

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Кошарського Володимира Віталійовича на тему «Метод поляризаційної селекції ліній електропередач у вертольотному радарі», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

На засіданні кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем за участі: голови засідання – д-р техн. наук, доцент, зав. кафедри Жили С.С; д-р техн. наук, професора Волосюка В.К.; д-р техн. наук, професора Павлікова В.В.; д-р техн. наук, доцента Попова А.В.; д-р техн. наук, професора Руженцев М.В.; канд. техн. наук, доцента Шульгіна В.І.; канд. техн. наук, доцента Абрамова О.Д.; канд. техн. наук, доцента Мазуренка О.В.; канд. техн. наук, доцента Нежальської К.М.; канд. техн. наук, доцента Одокієнка О.В.; канд. техн. наук, доцента Щербини К.О.; канд. техн. наук, доцента Вонсовича М. А.; ст. викладача Душепи В.А.; аспіранта Власенка Д.С.; аспіранта Інкарбаєвої О.С.; аспіранта Черепніна Г.С.; аспіранта Колеснікова Д.В.; аспіранта Церне Е.О., аспіранта Ковальчука Д.І.; аспіранта Перетятко М.С., д-р техн. наук, професора, завідувача кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського Лукіна В.В., канд. техн. наук, с.н.с на кафедрі інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського Кривенка С.С., провідного наукового співробітника кафедри теоретичної радіофізики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Бикова В. М., відбулася публічна презентація дисертаційної роботи Кошарського Володимира Віталійовича на тему «Метод поляризаційної селекції ліній електропередач у вертольотному радарі».

На підставі обговорення змісту презентації дисертаційної роботи, ухвалено висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації (результати голосування – одноголосно).

1. Актуальність теми дослідження. Вертольоти, або гелікоптери, є важливими повітряними транспортними засобами, які використовуються для різних завдань, таких як рятувальні операції, військові місії, медична евакуація, транспортування вантажів і пасажирів, а також для наукових і екологічних досліджень. За даними Національної ради з безпеки на транспорті (National Transportation Safety Board, NTSB) розвідувального агентства Федерального уряду Сполучених Штатів Америки та даними Національного бюро розслідувань на транспорті України (НБРТ) проблема зіткнення вертольотів досі є актуальною. Більшість операцій за участю вертольотів виконуються на малих висотах, що створює ризики зіткнення з різними перешкодами, такими як лінії електропередач, будівлі, дерева, тощо.

За регламентом операції за участю вертольотів необхідно попередньо спланувати та узгодити для запобігання зіткнень з перешкодами та іншими

транспортними засобами. Планування маршруту польоту досить важливим етапом польоту, яким часто нехтують, що призводить до різних авіаційних подій, таких як зіткнення вертольоту з перешкодами, земною поверхнею, іншими транспортними засобами малої авіації, тощо. Насамперед проблема відсутності планування польотів зв'язана з збільшенням кількості приватних авіаційних транспортних засобів, відсутності мап висот для деяких ділянок місцевості, виконання непередбачуваних операцій (рятувальні операції, медична евакуація, військові задачі, тощо). Навіть при плануванні маршруту польоту вертольоту не дає 100% гарантії уникнення авіаційних подій (зіткнення з об'єктами, пошкодження вертолітну, відхилення від траєкторії польоту, тощо), так як при виконанні операцій всі фактори, які можуть вплинути на політ не можливо передбачити. Найбільшою небезпечними об'єктами для вертольотів виступають вежі, опори та дроти ліній електропередач (ЛЕП). Пілоту дані об'єкти, особливо лінії електропередач, досить важко помітити на фоні рельєфу. Тому необхідно створити систему, яка буде попереджати пілота про наближення до таких перешкод.

На сьогоднішній день забезпечення безпеки польотів вертольотів на малих висотах приділяється значна увага вчених у провідних країнах світі, такі як Сполучені Штати Америки, Китай, Туреччина, Ізраїль, Японія. Вони займаються розробленням подібних задач та методів у оптичному, інфрачервоному і радіодіапазонах. Застосування оптичного та інфрачервоного діапазону не є ефективним при роботі в широкому діапазоні метеоумов (дощ, град, сніг, туман, тощо), тому найбільш перспективним є радіодіапазон. У США розроблено надвулочний радар H025 Ка-діапазону хвиль встановлений на деякі серії вертольотів Apache. Турецькими вченими İ. Ünal і S. Eker проводяться дослідження радарів з круговою поляризацією на частотах 77 ГГц та 94 ГГц, вони відмічають перспективність використання радарів на центральній частоті 94 ГГц, але поки готових рішень не було представлено в доступній літературі. У Китаї проходять тестування методи формування радіозображень на міліметрових хвилях та допрацьовують лідари під задачі попередження зіткнення. Відомо про створення в Ізраїлі надвулочного радара Milsar про який нажалі у відкритому доступі відсутня інформація. Досить цікаві результати були отримані S. Futatsumori та N. Miyazaki, які розробили два концепти радарів з круговою поляризацією сигналів на частотах 77 ГГц та 94 ГГц. У роботі міжнародних вчених відмічається перспективність розроблення систем попередження зіткнення та вказується, що між 1994 р. і 2018 р. у авіаційних подій за участю вертольотів сталося 119 інцидентів зіткнення вертольотів з опорами та дротами ліній електропередач (дані National Transportation Safety Board). Приведені вище дослідження та розробки вказують, що підвищення безпеки польотів є досить важливою задачею, яку намагаються вирішувати у провідних державах світу. Одна з проблем виявлення таких об'єктів, як вежі, опори та дроти ліній електропередач за допомогою вертолітних радарів полягає в тому, що відбитий поверхнею сигнал є більшим, ніж сигнали від малопомітних об'єктів.

Виходячи з наведеного можна стверджувати, що на сьогодні постала актуальна наукова задача створення методу поляризаційної селекції ліній електропередач у

вертольотному радарі. Реалізація такого методу дозволить виділяти ЛЕП на фоні підстильної поверхні, що підвищать безпеку польотів вертольотів на малих висотах.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Отримані автором результати дисертації використовувались при виконанні науково-дослідних робіт на кафедрі аерокосмічних радіоелектронних систем Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» і були відображені в наступних звітах про НДР: «Вертольотний (для Мі-2МСБ-В, Мі-8МТВ-МСБ1, Мі-8МТВ-В, Мі-24В-МСБ) радар попередження зіткнення з перешкодами для безпеки польотів на малих висотах» (№ДР 0121U109598, 2021-2022рр.)

3. Наукова новизна отриманих результатів.

1) Вперше на основі вирішення задачі статистичної оптимізації сумісної обробки сигналів різних поляризацій синтезовано метод поляризаційної селекції ліній електропередач на тлі земної поверхні для вертольотних радарів, який відрізняється від відомих потрібною ваговою компенсацією завад, обумовлених відбиттями сигналів від земної поверхні. Потрібна компенсація завад, як результат строгого математичного вирішення статистичної оптимізаційної задачі в рамках метода максимуму функції правдоподібності, забезпечує найбільшу ефективність селекції в порівнянні з відомими методами.

2) Вперше досліджені показники ефективності синтезованого методу оптимальної поляризаційної селекції ліній електропередач на тлі земної поверхні в залежності від електрофізичних властивостей підстильної поверхні та об'єктів виявлення, співвідношення сигнал/завада та коефіцієнту кореляції завадового випромінювання на різних поляризаціях.

3) Отримав подальшого розвитку метод імітаційного моделювання радіолокаційних сигналів 3 мм діапазону радіохвиль, відбитих підстильною поверхнею та малопомітними поляризаційно-анізотропними об'єктами, що на відміну від існуючих враховує поляризацію зондуючих та розсіяних електромагнітних хвиль, електрофізичні властивості та геометричні характеристики підстильної поверхні та об'єктів виявлення.

4) Суттєву новизну мають результати експериментальних досліджень поляризаційних характеристик багатожильних дротів ліній електропередач у широкому діапазоні довжин радіохвиль, які на відміну від відомих враховують кросполяризацію відбитих сигналів.

4. Практичне значення результатів роботи.

1) Отримані результати експериментальних досліджень радіолокаційних характеристик ліній електропередач можуть бути використані при синтезі алгоритмів поляризаційної селекції та в розрахунках відповідних якісних показників.

2) Теоретичні результати та імітаційні моделі становлять підґрунтя для розробки створення радарів поляризаційної селекції об'єктів на фоні підстильної

поверхні, а також програмно-алгоритмічного та схемо-технічного забезпечення ефективної обробки сигналів ортогональних поляризацій.

3) Отримані результати експериментальних досліджень можуть бути використані при виборі технічних характеристик радіолокаційних пристроїв і режимів їх роботи.

4) Теоретичні висновки та комп'ютерне моделювання можуть бути використані в освітньому процесі у навчальних дисциплінах: «Статистична теорія радіотехнічних систем», «Інформаційно-вимірвальні радіотехнічні системи», «Статистична динаміка систем радіоавтоматики», «Математичні методи моделювання і оптимальних рішень».

5. Апробація/використання результатів дисертації.

Основні положення дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на міжнародних конференціях:

1. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T 2020).

2. 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET 2022).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Кошарського Володимира Віталійовича визнана оригінальною роботою, яка виконана самостійно і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Зміст основних розділів дисертації перевірено 27.06.2024 р. на наявність текстових запозичень в системі «UNICHECK», в порівнянні з файлами бібліотеки корпоративного облікового запису Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут». Текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 11 наукових публікацій та отримано 1 патент України на винахід. Серед публікацій:

1) 2 статті у науковому періодичному виданні іншої держави (США), яка індексується в SCOPUS (зі співавторами);

2) 2 статті у наукових періодичних видання України категорії А, що індексуються у SCOPUS (Q3) (зі співавторами);

3) 4 статті у наукових періодичних видання України категорії Б (зі співавторами).

3) 3 публікацій в працях міжнародних конференцій, матеріали яких включено у базу даних Scopus (з співавторами).

Статті у наукових періодичних виданнях:

1) Volosyuk, V., Zhyla, S., Pavlikov, V., Vlasenko, D., Kosharskiy, V., Kolesnikov, D., Inkarbaeva, O., & Nezhalskaya, K. (2021). Optimal radar cross section estimation in synthetic aperture radar with planar antenna array. *Radioelectronic and Computer Systems*, 0(1), 50-59. doi:10.32620/reks.2021.1.04. [індексується у н.м.б.д. Scopus, Q3]

У роботі здобувачем виконано часткове рішення задачі статистичного синтезу методу оцінки радіолокаційного перерізу РЛС із синтетичною апертурою з планарною антенною решіткою

2) Volodimir Pavlikov, Konstantin Belousov, Simeon Zhyla, Eduard Tserne, Olexandr Shmatko, Anton Sobkolov, Dmytro Vlasenko, Volodimir Kosharskiy,

Olexiy Odokiienko, Mykola Ruzhentsev "Radar imaging complex with SAR and ASR for aerospace vehicle", *Radioelectronic and computer systems*, № 3, 2021, pp. 67-78, doi: 10.32620/reks.2021.3.06 [індексується у н.м.б.д. Scopus, Q3]

У роботі здобувачем розроблено структурну схему радіотехнічного комплексу на основі обробки сигналів в радіосистемі з активним апертурним синтезом

3) V. V. Kosharskiy, M. V. Nechyporuk, V. H. Nguyen, V. V. Pavlikov, O. V. Odokienko, V. K. Volosyuk, and E. O. Tserne, "Algorithm for unbiased estimation of microwave radiation parameters in a modulation radiometer," *Telecommunications and Radio Engineering*, vol. 79, № 10, 2020, pp. 865-881, doi:10.1615/TelecomRadEng.v79.i10.40. [індексується у н.м.б.д. Scopus, Q4].

У роботі здобувачем виконано часткове рішення задачі синтезу оптимального алгоритму оцінки спектральної густини потужності сигналу або інших пов'язаних з нею параметрів в радіометрії з нестабільним підсиленням

4) N. V. Ruzhentsev, Valerii K. Volosyuk, V. V. Pavlikov, S. S. Zhyla, V. V. Kosharskiy, G. S. Cherepnin, and E. O. Tserne, "UAV target detection using radiometers of X, K, KA, and W bands," *Telecommunications and Radio Engineering*, vol. 79, № 17, 2020, pp. 1489-1512. doi: 10.1615/TelecomRadEng.v79.i17.10. [індексується у н.м.б.д. Scopus, Q4]

У роботі здобувачем виконано часткове рішення задачі синтезу алгоритму виявлення об'єктів спостереження за аналізом даних реєстрації його радіотеплового випромінювання в суміші з атмосферним випромінюванням і внутрішнім шумом приймача

5) Волосюк В. К., Павліков В. В., Жила С. С., Руженцев М. В., Кошарський В. В., Одокієнко О. В. Синтез оптимального алгоритму поляризаційної селекції корисних сигналів на фоні пасивних завад в радарі з синтезуванням апертури // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2020., № 4(164)., с. 109-115. doi: 10.32620/aktt.2020.4.14 [категорія «Б»]

У роботі здобувачем виконано часткове рішення задачі оптимального алгоритму обробки сигналів в поляриметричному багатоканальному радарі аерокосмічного базування

6) Волосюк В. К., Павліков В. В., Жила С. С., Кошарський В. В., Одокієнко О. В., Церне Е. О. Оптимізація структури багатоканального бортового радара з синтезуванням апертури антени та алгоритмом селекції ліній

електропередач на тлі земної поверхні // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2020., № 5(165)., с. 103-108. doi: 10.32620/aktt.2020.5.13 [категорія «Б»]

У роботі здобувачем виконано розроблення структурної схеми бортового поляриметричного радару з синтезуванням апертури при селекцією ліній електропередач на тлі підстильної поверхні на основі оптимального алгоритму комплексування сигналів радіотехнічної системи з синтезуванням апертури

7) Волосюк В. К., Павліков В. В., Жила С. С., Попов А. В., Кошарський В. В., Одокієнко О. В., Яковлев В. Г., Церне Е. О., Власенко Д. С., Собколов А. Д. Оптимізація поляризаційно-доплерівської селекції малорозмірних об'єктів на тлі підстильної поверхні // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2021., № 6., с. 49-61. doi: 10.32620/aktt.2021.6.06 [категорія «Б»]

У роботі здобувачем виконано дослідження показників ефективності синтезованого методу оптимальної поляризаційної селекції ліній електропередач на тлі земної поверхні в залежності від електрофізичних властивостей підстильної поверхні та об'єктів виявлення, співвідношення сигнал/завада та коефіцієнту кореляції завадового випромінювання на різних поляризаціях

8) Волосюк В. К., Павліков В. В., Жила С. С., Попов А. В., Кошарський В. В., Одокієнко О. В., Яковлев В. Г., Церне Е. О., Власенко Д. С., Собколов А. Д. Дослідження якісних показників поляризаційної селекції об'єктів на фоні пасивних завад в поляризаційно-доплерівській радіолокаційній системі // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2021., № 6., с. 62-73. doi: 10.32620/aktt.2021.6.07 [категорія «Б»]

У роботі здобувачем виконано дослідження показників ефективності синтезованого методу оптимальної поляризаційної селекції ліній електропередач на тлі земної поверхні в залежності від електрофізичних властивостей підстильної поверхні та об'єктів виявлення, співвідношення сигнал/завада та коефіцієнту кореляції завадового випромінювання на різних поляризаціях

Статті у працях міжнародних конференцій, які проіндексовано у Scopus:

1) V. Volosyuk, V. Pavlikov, M. Nechyporuk, S. Zhyla, N. Ruzhentsev and V. Kosharskyi, "Optimal Algorithms Synthesis for Polarization Selection of Useful Signals on the Background of Passive Interference in Synthetic Aperture Radars," 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), 2020, pp. 452-456, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9468010.

У роботі здобувачем виконано часткове рішення задачі оптимального алгоритму обробки сигналів в поляриметричному багатоканальному радарі аерокосмічного базування

2) V. Volosyuk, V. Pavlikov, M. Nechyporuk, S. Zhyla, V. Kosharskyi and E. Tserne, "Structure Optimization of the Multi-Channel On-Board Radar with Antenna Aperture Synthesis and Algorithm for Power Line Selection on the Background of the Earth Surface," 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2020, pp. 775-778, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9467898.

У роботі здобувачем виконано розроблення структурної схеми бортового поляриметричного радару з синтезуванням апертури при селекцією ліній

електропередач на тлі підстильної поверхні на основі оптимального алгоритму комплексування сигналів радіотехнічної системи з синтезуванням апертури

3) V. Pavlikov, V. Volosyuk, S. Zhyla, V. Kosharskyi, A. Popov and O. Odokienko, "Optimization of Polarization-Doppler Selection Small-sized Objects on the Background of the Earth Surface," 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), 2022, pp. 559-563, doi: 10.1109/TCSET55632.2022.9766943.

У роботі здобувачем виконано дослідження показників ефективності синтезованого методу оптимальної поляризаційної селекції ліній електропередач на тлі земної поверхні в залежності від електрофізичних властивостей підстильної поверхні та об'єктів виявлення, співвідношення сигнал/завада та коефіцієнту кореляції завадового випромінювання на різних поляризаціях

Отримані результати стали основою отриманого патента:

1) Спосіб формування сирих даних в рухомих радіолокаційних станціях з синтезуванням апертури. Патент України на винахід №. 127778. / Жила С.С., Волосюк В. К., Павліков В. В., Церне Е. О., Власенко Д. С., Собколов А. Д., Кошарський В. В., Шматко О. О., Нежальська К. М., Мазуренко О. В.; 28.12.2023

8. Висновок наукового керівника

Дисертація Кошарського В.В. містить результати завершеного наукового дослідження, спрямованого на вирішення актуальної наукової задачі. Достовірність отриманих у дисертації результатів підтверджена як результатами теоретичних досліджень і комп'ютерного моделювання, так і експериментальною перевіркою методу поляризаційної селекції ліній електропередач. Підготовка доповідей та статей за результатами досліджень, а також написання самої дисертаційної роботи виконано здобувачем з дотриманням академічної доброчесності.

Підтверджую, що здобувачем Кошарським В.В. було дотримано академічну доброчесність протягом підготовки наукових статей, доповідей на міжнародних конференціях та в процесі написання дисертації. Враховуючи, що Кошарський Володимир Віталійович успішно виконав індивідуальний навчальний план та індивідуальний план наукової роботи, досягнув високих результатів у навчанні за відповідною освітньо-науковою програмою та написанні дисертації, яка є результатом самостійного дослідження, є завершеною науковою працею, містить наукову новизну, виконана на належному науковому рівні, відповідає встановленим вимогам до дисертацій докторів філософії, вважаю, що дисертацію на тему «Метод поляризаційної селекції ліній електропередач у вертольотному радарі» можна рекомендувати до захисту, а її автору Кошарському Володимирові Віталійовичу присудити ступінь доктора філософії за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

9. Загальний висновок

Вважаємо, що дисертаційна робота Кошарського Володимира Віталійовича «Метод поляризаційної селекції ліній електропередач у вертольотному радарі», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44). Дисертаційна робота може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді для присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Головуючий на засіданні кафедри
аерокосмічних радіоелектронних систем
Національного аерокосмічного університету
ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»,
доктор технічних наук, доцент

17 червня 2024 р.



Семен ЖИЛА