МОН України за держзамовленням.

Загальна характеристика структури та змісту роботи. Дисертаційна робота складається з переліку умовних позначень, вступу, п'яти основних розділів, висновків і списку використаних джерел.

У вступі представлено обґрунтування теми дисертаційного дослідження, вказано на зв'язок дослідження з відомчою тематикою, визначено мету та завдання роботи, методи проведення дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення роботи, визначено особистий внесок здобувача та вказано апробації результатів дисертації.

Розділ 1 являє собою огляд літератури за темою дисертації. Об'єм оглядового розділу складає трохи більше 15% об'єму основної частини дисертації.

У розділі 2 проведено дослідження добово-сезонних варіацій концентрації електронів і їх хвильових збурень у максимумі F_2 -області іоносфери в спокійних умовах, у період, близький до мінімуму сонячної активності.

У розділі 3 представлені результати дослідження реакції F -області на сонячні затемнення 4 січня 2011 р. і 20 березня 2015 р. над європейським регіоном.

У розділі 4 описані унікальні ефекти в іоносфері, що супроводжували падіння Челябінського метеороїда. (Раніше подібні дослідження не проводилися, оскільки такого масштабу події трапляються в середньому раз на сто років).

У розділі 5 представлено результати дослідження великомасштабних збурень іоносферних областей E та F під дією потужного радіовипромінювання стенда СУРА.

Висновки містять узагальнення основних результатів дисертаційного дослідження. Висновки сформульовані в достатній мірі вичерпно й аргументовано.

Основні результати дисертаційного дослідження:

1. Зареєстрована реакція іоносфери на два сонячні затемнення, одне з яких спостерігалось в спокійних умовах, а друге під час потужної іоносферної бурі. Встановлена кількісні характеристики спостережених аперіодичних і квазіперіодичних збурень концентрації електронів на висотах E - та F -областей іоносфери.

2. Вперше спостережена реакція F -області іоносфери на падіння небесного тіла. Встановлені параметри хвильового збурення іоносфери.

3. Досліджена реакція іоносфери на дію потужного радіовипромінювання нагрівного стенду. Виявлені сплески критичної частоти шару F_2 – індикатори висипань енергійних електронів з внутрішнього радіаційного пояса. Оцінені характеристики стимульованих електронних потоків.

4. Досліджені добово-сезонні варіації концентрації електронів у максимумі шару $F2$ в періоди росту та спаду сонячної активності. Визначені параметри квазіперіодичних варіацій електронної концентрації.

Наукова новизна, обґрунтованість та достовірність результатів дисертаційного дослідження. Основні наукові положення та висновки, які сформульовані в дисертації, є в достатній мірі обґрунтованими і достовірними завдяки чіткому та послідовному методу проведення дослідження, який включає всі стадії – від постановки часткових завдань роботи, збору вихідних даних та їх обробки, до отримання та тлумачення кінцевих результатів. У роботі використані апробовані методи й алгоритми проведення спостережень і аналізу експериментальних даних: радіофізичний метод вертикального зондування іоносфери, методи цифрової фільтрації даних, методи спектрального аналізу.

Автор дисертації демонструє впевнене володіння методами та предметом дослідження.

Усі результати, які виносяться на захист, є новими.

Практичне значення отриманих результатів визначається тим, що встановлені характеристики іоносферних збурень є базисом для подальшого дослідження цих збурень як фактора космічної погоди (з метою корегування іоносферної затримки при роботі глобальних навігаційних супутникових систем, прогнозу збурення іоносферного радіоканалу тощо), та створення нового покоління динамічних моделей іоносфери.

Повнота викладених результатів в опублікованих працях. Усі основні наукові положення та результати дисертації опубліковані у необхідному обсязі у фахових виданнях і пройшли апробацію. Матеріали дисертаційної роботи викладено у 18 друкованих працях, з яких 7 наукових статей опубліковано у фахових виданнях ДАК України, 2 наукові статті – в інших виданнях, та 9 – тези доповідей на профільних конференціях (у тому числі міжнародних). В дисертації не представлено одноосібних статей здобувача.

Зауваження щодо змісту дисертації

1. Підхід дисертаційного дослідження полягав у вивченні відгуку іоносфери на впливи, окремі складові яких є певним чином «акцентуйованими», тобто значно посиленими або пригніченими у порівнянні із статистичною нормою. В результаті дослідження мали б бути зроблені висновки (нехай і попередні) про роль і властивості

різних рушійних сил іоносферної динаміки. Але проведене дослідження обмежується описом лише характеристик спостережених збурень без подальших фізичних узагальнень.

2. Для виявлення специфіки іоносферних відгуків на дію обраних джерел енерговиділення проводилося порівняння із контрольними днями. Треба пояснити, як обиралися контрольні дні і наскільки стан іоносфери у контрольні дні відповідав нормі.

3. Спектральний аналіз експериментальних даних здійснювався в два етапи. Спочатку вилучався тренд; для цього застосовувалось просте ковзне середнє з розміром вікна в 2 або 3 години. Потім проводилося спектральне оцінювання параметрів залишкового сигналу. Але відомо, що характеристика фільтра ковзного середнього включає область затримки (довгі періоди), область пропускання (короткі періоди, де фільтр близький до ідеального), і область пульсацій (період порядку тривалості вікна ковзного середнього, де вихідний сигнал спотворюється). В дисертаційній роботі виділено декілька груп коливань, у тому числі з періодами 2–3 години, тобто як раз таких, які спотворюються процедурою фільтрації. Цей момент не висвітлюється в дисертації і вимагає роз'яснення.

4. Однією з найцікавіших і потенційно плідних тез дисертаційного дослідження є висновок про висипання енергійних електронів з внутрішнього радіаційного поясу під дією радіовипромінювання. Відомо, що під час магнітних бур ефект висипання спричиняється перебудовою конфігурації електричних і магнітних полів в магнітосфері. Механізм стимулювання висипань роботою нагрівного стенду, який постулюється в дисертації (підрозділ 5.5.5), є недостатньо обґрунтованим і потребує більш повного пояснення.

Крім того, діагностика сплесків критичної частоти f_oF2 – індикаторів висипань частинок здійснювалась по двох-трьох відліках, а в ряді випадків – по єдиному відліку. Як зрозуміти, що це не викиди? Тільки сам експериментатор може судити, наскільки слід довіряти даним в таких умовах. Цей момент також потребує пояснення.

5. Дисертація за своєю суттю має бути цілісною працею, частини якої логічно взаємопов'язані. Але в даній дисертації кожний розділ починається начебто заново, з частковим повторенням висловлених раніше думок. Наприклад, в кожному розділі заново випикується і аналізується основний закон іоносферної динаміки (зміна концентрації плазми = іонізація – рекомбінація +/- транспорт), хоча варто було б обговорити це рівняння один раз в оглядовому розділі, а потім за необхідності на нього посилалися. Те ж стосується питань, пов'язаних з використанням спектральних методів. Такі моменти дещо знижують сприйняття роботи в цілому.

6. Дисертаційна робота містить ряд неточних або суперечних тез та невдалих формулювань. Наприклад:

У підрозділі 3.4.2 розрахунок параметрів $F2$ -області проводиться за умови нехтування вертикальним дрейфом плазми, що в цій області є не завжди справедливим припущенням;

У підрозділі 5.7.1 стверджується, що з ростом висоти, у зв'язку з ростом швидкості звуку, збільшується швидкість поширення акустико-гравітаційних хвиль. Насправді, неоднорідність параметру швидкості звуку з висотою спричиняє заломлення хвилі, при цьому її горизонтальна швидкість є інваріантом.

У вступі, в підрозділі «Наукова новизна одержаних результатів», п. 2 сформульований так: «Вперше проведене дослідження...». Тобто вказано на новизну кампанії, а не на новизну результату, що не одне й те саме. Правильно: «Вперше встановлено, що...».

Там же у п. 5: «Вперше виявлені збурення ... викликані прольотом Челябінського метеороїда». Звісно, бо Челябінський метеороїд є першим і єдиним. Правильно: «Вперше виявлені збурення, викликані прольотом великого метеороїду».

Вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку роботи. В ряді випадків мої зауваження носять характер рекомендацій і в будь-якому випадку не ставлять під сумнів правильність та новизну ключових тез та висновків дисертації.

Висновки

Дисертаційна робота відповідає паспортів спеціальності 01.04.03 – Радіофізика (фізико-математичні науки), оскільки вона задовольняє формулі спеціальності в частинах «Електромагнітні хвилі в іоносфері, навколоземному космічному просторі» та «Радіофізичні методи дистанційного зондування навколишнього середовища та неконтактні вимірювання».

Зміст автореферату повністю відповідає матеріалу, викладеному у дисертаційній роботі; досить точно і повно відображає основні тези, висновки та сутність одержаних результатів.

Дисертаційна робота оформлена у відповідності з вимогами до кандидатських дисертацій.

В роботі представлено нове розв'язання актуальної наукової задачі в галузі іоносферної радіофізики, яке полягає в створенні характеристики аперіодичних та квазіперіодичних збурень іоносфери, що виникали під час дії унікальних або рідкісних джерел енерговиділення. Дисертаційне дослідження є завершеною науковою працею.

Вважаю, що за актуальністю теми, науковою новизною, ступенем обґрунтованості наукових результатів, практичною цінністю, повнотою викладення матеріалу у друкованих працях здобувача та оформленням дисертаційна робота «Аперіодичні та хвильові збурення в іоносфері: результати вертикального зондування» повністю відповідає вимогам 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» (Постанова Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р.) щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Барабаш Володимир Володимирович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – Радіофізика.

Офіційний опонент

Завідуючий лабораторії
Інституту космічних досліджень
НАН України та ДКА України,
кандидат фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки

Г.В. Лізунов

Підпис Лізунова Георгія В'ячеславовича засвідчую:

Вчений секретар
Інституту космічних досліджень
НАН України та ДКА України
кандидат технічних наук



О.О. Ніжніченко