

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри робототехнічних і телекомунікаційних систем та кібербезпеки Черкаського державного технологічного університету ПАЛАГІНА Володимира Васильовича на на дисертаційну роботу ЄЗЕРСЬКОГО Нікіти Валерійовича «Модуль ЦОС для вивчення сейсмічно-магнітосферної кореляції» на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 – Телекомунікації та радіотехніка

1. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Завдання передбачення землетрусів залишаються одними з найскладніших в сейсмології, для яких наразі немає точних та надійних методів передбачення часу, місця та магнітуди землетрусів. Існуючі наукові обґрунтування та технічні обмеження роблять ці завдання вкрай важким. Серед ускладнюючих факторів є складність геодинаміки, коли землетруси виникають внаслідок руху тектонічних плит, але точні причини та механізми, що викликають їх, є надто складними для повного розуміння. Непередбачуваність рухів тектонічних плит, природні варіації цих рухів, відсутність достатніх попереджувальних ознак, різноманітність географічних умов ускладнюють передбачення.

Способи передбачення землетрусів базуються на різних ідеях та методах, серед яких моніторинг сейсмічної активності через дані від сейсмічних станцій, геодинамічні виміри рухів тектонічних плит та інших геодинамічних параметрів, вимірювання електромагнітних аномалій, вивчення гідрохімічних параметрів ґрунтів та води та ін. Проте важливо відзначити, що не дивлячись на великий спектр різноманітних підходів та методів, на сьогоднішній день точних прогнозів землетрусів не досягнуто. Окрім того важливо відзначити, що багато з цих методів мають свої обмеження, і найчастіше їх використовують як частину більш широкого системного підходу. Сучасні наукові дослідження в галузі сейсмології і геофізики спрямовані на покращення розуміння процесів, які передують землетрусам, але точного передбачення залишається надзвичайно важким завданням.

Тому огляд у роботі явища сейсмічно-магнітосферної кореляції та супутніх явищ магнітосфери Землі засновується на обмеженій кількості фактів. Такі явища, як: сонячний вітер, міжпланетна активність, власна емісія елементарних частинок магнітосферою потребують додаткових ґрунтовних досліджень, що ускладнює досягнення наукової мети. Минулі наукові місії показали суперечливі дані при подібності характеристик використаного обладнання. Через наявність великої кількості невідповідностей у питаннях передбачення сейсмічної погоди та нагальної потреби у її існуванні, що допоможе зберегти велику кількість життів та матеріальних благ, вважаю напрям дослідження дисертаційної роботи важливим та актуальним.

2. ОБҐРУНТОВАНІСТЬ ТА ДОСТОВІРНІСТЬ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Результати дисертаційної роботи ґрунтуються на коректних постановках задач ідентифікації сортів та енергій заряджених частинок для вивчення явища сейсмічно-магнітосферної кореляції. Достовірність результатів підтверджується результатами обчислювальних експериментів по дослідженню методу на основі питомих втрат енергії та повної енергії для ідентифікації сортів та частинок. Результати експерименту супроводжуються визначенням числових формальних критеріїв оцінки.

3. НАУКОВА НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В дисертаційній роботі поставлене наукове завдання з підвищення достовірності результатів відпрацювання алгоритмів сортування високоенергетичних протонів та електронів при використанні малогабаритного реєстратора-аналізатора заряджених частинок для накопичення статистики та фіксації передвісника землетрусу.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- 1) дістала подальшого розвитку модель для ідентифікації сортів та енергій заряджених частинок для вивчення явища сейсмічно-магнітосферної кореляції;
- 2) вперше було запропоновано метод заміщення корисного навантаження та іонізаційної камери імітатором сигналів зі сцинтиляційних детекторів з довільним співвідношенням С/Ш для налаштування модулю ЦОС;
- 3) вперше запропоновано методику оптимізації аналогового спектрометричного каналу для зменшення впливу рівня шумів на достовірність реєстрації сортів та енергій частинок у потоках плазми.

4. ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Достовірність результатів дисертаційного дослідження підтверджується їх практичним впровадженням.

Твердження та висновки, що обговорено в дисертаційній роботі є результатом відображення як практичних, так і теоретичних досліджень. Це підтверджується макетуванням, моделюванням і порівнянням з розрахунковими результатами в достатній кількості для представлення роботи на захист. В роботі результати відображені шляхом знімків, графіків, формул, таблиць, програм. Експериментальна частина підтверджена знімком виготовлених макетів, описом етапів процесу виготовлення та знімками з екрану вимірювального обладнання.

Практичне значення отриманих результатів полягає в:

- 1) прикладній реалізації моделі для ідентифікації сортів та енергій заряджених частинок, створенням модулю ЦОС для вивчення явища сейсмічно-магнітосферної кореляції;

- 2) спрощенні процедури калібрування модуля ЦОС шляхом заміщення високовартісних процедур налаштування корисного навантаження одним модулем імітатора сигналів зі сцинтиляційних детекторів;
- 3) створені рекомендації щодо подальшої модернізації реєстратора-аналізатора заряджених частинок.

Основні результати дисертаційного дослідження використанні в навчальному процесі для студентів, які навчаються за спеціальністю 172 — «Телекомунікації та радіотехніка».

5. КОРОТКИЙ АНАЛІЗ ОСНОВНОГО ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

Дисертація складається з вступу, 5-ох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 159 сторінок.

У вступі розглянуто та обґрунтовано актуальність обраного напрямку досліджень, приведено зв'язок з аналогічними дослідженнями, перераховані задачі досліджень та визначено їхню мету, а також предмет та об'єкт досліджень. Проведено аналіз методів досліджень, вказано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено особистий внесок здобувача в наукових працях, опублікованих за темою дисертаційного дослідження та результати апробації досліджень.

У першому розділі розглянуто потенційні місця настання сейсмічної активності Землі, методи її передбачення та усталені шкали оцінки. Зазначено, що радіаційні методи досліджень мають перевагу у видобутку злічених даних в порівнянні з іншими методами. Розглянуто механізми захоплення частинок для формування навколоземних потоків плазми, що складають основу вивчення явища сейсмічно-магнітосферної кореляції. Окреслено проблеми настання часу перед сейсмічного всплеску.

У другому розділі розглянуто метод ідентифікації заряджених частинок на основі питомих втрат енергії та повної енергії. Також висвітлено принципи побудови, функціонування та перевірки на стійкість алгоритму з ідентифікації заряджених частинок при різних співвідношеннях С/Ш та формат розміщення обладнання для його виведення на орбіту.

У третьому розділі здобувачем описано систему дискретизації даних, видобутих детекторною системою, що є кінцевою частиною реалізації методу на основі питомих втрат енергії та повної енергії. Надано рекомендації щодо обрання характеристик каналу зв'язку для мінімізації помилок. Зображено виготовлений макет модулю ЦОС з принципами трасування плати.

У четвертому розділі описано методику заміщення більшості складу спектрометричного каналу імітатором сигналів зі сцинтиляційних детекторів. Таким чином автору вдалося імітувати роботу трьох спектрометричних каналів для калібрування модулю ЦОС серією наземних випробувань.

У п'ятому розділі здобувачем запропоновано методику зменшення впливу рівня шумів на достовірність реєстрації сортів та енергій частинок у потоках плазми на низькій навколоземній орбіті. Результатами стало покращення

співвідношення С/Ш та розрахунок коефіцієнту шуму за другорядними показниками.

У додатках містяться приклади програм практичної реалізації різноманітних алгоритмів обробки даних.

6. СТУПІНЬ ОБГРУНТОВАНOSTІ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ, ВИСНОВКІВ І РЕКОМЕНДАЦІЙ, ЇХ ДОСТОВІРНІСТЬ

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи ЄЗЕРСЬКОГО Н.В. достатньо обґрунтовано коректним використанням математичного апарату, логічно впливають з результатів, отриманих за допомогою чітких викладок, підкріплені успішною реалізацією, ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень.

Обґрунтованість наукових положень та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, є достатньою і базується на детальному аналізі джерел за даною проблемою, чіткій постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, а також проявляється у якісному та аргументованому формулюванні висновків.

Достовірність та обґрунтованість запропонованих методів і засобів підтверджується макетуванням, моделюванням і порівнянням з розрахунковими результатами. Експериментальна частина підтверджена знімком виготовлених макетів, описом етапів процесу виготовлення та знімками з екрану вимірювального обладнання.

7. ОФОРМЛЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ПОВНОТА ВИКЛАДУ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи становить 157 сторінок, з яких 101 сторінка основного тексту, 68 рисунків, 7 таблиць, 6 додатків. Список використаних джерел містить 50 найменувань. Дисертацію оформлено відповідно до вимог, визначених Міністерством освіти і науки України.

Дисертаційна робота має логічну структуру. Основні висновки і рекомендації логічно витікають із результатів, які наведено у розділах роботи. Отримані результати свідчать про високу індивідуальність роботи. По всьому тексту дисертації простежується авторський стиль. У дисертації не виявлено текстових запозичень і використання наукових результатів інших науковців без посилань на відповідні джерела.

Основні наукові положення і рекомендації, які сформульовані в дисертаційній роботі, у повній мірі відображені в публікаціях здобувача і пройшли апробацію на Міжнародних науково-технічних конференціях.

Основні результати дослідження опубліковано у 7 наукових роботах, в тому числі: у 3-х статтях, які опубліковано у виданнях, включених до Переліку

фахових видань України категорії Б, а також у 4-х тезах Міжнародних наукових конференцій.

Основі положення дисертації повністю викладено в опублікованих працях. Вимоги щодо кількості та якості публікацій виконано.

8. ВІДСУТНІСТЬ (НАЯВНІСТЬ) ПОРУШЕННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Запозичення, виявлені в роботі Єзерського Н.В., є загальноновживаними та не є плагіатом. Відсутність порушення академічної доброчесності підтверджується проведенням перевірки за допомогою спеціальних сервісів. Дисертаційна робота Єзерського Н.В. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Таким чином, у результаті вивчення дисертаційної роботи порушень академічної доброчесності не було виявлено.

9. МОВА ТА СТИЛЬ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Дисертацію написано логічно, доступно, на високому науково-технічному рівні з використанням сучасної термінології.

Тема, зміст та отримані наукові результати роботи відповідають чинним нормам, які підтверджують, що дисертант Єзерський Н.В. оволодів методологією наукової діяльності, яка відповідає освітньо-науковій програмі (ОНП) «Телекомунікації та радіотехніка», що доведено отриманими науковими результатами, які викладено у науковій новизні. Методологія наукового пізнання, яку застосовано при розв'язанні основних задач у відповідності до мети роботи, узгоджується з ціллю освітньо-наукової програми ОНП третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка. Отримані наукові результати дисертаційної роботи відповідають програмним, предметним, фаховим і інноваційним компетентностям ОНП спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка.

Основні результати повною мірою відзеркалено в опублікованих працях автора. Висновки до розділів та загальні висновки дисертації є достатньо обґрунтованими, а пропозиції мають практичну значущість. Дисертацію викладено науковою мовою, розділи дисертації пов'язано між собою структурно і змістовно, висновки ґрунтуються на результатах проведеного дослідження, що, своєю чергою, є достатньо аргументованими та доказовими.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації»"

10. ЗАУВАЖЕННЯ ДО ДИСЕРТАЦІЇ

Загалом дисертаційну роботу виконано на достатньому науково-теоретичному та практичному рівнях, робота має важливе практичне значення, що не виключає можливості критичного підходу до окремих позицій здобувача, та дозволяє висловити певні міркування та зауваження.

В якості *зауважень* до дисертаційної роботи слід вказати наступне:

1. В розділах 2 та 5 не достатньо обґрунтоване функціональне призначення каскадів модуля аналогової обробки сигналів.
2. У розділі 2 не наводяться відомості про речовини, для яких відображено спектральний відгук ізотопів в монокристалі.
3. У розділі 3 представлені вимоги до супутникового каналу зв'язку, але відсутні відомості щодо орієнтування наносупутника на орбіті.
4. В тексті дисертації зустрічається нова не загальноприйнята термінологія, для якої не наведено пояснень, наприклад, «лінійні ворота» (рис.2.5, стор.47,) та ін.
5. За даними табл.2.2 (стор.56-57) розроблено алгоритм класифікації напрямку руху та типу заряджених часток (рис.2.11, стор.57), але не наводиться його обґрунтування та опис.
6. На рис.2.12 (стор.59) представлений зарядочутливий підсилювач на базі польового транзистора для зменшення рівнів вхідних шумів, але не надається обґрунтування щодо вибору параметрів і характеристик таких пристроїв для їх реалізації.
7. В коментарі щодо реалізації алгоритму для одного спектрометричного каналу відмічається про відсікання негаусових завад при надходженні сигналу з модулю АОС у модуль ЦОС (стор.60). Разом з тим відомо, що врахування характеристик негаусового розподілу досліджуваних випадкових процесів може суттєво покращити якісні показники обробки сигналів.
8. В п.2.7 відмічається про застосування моделі «випадкового білого Гаусового шуму (AWGN)», але не наводиться обґрунтування такого твердження. Так само, при формуванні блочної моделі цифрового каналу зв'язку знаходження бітових помилок використовується модель AWGN (п.3.5, рис.3.14) без належного обґрунтування застосування такої моделі.
9. В тексті дисертаційної роботи зустрічаються деякі неточності термінологічного характеру, зокрема в Додатку Б, Г наводяться їх назви як «Програма ...», а в Додатку В «Текст програми ...», хоча представлена подібна інформація. Назва Додатку Д «Підпрограма головного алгоритму...», а наводиться структурна схема алгоритму, що є двома різними концептами.
10. В Додатку Е представленої на сайті дисертаційній роботі відсутній заявлений скан про впровадження результатів дисертаційного дослідження в навчальний процес.

11. В тексті дисертаційної роботи зустрічаються граматичні та стилістичні помилки.

Проте, вказані зауваження не впливають на загальне позитивне враження від представленої дисертаційної роботи та не знижують її якість, наукової та практичної цінності.

11. ВИСНОВКИ ЩОДО ДИСЕРТАЦІЇ В ЦІЛОМУ

Представлена дисертаційна робота «Модуль ЦОС для вивчення сейсмічно-магнітосферної кореляції» є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати. Наукові публікації, в яких викладено основні результати роботи, мають високий науковий рівень. Дисертація за своїм змістом та оформленням задовольняє чинним вимогам і є завершеним самостійним науковим дослідженням, в якому є нові науково-обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують складну актуальну науково-технічну задачу.

Одержані наукові та практичні результати є значущими для галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації. Тема і зміст дисертації відповідають спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка.

Отже, з огляду на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх новизну та практичну цінність, повноту викладення в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація цілком відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44, із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 341 від 21.03.2022 року, а її автор ЄЗЕРСЬКИЙ Нікіта Валерійович заслуговує на присудження наукового ступеню доктора філософії у галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 – Телекомунікації та радіотехніка.

Офіційний опонент:
завідувач кафедри робототехнічних і
телекомунікаційних систем та кібербезпеки
Черкаського державного
технологічного університету,
доктор технічних наук, професор

Володимир ПАЛАГІН

Підпис В.Палагіна «Завіряю»
Учений секретар Черкаського державного
технологічного університету,
кандидат технічних наук, доцент



Ірина МИРОНЕЦЬ