

РІШЕННЯ
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Разова спеціалізована вчена рада Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії галузі знань 10 – Природничі науки на підставі прилюдного захисту дисертації «Надширокосмугові електромагнітні поля в задачах розпізнавання підповерхневих об'єктів штучними нейронними мережами» за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали "1" березня 2024 року.

Плахтій Вадим Анатолійович 1995 року народження, громадянин України освіта вища: закінчив у 2018 році Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

Працює на посаді старшого викладача закладу вищої освіти в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна з 2018 р. до цього часу.

Дисертацію виконано у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна, м. Харків. Науковий керівник Думін Олександр Миколайович, доктор фізико-математичних наук, доцент кафедри прикладної електродинаміки, науковий співробітник кафедри фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Здобувач має 11 наукових статей за темою дисертації, з них 7 статей у наукових фахових виданнях України, 4 статті в зарубіжних виданнях:

1. О.М. Думін, **В.А. Плахтій**, П.Г. Фомін, М.В. Нестеренко, “Надширокосмуговий комбінований вібраторно-щілинний випромінювач типу клевіна” *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Радіофізика та електроніка*, вип. 32, с. 18–24, 2020, doi: [10.26565/2311-0872-2020-32-02](https://doi.org/10.26565/2311-0872-2020-32-02)
2. Д.І. Гавриленко, О.М. Думін, **В.А. Плахтій**, “Аналіз імпульсного електромагнітного поля у часовому просторі на границі розділу двох середовищ” *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка»*, вип. 35, с. 39–52, 2021, doi: <https://doi.org/10.26565/2311-0872-2021-35-04>
3. О.М. Думін, **В.А. Плахтій**, І.Д. Персанов, Ш. Као, “Система позиціонування на імпульсних надширокосмугових полях,” *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Радіофізика та електроніка*, вип. 31, с. 36-46, 2019, doi: [10.26565/2311-0872-2019-31-04](https://doi.org/10.26565/2311-0872-2019-31-04)
4. І. Д. Персанов, О. М. Думін, **В. А. Плахтій**, О. А. Прищенко, П. Г. Фомін, “Порівняння методів кореляції та штучних нейронних мереж для визначення положення об'єктів за допомогою надширокосмугових полів,” *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Радіофізика та електроніка*, вип. 34, с. 39–47, 2021, doi: [10.26565/2311-0872-2021-34-05](https://doi.org/10.26565/2311-0872-2021-34-05)
5. О. М. Думін, **В. А. Плахтій**, О. А. Прищенко, Д. В. Широкоград, “Розпізнавання об'єктів під поверхнею землі при надширокосмуговій радіоінтроскопії за допомогою штучних нейронних мереж,” *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Радіофізика та електроніка*, по. 28, с. 24-29, 2018.
6. І.Д. Персанов, О.М. Думін, **В.А. Плахтій**, Д.В. Широкоград, “Розпізнавання об'єктів під поверхнею ґрунта за допомогою імпульсного опромінювання антеною типу «метелик» та штучної нейронної мережі” *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Радіофізика та електроніка*, вип. 29, с. 27–34, 2018, doi: [10.26565/2311-0872-2018-29-04](https://doi.org/10.26565/2311-0872-2018-29-04)
7. О. М. Думін, О. А. Прищенко, **В. А. Плахтій**, Г. П. Почанін, “Виявлення та класифікація наземних мін за допомогою надширокосмугового радару та штучних нейронних мереж,” *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Радіофізика та електроніка*, вип. 33, с. 7–19, 2020, doi: [10.26565/2311-0872-2020-33-01](https://doi.org/10.26565/2311-0872-2020-33-01)
8. I. I. Ivanchenko, M. Khruslov, N. Popenko, **V. Plakhtii**, D. Rönnow, and Y. Shestopalov, “A novel resonance method

- for determining the complex permittivity of local inclusions in a rectangular waveguide,” Measurement Science and Technology, vol. 31, no. 9, p. 097001, Jun. 2020, doi: [10.1088/1361-6501/ab870f](https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab870f).
9. I. Ivanchenko, M. Khruslov, N. Popenko, **V. Plakhtii**, V. Tkach, “Modified cavity perturbation method for high-precision measurements of complex permittivity throughout the X-band,” Microwave and Optical Technology Letters, vol. 62, no. 10, pp. 3180–3185, May 2020, doi: [10.1002/mop.32456](https://doi.org/10.1002/mop.32456).
 10. O. Dumin, **V. Plakhtii**, O. Prishchenko, D. Shyrokorad, and V. A. Katrich, “Ultrashort impulse radar for detection and classification of objects in layered medium by artificial neural network,” Telecommunications and Radio Engineering, vol. 78, no. 19, pp. 1759–1770, 2019, doi: [10.1615/telecomradeng.v78.i19.80](https://doi.org/10.1615/telecomradeng.v78.i19.80).
 11. Oleksandr Pryshchenko, **Vadym Plakhtii**, Oleksandr Dumin, Gennadiy Pochanin, Vadym Ruban, Lorenzo Capineri, Fronefield Crawford, “Implementation of an Artificial Intelligence Approach to GPR Systems for Landmine Detection,” Remote Sensing, vol. 14, no. 17, p. 4421, Sep. 2022, doi: [10.3390/rs14174421](https://doi.org/10.3390/rs14174421).

У дискусії взяли участь голова і члени разової спеціалізованої вченої ради

1. Шульга С.М., доктор фізико-математичних наук, професор, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, декан факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп’ютерних систем.

2. Бердник С.Л., доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, в.о. завідувача, професор кафедри фізичної і біомедичної електроніки та комплексних інформаційних технологій факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп’ютерних систем Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

1. В підрозділах, де згадується про те, що розрахунки були виконані за допомогою методу FDTD не вказується, яким саме програмним пакетом користувався автор.
2. В підрозділах 3.2.1 та 3.2.2 де мова йде про точне визначення комплексної діелектричної постійної не описано, як саме забезпечується точність числових розрахунків.
3. В підрозділі 2.1.3, де продемонстровано порівняння аналітичних результатів, покращених аналітичних результатів та прямого числового розрахунку, на етапі прямого числового розрахунку, де числовими методами розраховується інтеграл, не вказується, як саме забезпечується точність розрахунку і яким методом цей інтеграл був розрахований.
4. Хоч в аналітичному огляді згадується інші числові методи, які використовуються в задачах підповерхневого зондування, в роботі проводиться порівняння підходу зі штучними нейронними мережами лише з методом кореляції.

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку результатів дисертаційної роботи та обґрунтованість наведених здобувачем висновків.

3. Легенький М.М., доцент кафедри теоретичної радіофізики факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп’ютерних систем Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, кандидат фізико-математичних наук, доцент

1. Використання для дослідження дипольної антени в розділі 2 залежності вигляду (2.13) є нефізичним і може призвести до приховання реальних фізичних ефектів, що мають місце при випромінюванні електромагнітних сигналів. Зокрема, використання такої залежності для струму позначає, що протягом нескінченного часу (від мінус нескінченності до околу нуля) в антені протікав струм. Використання такої моделі спричиняє нефізичне накопичення

заряду в антені і створені цим зарядом статичні поля накладаються на поля випромінювання.

2. Цікавою є спроба визначення границі дальньої зони на основі критерія Хармута та визначення відношення хвильової енергії до повної. Однак, такі дослідження доречно було б провести для різних часових форм збуджуючого сигналу із різним спектром. При цьому можливо вдалося б отримати якісь інженерні формули, що пов'язують параметри випромінюючого сигналу із границями різних зон випромінювання.
3. Проголошено можливість суттєвого покращення формування хвилі у ближній зоні випромінювача електричного типу при розташуванні в ній випромінювача магнітного типу. Але зазначений ефект продемонстровано лише на одному прикладі надширокосмугового вібраторно-щілинного випромінювача і не досліджено докладно для різних умов та типів випромінювачів.
4. В роботі проголошується можливість застосування отриманих результатів у рейкотронних системах, але відсутні подробиці з цього приводу. Це, на мій погляд, потребує докладнішого розкриття.
5. В параграфі 3.1 для розв'язання задачі про дифракцію нестационарного поля апертурної антени на границі двох ідеальних середовищ використано метод модового базиса, але не наведено обґрунтування методу, не надано роз'яснень, щодо того, як саме його застосовано, і навіть не вказано його назву (вона згадується лише в аналітичному огляді). При цьому в роботі відсутні посилання на результати щодо дифракції імпульсних сигналів на різних перешкодах (здебільшого в хвилеводах) отримані за допомогою того ж методу для дуже схожих умов Бутримом О.Ю. та його учнями.
6. Проголошено, що вперше спостерігається явище електромагнітного снаряду в підстильному середовищі, опромінену імпульсною хвилею, але не досліджено детально зазначений ефект.
7. При описі застосування нейронних мереж часто відсутня докладна інформація про те, як саме сигнал надходив на вхід нейронної мережі, не вказано з яким часовим кроком та який саме часовий інтервал сигналу було дискретизовано. Зазначені відомості, у відповідності до теореми Віттекера — Найквіста — Котельникова — Шеннона, є необхідними для визначення смуги спектру, в якій зазначений сигнал може бути таким чином коректно представлено.
8. Застосування в якості вхідних даних для нейронної мережі дискретів часової залежності сигналу безумовно виглядає найлогічнішим підходом до аналізу фізичної інформації, яку закладено до цього сигналу. Але доречно, на мій погляд, спробувати замість дискретів сигналу використовувати його розкладання по якійсь системі функцій (по базису) і надавати на вхід до нейронної мережі амплітуди такого розкладання. Вказаний підхід може привести до зменшення обсягу необхідної для коректного представлення сигналу інформації і, як наслідок до спрощення структури нейронної мережі та підвищення її ефективності.
9. У висновках до розділу 2 вказано "Перевірка впливу апроксимаційних моделей опису криволінійного струму засвідчила, що модель одиночного електричного диполя Герца може бути застосована як розв'язок цієї задачі, якщо відстань спостереження перевищує 4 м." Проте у висновках відсутній опис параметрів досліджуваної моделі, для яких було отримано зазначені результати.
10. В роботі зустрічаються граматичні, лексичні та мовленнєві помилки. Зокрема, не узгоджено

друге речення на сторінці 6, друге речення в другому абзаці на сторінці 26, третє речення на сторінці 65, перше речення в другому абзаці на сторінці 158, відсутні дужки в формулі (2.1) на 45 сторінці та у формулі (2.8) на 47 сторінці, допущено друкарську помилку в слові «тренування» на сторінці 13 та у слові «складові» на сторінці 55, назву університету слід писати як «Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна», метод FDTD, на мій погляд, коректніше називати українською мовою методом скінченних різниць у часовій області, не зовсім вірно лексично сформульовано перше та останнє речення на сторінці 69, на сторінці 86 формули надруковано на тексті.

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку результатів дисертаційної роботи та обґрунтованість наведених здобувачем висновків.

4. Чурюмов Г.І., доктор фізико-математичних наук, професор кафедри НВЧ техніки Харбінського технологічного університету (м. Харбін, КНР)

1. До недоліків роботи слід віднести нерівномірний розподіл досліджень за обсягом. Так, наприклад, огляд літературних джерел займає 10 сторінок (Розділ 1), розділ 2 – 20 сторінок, розділ 3 – 40 сторінок і розділ 4 – 75 сторінок. У першому розділі автор обмежився, в основному, посиланнями на міжнародні конференції, в той же час значна частина досліджень, отриманих і відомих з періодичної літератури як вітчизняної, так і зарубіжної, не знайшла відображення в огляді.
2. У третьому розділі автор отримав аналітичні вирази для падаючої (вираз 3.8), відбитої і заломленої (вирази 3.31) хвиль. Однак відсутня перевірка даних виразів на випадок виконання закону збереження енергії в системі без втрат або з їх урахуванням.
3. Незрозуміло, що мав на увазі автор, говорячи на сторінці 64 про короткі імпульсні сигнали без вказівки їх тривалості.
4. Невдале, на мій погляд, форматування матеріалу дисертації, коли малюнки не поміщаються на сторінці і переносяться. Це стосується рис. 2.32, 3.23, 4.15, 4.39 на сторінках 65, 99, 123, 149, відповідно.

Зазначені зауваження можуть бути враховані в подальших дослідженнях здобувача і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

5. Фесенко В.І., доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник відділу електронних НВЧ приладів Радіоастрономічного інституту НАН України.

1. Не згадуються умови, при яких був проведений експеримент з підповерхневим зондуванням. Зокрема, в роботі не зазначена вологість ґрунту, яка для робочого діапазону частот використаного георадару є критичним параметром.
2. Стосовно метрики оцінки роботи нейронних мереж: чому не використовувались матриці невідповідності?
3. В підрозділі 2.3 бажано більш детально описати процес оптимізації надширококуткового випромінювача.
4. На рисунку 4.24 слід вказати орієнтацію векторів електричного та магнітного полів

падаючої на середовище пласкої хвилі.

5. На сторінці 139 продемонстровано оптимізацію надширокосмугового випромінювача типу «метелик», а саме, для конкретних геометричних параметрів випромінювача було визначено значення вхідного опору, який забезпечує найкраще узгодження в цільовому діапазоні частот. Проте більш доцільно визначати геометричні параметри випромінювача для фіксованого вхідного опору збуджуючого фідеру.
6. В розділах, де були використані штучні нейронні мережі, було б бажано більш детально описати, чому саме така структура мережі виявилась найбільш ефективною, та яка оптимізація використовувалась для отримання кращого результату.
7. На рисунку 4.36 продемонстровано результати виявлення та розпізнавання прихованого об'єкту за допомогою моделі опромінювача типу «метелик» саме на тестових даних, які не були використані в тренуванні. Зміщення об'єкту від тренувальних даних в цих випадках становило 20 та 40 мм, проте, приймаючи до уваги, що дискрет по просторовій координаті становить 50 мм, це не дає в повній мірі оцінити якість отриманої моделі нейронної мережі.
8. В роботі присутні деякі орфографічні помилки та описки.

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку результатів дисертаційної роботи та обґрунтованість наведених здобувачем висновків.

Результати відкритого голосування:

"За" 5 членів ради,

"Проти" 0 членів ради,

"Утримались" 0 членів ради

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Плахтію Вадиму Анатолійовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

Голова разової спеціалізованої вченої
ради



Сергій ШУЛЬГА