

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Кривоноса Олексія Петровича "Радіозондування області D нічної іоносфери з використанням випромінювання розрядів блискавок", яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика

Актуальність теми дисертації. Добре відомо, що нижня іоносфера є однією з важливих частин дуже складних, відкритих і нелінійних систем «Сонце – міжпланетне середовище – магнітосфера – іоносфера – атмосфера – Земля» (СМСМІАЗ) та «Земля – атмосфера – іоносфера – магнітосфера» (ЗАІМ). В рамках нелінійної парадигми, сформульованої наприкінці ХХ сторіччя професором кафедри космічної радіофізики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, д.ф.-м.н. Л. Ф. Черногором, доведено, що процеси, які відбуваються у системах СМСМІАЗ і ЗАІМ, відрізняються великою складністю та різноманітністю, а також є, зокрема, нелінійними, надширокосмуговими та фрактальними. Постійно відбуваючись у цих системах, вони фактично здійснюють визначальний вплив на долю людської цивілізації як такої. Саме тому ці процеси безперервно перебувають у центрі уваги багатьох спеціалістів, що працюють у самих різних галузях науки та техніки.

Отже, проблема оперативного моніторингу стану навколосемного середовища є однією з найважливіших проблем сучасних фізики космосу та радіофізики. Оперативний контроль стану іоносфери як невід'ємної складової систем СМСМІАЗ і ЗАІМ успішно здійснюється, зокрема, за допомоги низки радіофізичних методів дистанційного радіозондування (ДР) навколосемного простору. Найбільш відомими методами ДР на сьогодні є метод вертикального зондування, метод часткових відбиттів, метод некогерентного розсіяння і т. і. Незважаючи на наявність значних переваг існуючих методів ДР, вони потребують покращення та вдосконалення через постійне зростання вимог до їх оперативності й інформативності. Більш того, обмежені, на превеликий жаль, фінансові та енергетичні ресурси дослідницьких наукових центрів сучасної України вимагають створення та застосування нових методів ДР, які задовольняють також вимогам енергозощадження.

Один з можливих і корисних кроків на шляху розв'язання вказаної проблеми здійснює автор даної дисертаційної роботи. Він пропонує покращити існуючий метод радіозондування D-області нічної іоносфери з використанням безкоштовного джерела – випромінювання розрядів блискавок.

Автор дисертації має на меті:

- вдосконалити й автоматизувати методи оцінки параметрів нижньої іоносфери на основі аналізу твік-атмосфериків;
- дослідити ефективність методу визначення відстані до блискавки та профілю провідності іоносфери за сигналами багатомодових твік-атмосфериків;
- сконструювати та створити макет приймача для прийому трьох компонент

поля природних імпульсних сигналів;

- провести оцінювання параметрів траси поширення реальних твіків.

Тема дисертації пов'язана з пріоритетними напрямками розвитку науки та техніки, визначеними Верховною Радою України. Результати дисертації отримано в рамках виконання 2 науково-дослідних робіт, в яких автор приймав участь на посаді виконавця.

Отже, окремі задачі, розв'язані автором дисертації, у сукупності утворюють важливу задачу сучасної радіофізики, а тому **актуальність** досліджень, проведених в дисертації О. П. Кривоноса, не викликає жодних сумнівів.

Оцінка обґрунтованості наукових положень дисертації, їхньої достовірності та новизни.

Наукові результати, висновки та рекомендації, що отримано в роботі, не суперечать загальновідомим положенням сучасної радіофізики. Достовірність отриманих результатів зумовлена застосуванням комплексу сучасних методів дослідження та методик обробки результатів. Вона підтверджується математичною коректністю постановки та розв'язання задач, результатами математичного моделювання й експериментальних досліджень, узгодженістю отриманих результатів у граничних випадках із результатами інших авторів.

Наукова новизна роботи полягає в наступному. Запропоновано новий однопозиційний метод визначення відстані до блискавки та висотного профілю нижньої іоносфери на основі аналізу багатомодових записів твіків. Вперше створено велику базу даних цілодобових одночасних записів трьох компонент поля атмосфериків у діапазоні частот 300 Гц – 24 кГц і ДНЧ радіостанцій у діапазоні 12 – 23 кГц з використанням створеного вимірювального комплексу. Вперше за результатами аналізу твік-атмосфериків на основі розробленого алгоритму автоматичного виявлення й аналізу твік-атмосфериків встановлено зв'язок між ефективною висотою нижньої іоносфери та величиною сонячного зенітного кута в нічний час, що показує домінуючу роль випромінювання геокорони в формуванні нічної іоносфери. Вперше за результатами аналізу твік-атмосфериків виявлено ефект збільшення висоти нижньої іоносфери під час магнітної бурі помірної потужності.

Практична цінність дисертації О. П. Кривоноса полягає у тому, що отриманий розв'язок оберненої задачі радіофізики для пасивної локації точкових імпульсних джерел у хвилеводі, принципи розробки приймача, датчиків магнітного й електричного полів, алгоритми та програми для автоматичного виявлення й аналізу твік-атмосфериків можуть бути успішно використані для створення однопозиційних і багатопозиційних систем локації блискавок, а також автоматизованих систем моніторингу стану нижньої іоносфери в реальному часі.

Повнота висвітлення результатів в опублікованих працях. Всі результати дисертації О. П. Кривоноса опубліковано в провідних фахових національних і закордонних виданнях. Вони неодноразово доповідались на наукових конференціях високого рівня, де пройшли цілком достатню апробацію. Основні результати дисертації О. П. Кривоноса повною мірою викладено в 14 наукових публікаціях: в 7 наукових статтях, з яких 5 – у виданнях, що належать до

Переліку МОН України за спеціальністю 01.04.03 – радіофізика, та 7 тезах доповідей конференцій. Статті опубліковано в наступних закордонних журналах: «International Journal of Electronics and Applied Research (IJEAR)» та «Telecommunications and Radio Engineering», а також у провідних українських журналах з Переліку, затвердженого МОН України, зокрема «Радіофізика і електроніка» та «Радіофізика і радіоастрономія». На наукові праці О. П. Кривоноса є посилання у наукових роботах інших авторів, прізвище автора є відомим у наукометричних базах даних, зокрема, у «Scopus».

Можливі шляхи використання результатів досліджень. Отримані в дисертаційній роботі О. П. Кривоноса наукові результати можуть бути використані в установах та організаціях, які займаються радіофізичними дослідженнями, а також моніторингом стану навколосередовища, зокрема, в ІРЕ НАНУ, РІ НАНУ, інституті космічних досліджень, а також у вищих навчальних закладах, зокрема, ХНУ імені В. Н. Каразіна, ХНУРЕ, НПУ «ХП», НАКУ «ХАІ», НПУУ «КП», КНУ імені Т. Г. Шевченка, ДНУ.

Оформлення дисертаційної роботи. Дисертаційну роботу написано загальнозрозумілою науковою мовою, оформлено відповідно до існуючих вимог Міністерства освіти і науки України, зміст і стиль викладання матеріалу свідчить про високий рівень наукової кваліфікації автора. Автореферат повністю відповідає дисертації, а її основні положення є повністю ідентичними змістові автореферату.

Зауваження та помічені недоліки.

1. Оформлення роботи.

- Обсяг оглядового розділу дещо перевищує дозволена межу (оглядовий розділ – 21 стор., основний текст дисертації – 104-5=99 стор., 5 стор. – рисунки, що займають увесь аркуш (стор. 45, 56, 60, 102, 105)): 21,2%.
- На певній частині рисунків (наприклад, рис. 1.1, 1,2 і т. і) підписи та додаткова інформація подається англійською мовою, а не українською.
- На сторінках інколи зустрічаються досить великі порожні місця, особливо – перед рисунками (наприклад, стор. 22, 55, 88, 96, 100, 104).
- Інколи використовуються одиниці вимірювання фізичних величин, що не є притаманними системі СІ (наприклад, рис. 1.1, 1,2).
- У «Переліку умовних позначень» (стор. 13) відсутнє будь-яке впорядкування елементів, що робить його дуже незручним для користування. Більш того, багато скорочень, що використовуються в роботі чомусь не потрапили до цього «Переліку».
- Назви конференцій, на яких доповідалися результати дисертації, інколи надано тільки аббревіатурою (стор. 19).
- Розмір літер у формулах не завжди відповідає розмірові шрифту у тексті дисертації (див., наприклад, формули (1.2), (1.6), (1.8)).
- У формулах (1.7) і (1.8) через схожість у написанні виникла плутанина між частотою зіткнень ν та швидкістю електронів v .
- У підпункті 1.2.7.1, де описується диференціальний метод Доплера, наведені співвідношення дуже важко сприймаються без рисунка, якого там, на жаль, немає. Така ж сама ситуація – й у пункті 4.1.4.

- Існує певна плутанина із позначеннями фізичних величин. З одного боку, одна й та сама фізична величина може мати декілька різних позначень (наприклад, висота, час, групова швидкість, швидкість фотоіонізації). З іншого боку, одне й те саме позначення може використовуватись для декількох цілком різних величин (наприклад, q – це швидкість фотоіонізації та співвідношення сигнал/шум; ρ – це кут падіння хвиль і відстань між блискавкою та спостерігачем; k – це стала Больцмана та хвильове число; T – це температура та крок дискретизації за часом). Ця плутанина дещо ускладнює читання роботи.
 - У тексті інколи зустрічаються маловідомі найменування фізичних величин, які, нажаль, не мають жодних пояснень і коментарів. Так, наприклад, у примітках до формули (1.7) з'являється величина «кут хвильової нормалі» θ , але що це таке, автор не пояснює. Натомість через чотири сторінки (на стор. 35) дізнаємось, що величина з таким позначенням має назву «хвильовий нормальний кут» і є «кутом між вектором поширення та вектором зовнішнього магнітного поля». Тут, до речі, також виникає питання, що саме має на увазі автор під «вектором поширення»: хвильовий вектор чи вектор Пойтинга?
2. Мова та стиль викладання матеріалу.
 - Подекуди зустрічаються речення, в яких пропущено якусь важливу частину. Це не дозволяє повністю зрозуміти, що саме мав автор на увазі (див. наприклад, стор. 22, останнє речення останнього абзацу).
 - Інколи автор вживає жаргон, який, мабуть, може існувати підчас кулуарного спілкування фахівців, але є неприйнятним для наукового тексту (див., наприклад, стор. 24, абз. 3, перше речення, словосполучення «нічна частота», «сонячний цикл 19», «радіохвилі при СЧ близько 2 МГц»).
 3. У «Вступі» підчас обґрунтування актуальності проведених автором досліджень чомусь, нажаль, немає жодного посилання на роботи фахівців, що працювали в даному напрямку до автора.
 4. Нажаль, підчас аналітичного огляду літератури автором майже не відзначено внесок вітчизняних фахівців і наукових колективів (в тому числі й харків'ян) у розвиток теорії та практики методів дослідження навколоземного простору, який було внесено ними принаймні за останні півстоліття.
 5. У формулі (1.1) концентрація електронів залежить від величини, яка, у свою чергу, сама залежить від цієї самої концентрації електронів. Нажаль, автор не дає жодних пояснень цьому фактові.
 6. Автор говорить про «нові наземні методи дослідження», але при цьому посилається на джерело 1980 р. (стор. 24, абз. 3). На мою думку, дещо сумнівним виглядає «новий метод», що створено майже 40 років тому.
 7. Дещо дивною виглядає плутанина, яку створив автор, говорячи про радари та методи визначення концентрації електронів. На мою думку, окремо існують методи дослідження навколоземного простору як певний структурований набір фізичних ідей, що викладено мовою математики, а

окремо – радары як технічні засоби, що створено для практичної імплементації згаданих методів. Так, наприклад, в пункті «1.2.1. Низькочастотний радар» (стор. 25) насправді йдеться не про сам радар, а про добре відомий метод вертикального зондування. Так саме і з іншими пунктами цього підрозділу. Отже, порівнювати радары та методи некоректно.

8. Певну незручність викликає використання автором «інженерних» формул (наприклад, (1.3), (1.4)), де замість фізичних величин наведено числові коефіцієнти без тлумачення їх розмірностей.
9. Автор багато разів посилається на формулу Епплтона-Хартрі, але в роботі її не наведено. Бажано було б це зробити (наприклад, пославшись на класичну книгу Брюнеллі та Намгаладзе).
10. Із тексту дисертації залишається незрозумілим, чи є співвідношення (2.10) (стор. 50) власним доробком автора, чи ні.
11. Наприкінці підрозділу 3.2 автор наголошує, що «отримано несподіваний результат». Але жодного обговорення фізичного сенсу цього результату в тексті, нажаль, немає.

Але наведені вище недоліки суттєво не впливають на загальне позитивне враження від цікавої та, безсумнівно, корисної дисертаційної роботи О. П. Кривоноса.

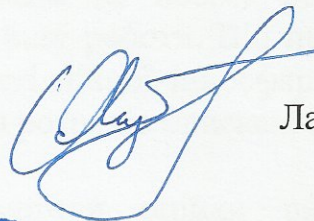
Загальний висновок.

Дисертація відповідає спеціальності 01.04.03 – радіофізика.

Дисертація є одноосібним завершеним науковим дослідженням, в якому розв'язано актуальну наукову задачу сучасної радіофізики, що полягає в розвитку методів аналізу широкосмугових випромінювань від розрядів блискавок, які дозволяють за рахунок істотного розширення діапазону зондуючих сигналів збільшити обсяг одержуваної інформації.

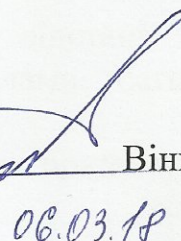
Дисертаційна робота в цілому за отриманими результатами, за змістом та оформленням задовольняє вимогам, які висуває Міністерство освіти і науки України до кандидатських дисертацій, а її автор **Кривонос Олексій Петрович** заслужує на присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.04.03 – радіофізика.

Офіційний опонент,
завідуючий кафедрою загальної фізики
Харківського національного
університету імені В. Н. Каразіна,
доктор фізико-математичних наук, доцент



Лазоренко О. В.

Підпис Лазоренка Олега Валерійовича
завіряю
Вчений секретар
ХНУ імені В. Н. Каразіна,
кандидат політичних наук, доцент



06.03.18

Вінникова Н. А.