

**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 з галузі знань 10 – Природничі науки на підставі прилюдного захисту дисертації «Проектування та оптимізація антенної решітки за допомогою спеціальних матриць» за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали "20" лютого 2024 року.

Ло Іян (Luo Yiyang) 1995 року народження, громадянин КНР, освіта вища: закінчив у 2018 році Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» за спеціальністю «Телекомунікації та радіотехніка».

Працював молодшим науковим співробітником за грантовою тематикою Національного фонду досліджень України, за декількома науково-дослідними роботами Міністерства освіти і науки України на кафедрі теоретичної радіофізики факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Дисертацію виконано у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна, м. Харків.  
Наукові керівники:

1. Сергій ШУЛЬГА, декан факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри теоретичної радіофізики Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.
2. Владислав ЛУЦЕНКО, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач лабораторії моніторингу і спектроскопії середовищ Інституту радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова Національної академії наук України.

Здобувач має 10 наукових публікації за темою дисертації, з них 3 статті надруковано у наукових фахових виданнях України, 2 статті в закордонних наукових фахових виданнях:

1. Q. Guo, Y. Luo, V. Lutsenko, Y. Zheng, "Nonequidistant two-dimensional antenna arrays synthesized using latin squares and cyclic difference sets," Radio Physics and Electronics, Volume 24, Issue 1, 2019, pp. 12-23.
2. V. Kravchenko, V. Lutsenko, I. Lutsenko, I. Popov, Y. Luo, A. Mazurenko, "Nonequidistant Two-Dimensional Antenna Arrays Based on Magic Squares", Journal of Measurement Science & Instrumentation, Volume 8, Issue 3, Mar 2017, pp. 244-253.
3. V. Kravchenko, V. Lutsenko, I. Popov, Y. Luo, "Nonequidistant two-dimensional antenna arrays based on Latin squares", Journal of Measurement Science & Instrumentation, Volume 10, Issue 1, Mar 2019, pp. 38-48.
4. Y. Luo, V. Lutsenko, S. Shulga, "New method for designing non-equidistant plane antenna arrays with full coverage of spatial frequencies based on latin squares and their triangular matrix", Telecommunications and Radio Engineering, Volume 80, Issue 6, 2021, pp. 15-28.
5. V. Lutsenko, I. Lutsenko, A. Soboliak, I. Popov, An. Nguyen & Y. Luo, "Interference to active-passive radar systems created by emissions from HF and VHF broadcasting stations,"

Telecommunications and Radio Engineering, Volume 79, Issue 10, 2020, pp. 829-845.

6. Y. Luo, Q. Guo, V. Lutsenko and Y. Zheng, "Nonequidistant Two-Dimensional Antenna Arrays Based on the Structure of Latin Squares Taking Cyclic Difference Sets as Elements," 2019 European Microwave Conference in Central Europe (EuMCE), 2019, pp. 427-430. (EI)
7. V. Lutsenko, I. Lutsenko, A. Soboliak, I. Popov, An. Nguyen and Y. Luo, "Characteristics of Interference to Active-Passive Radar Systems from Emissions of HF and VHF Broadcast Stations," 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW), 2020, pp. 259-262. (EI)
8. Y. Luo, V. Lutsenko and S. Shulga, "Design and Optimization of Sparse Planar Antenna Arrays Based on Special Matrices," 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW), 2020, pp. 1-6. (EI)
9. V. Lutsenko, I. Lutsenko, I. Popov, Y. Luo, An. Nguyen, Q. Guo, Y. Zheng, (2020). "GNSS Signal Use for Sea Waves Monitoring," 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW), 2020, pp. 768-771.
10. Y. Luo, V. Lutsenko, S. Shulga, I. Lutsenko and X. -A. Nguyen, (2022) "Observation Theory and Result Analysis of Sea Surface Wind Speed by Pulse Radar," 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Ukraine, 2022, pp. 634-637. (EI)

У дискусії взяли участь голова та члени разової спеціалізованої вченої ради:

1. Думін Олександр Миколайович, доктор фізико-математичних наук, доцент, 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.

2. Погарський Сергій Олександрович, в.о. завідувача кафедри фізики надвисоких частот, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізики надвисоких частот факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

1. Оскільки тематика дисертаційної роботи безпосередньо пов'язана з антенною технікою, вважаю, що в роботі мали б бути присутніми дані щодо енергетичної ефективності (тобто ккд) антен, що розробляються, та їхніх поляризаційних характеристик.

2. Не розглянуті важливі питання про взаємний вплив елементів антен за вільним простором та можливі обмеження на геометричні параметри.

3. Залишилося поза увагою питання про збудження елементів решіток, тобто питання про амплітудно-фазові розподіли, які забезпечували б ефективну роботу антенних решіток, які розробляються.

4. 3D форма представлення діаграм спрямованості, безумовно, є презентабельною, проте дає дуже туманне уявлення про бічні пелюстки. Відсилання до таблиць, де ці дані наводяться, дуже сильно ускладнює сприйняття тексту. Подання в декартовій або полярній системах координат у цьому сенсі більш інформативні.

5. Зауваження термінологічного плану. У тексті дисертації присутня постійна плутанина в термінах: решітка – ґратка.

3. Легенький Максим Миколайович, доцент кафедри теоретичної радіофізики, кандидат фізико-математичних наук, доцент, заступник декана факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

1. Зокрема, стилістично неузгоджено 3-є речення в останньому абзаці на ст. 31 , пункт б) на ст. 42, 2-є речення в 2-ому абзаці на ст. 52, передостаннє речення на ст. 52, перше речення в другому абзаці на ст. 59, перше речення в останньому абзаці на ст. 87, передостаннє речення на ст. 100, останнє речення в першому абзаці на ст. 103, останнє речення в першому абзаці на ст. 110; на рис. 2.2, 2.4 та багатьох інших замість позначення кута  $\theta$  використано  $t$ . Інколи (наприклад, на ст. 81 та 124) замість терміну “решітка” використовується слово “грати”.
2. Формулу (1.1) на ст. 39 доречно було б записати у векторному вигляді.
3. Не зрозуміло, як узгоджується з контекстом та тематикою роботи останній абзац на ст. 43.
4. На ст. 54 йде мова про стовпці виділені заливкою зеленим та жовтим кольором в таблиці 2.1 нижче, але жодної кольорової заливки у вказаній таблиці немає.
5. Дивно виглядають діаграми спрямованості представлені на рис. 2.14 а) рис. 3.3 г), 3.5 г) та 3.6. Значення діаграм для кута  $\theta=0$  при різних значеннях кута  $\Psi$  відрізняються один від одного.
6. Не розшифровано позначення матриць використані, зокрема, в формулах (4.6) та (4.9) на ст. 104.
7. На ст. 154 та 155 використовується нерозшифрований термін “коефіцієнт резервування”.
8. В роботі доречно було б навести порівняння характеристик антенних решіток, що складаються із еквидистантних та нееквидистантних елементів.
9. В роботі не обґрунтовано вимоги до значень, які повинна приймати просторова частота, для отримання решітки із необхідними характеристиками.
10. В розділі 2 не приділено уваги алгоритму, який застосовується для видалення елементів антенної решітки задля зменшення коефіцієнту заповнення.
11. За результатами роботи здобувач робить висновки наприкінці кожного розділу, але не надається докладних тверджень із конкретними значеннями параметрів.
12. У розділі 5 представлені лише результати моделювання для робочої частоти 25 МГц, хоча в попередніх публікаціях автора зазначалося, що моделювання також проводилося для робочих частот 10 МГц, 20 МГц, 40 МГц і 80 МГц на радіоастрономічних телескопах, що приводило до значних результатів. Можливо, слід ретельно пояснити причини обрання робочої частоти 25 МГц і вказати, чому саме цей діапазон був обраний для аналізу в розділі 5.
13. В розділі 4 для генерації масиву координат запропоновано лаконічні матричні формули. Однак, чомусь в інших розділах, зокрема в розділі 1 при поясненні традиційного базового методу проектування розрідженої плоскої антенної решітки за допомогою матриці, така форма запису не використовується.

14. З метою вдосконалення наукового дослідження корисно було б доречно розглянути більш детальні теоретичні розрахунки та отримати формули, що пов'язують параметри використаних спеціальних матриць та значення випроміненого дальнього поля антенної решітки. Це могло б привести до роз'яснення доцільності використання різних математичних об'єктів для подібних досліджень.

15. Корисно було б провести тестування моделювання різних типів антен в якості елементів антенної решітки при різних робочих частотах. Це допомогло б глибше визначити практичну цінність виконаної роботи та критично розглянути та обговорити висновки, які були зроблені в даній дисертаційній роботі.

4. Жила Семен Сергійович, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

1. У різних розділах дисертації виявлено, що вибір параметрів для порівняння продуктивності різних РАР не завжди виявляється повністю послідовним. Для покращення чіткості та наукової обґрунтованості автору рекомендується надати більш детальні визначення причин вибору конкретних параметрів для порівняння. Бажано детально пояснити, чому обрані саме ці параметри, як вони відображають ключові характеристики РАР та як їх вибір впливає на об'єктивність та адекватність порівняльного аналізу. Ретельне обґрунтування вибору параметрів сприятиме кращому розумінню читачами наукової методології та зробить дослідження більш переконливим.

2. У розділі 2 автор викладає вичерпний опис методу конструювання РАР, використовуючи матриці латинських квадратів. Велика увага приділяється процесам додавання та видалення елементів РАР, а також застосуванню локальних алгоритмів оптимізації для досягнення максимальної продуктивності. Однак важливо відзначити, що введення обмежень проектування РАР на основі латинської квадратної решітки може виглядати дещо недостатнім. Необхідно детальніше розглянути ці обмеження, а також їх вплив на характеристики та ефективність отриманих антенних систем. В подальших розділах може бути корисно розглянути розширення та уточнення цих обмежень для більш глибокого розуміння параметрів конструкції та їх впливу на результати досліджень. Такий підхід дозволить забезпечити більш повну та науково обґрунтовану основу для подальших розвитку в цій галузі.

3. У третьому розділі автор пропонує новаторське використання ЦРМ в якості елементів латинської квадратної матриці для побудови РАР. За допомогою такого підходу можливо розглядати й інші послідовності, такі як послідовність Фібоначчі, послідовність Падуа та інші, як потенційні елементи для конструювання латинських квадратних матриць у контексті побудови РАР. Такий розширений підхід до вибору елементів латинських квадратних матриць може сприяти подальшим дослідженням та розгляду різноманітних послідовностей для оптимізації результатів у побудові РАР.

4. У розділі 5 дослідження автора обмежено лише параметрами продуктивності РАР при робочій частоті 25 МГц. Включення одночасного аналізу та пояснення параметрів продуктивності при інших робочих частотах, таких як 10 МГц, 20 МГц, 40 МГц, 80 МГц, сприятиме більш глибокому та обґрунтованому розумінню результатів дослідження.

5. У розділі 5, при аналізі практичних застосувань, важливо провести докладну оцінку та порівняння енергоспоживання та потужності РАР. Це додатково підсилить достовірність отриманих результатів і може наочно вказати на переваги та актуальність проведених досліджень автора.

6. У заключній частині дисертації необхідно було б додати стислий огляд числових значень конкретних параметрів ефективності, що підкреслює науковий характер роботи для спеціалістів у даній галузі.

5. Калюжний Микола Михайлович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник зі спеціальності «радіолокація та радіонавігація», старший викладач кафедри інформаційно-мережної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки.

1. Бажано досліджувати чутливість системи до варіації в параметрах щоб усунути складнощі для всіх методів надрозрізнення. Тобто якщо робити головну пелюстку дуже вузькою то зазвичай є чутливість до параметрів коли головна пелюстка розпливається. Варто було дослідити з якою точністю мають бути розташовані елементи, і також дослідити якщо провести Монте-Карло моделювання, як це впливає на параметри головної пелюстки.

2. Не наведено як впливають амплітудні коефіцієнти елементів антенних решіток, якщо антени не зовсім однакові і коефіцієнти підсилення різняться.

3. Для синтезу великих антенних решіток запропоновано використовувати вкладення одна в іншу антенну решітку побудованих на базі різних матриць, однак не розглянута комбінація в якості елемента матриці субрешіток з еквідистантним розташуванням елементів. Що може дати вигреш в рівнях бокових пелюсток та покритті просторових частот.

4. В дисертації розглянуто можливість конструювання плоских двовимірних нееквідистантних решіток, що важливо для низькочастотної радіоастрономії та систем заобрійної радіолокації. Однак запропонований підхід може бути корисним і при побудові 3D решіток, наприклад на сферичних (поверхня Землі) або конічних (гора або жерло вулкана) поверхнях, що можуть використовуватись для моніторингу літосферного випромінювання Землі, пов'язаного з тектонічними процесами. Однак, на жаль цей аспект не був досліджений в роботі.

5. В якості одного з критеріїв оцінки якості антенних решіток використовується повне покриття області просторових частот. Однак це якісний критерій. Відсутній аналіз кількісних його характеристик. До якого розподілу покриття просторових частот потрібно прагнути?

6. На мою думку, в аналітичному огляді та вступі недостатньою мірою пояснено, чому для характеристик антенних решіток обрано саме магичні квадрати. Які ще структури Вам відомі та як вони впливають на основні параметри антенної решітки?

7. В таблиці 2.1 вперше згадується величина  $V_s$ , але не пояснено, що вона позначає. Який її фізичний сенс?

8. На с. 120 вказано наступне: «АР, розроблені з використанням цього методу, мають нелінійний розподіл». Що мається на увазі під нелінійним розподілом і які параметри розглядаються?

9. На с. 122 написано «У попередній роботі ми використовували жадібний алгоритм досягнення цієї мети [22]». Коротко опишіть сутність цього алгоритму.

10. У висновках на с. 157 сказано, що «За допомогою матриць нелінійні завдання виражаються в лінійній формі, яка є простою та ефективною й має сильну масштабованість». Який параметр відповідає за нелінійність і як впливає його зміна на головні характеристики антени?

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 Ло Іяну ступінь доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

Голова разової спеціалізованої  
вченої ради

\_\_\_\_\_ Олександр ДУМІН

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ  
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 15:03:13 22.02.2024

Назва файлу з підписом: Форма Рішення разової вченої спецради про присудження доктора філософії.pdf.asice  
Розмір файлу з підписом: 254.9 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Форма Рішення разової вченої спецради про присудження доктора філософії.pdf  
Розмір файлу без підпису: 270.0 КБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Думін Олександр Миколайович

П.І.Б.: Думін Олександр Миколайович

Країна: Україна

РНОКПП: 2652409532

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 16:03:06 22.02.2024

Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг

Серійний номер: 382367105294AF97040000021A02000EE7FF301

Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Кваліфікований

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2023.12.21 13:00