

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Власенка Дмитра Сергійовича на тему «Оптимізація вторинного просторово-часового оброблення сигналів в аерокосмічних когнітивних радарх радіобачення», 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: 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 Руженцева 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 Церне Е.О.; аспіранта Інкарбаєвої О.С.; аспіранта Черепніна Г.С.; аспіранта Колеснікова Д.В.; аспіранта Кошарського В.В.; аспіранта Ковальчука Д.І.; аспіранта Перетятко М.С.; зав. лаб. Баровського В.М.; канд. техн. наук, с.н.с. на кафедрі інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського Кривенка С.С.; д-р техн. наук, професора, завідувача кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського Лукіна В.В.; завідувача кафедри систем управління літальними апаратами Дергачова К.Ю.; заступника начальника Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба з наукової роботи Васюти К.С., д-р техн. наук, професора, завідувача кафедри радіотехнічних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Жука С.Я., відбулася публічна презентація дисертаційної роботи Власенка Дмитра Сергійовича на тему «Оптимізація вторинного просторово-часового оброблення сигналів в аерокосмічних когнітивних радарх радіобачення».

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. широка смуга огляду і висока азимутальна роздільна здатність створюють суперечливі вимоги до проектування бортових радіолокаційних систем з синтезуванням апертури. Річ у тому, що при розширенні зони огляду за координатою дальності необхідно зменшувати частоту повторення імпульсів, але при цьому з'являється неоднозначність за азимутом. І навпаки, для синтезу єдиної, без пропусків, та значної за довжиною апертури вздовж траси польоту літального апарату необхідно підвищувати частоту повторення імпульсів, що призводить до неоднозначності за дальністю. Для вирішення цього протиріччя доцільно використовувати концепцію так званих когнітивних радарів, що передбачають адаптивне налаштування передавача, приймача і фазованої антенної решітки, використання апріорної інформації про область спостереження, та наявності зворотного зв'язку. Однак, більшість таких

радарів побудовані евристичними методами, що узагальнюють практичний досвід використання РСА і не дають можливості використати їх повний потенціал.

Вирішення даної проблеми є актуальним та важливим завданням для подальшого розвитку статистичної теорії оптимізації просторово-часової обробки сигналів в когнітивних радарх дистанційного зондування і радіолокації, синтезу на її основі нових ефективних методів, алгоритмів і структур радіотехнічних систем аерокосмічного радіобачення з широкою смугою огляду та високою детальністю радіолокаційних зображень та дослідження їхніх потенційних показників точності.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Отримані автором результати дисертації виконано на кафедрі аерокосмічних радіоелектронних систем Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» при виконанні держбюджетної науково-дослідницької роботи «Основи теорії проектування аерокосмічних когнітивних радарів з оптимальною просторово-часовою обробкою сигналів, розширеною зоною огляду і високою просторовою роздільною здатністю», №ДР 0120U102082, впродовж 2020-2022рр.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

1) Отримала подальшого розвитку концепція побудови аерокосмічних когнітивних радарів формування радіолокаційних зображень поверхні, що, на відміну від існуючих, передбачає вирішення оптимізаційної задачі статистичного синтезу алгоритмів вторинного просторово-часового оброблення сигналів задля оптимального об'єднання в єдиній системі адаптивного багатоканального передавача, адаптивного багатоканального приймача, фазованої антенної решітки, динамічної бази даних про навколишнє середовище та інтелектуального процесору.

2) Вперше синтезовано оптимальний метод вторинного оброблення просторово-часових сигналів в аерокосмічних когнітивних радарх радіобачення підстильної поверхні. На відміну від існуючих операцій когерентного накопичення траєкторного сигналу та його узгодженої обробки в фільтрах, що враховують лише геометрію огляду поверхні та траєкторію руху носія, новий метод використовує апріорну інформацію про поточний стан навколишнього середовища та результати попередніх радіолокаційних спостережень поверхні Землі.

3) Вперше вирішена оптимізаційна задача синтезу цифрових алгоритмів фільтрації комплексного коефіцієнта розсіювання підстильної поверхні в бортових аерокосмічних когнітивних радарх радіобачення. Отримані нові оптимальні операції відповідають роботі розширеного фільтру Калмана та дозволяють практично реалізувати вторинне оброблення сигналів в аерокосмічних когнітивних радарх.

4) Удосконалено принципи побудови аерокосмічних радарів радіобачення підстильної поверхні, що реалізують синтезований метод вторинного оброблення просторово-часових сигналів, враховують всі необхідні складові когнітивного

радару та дозволяють формувати високоточні радіолокаційні зображення поверхні Землі.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи.

Автором дисертаційної роботи:

1. Синтезовано оптимальний алгоритм нелінійної фільтрації у когнітивних радарних оцінювання когерентного зображення підстильних поверхонь;
2. Розроблено структуру цифрового розширеного фільтру Калмана для фільтрації комплексного коефіцієнта розсіювання поверхні;
3. Проведено імітаційне моделювання радіолокаційних зображень отриманих когнітивними РСА та імітаційне моделювання алгоритмів вторинної обробки сигналів у когерентній РСА.

Достовірність отриманих наукових і практичних результатів, підтверджуються результатами імітаційного моделювання радіолокаційних зображень отриманих когнітивними РСА та моделювання алгоритмів вторинної обробки сигналів в когерентній РСА і кількісних показників на підставі аналізу отриманих вторинних радіолокаційних зображень для класичного методу та когнітивного методу, в якості критеріїв оцінювання застосовувались повністю еталонні та без еталонні метрики якості зображення.

Отримані наукові результати, можуть бути використані у науково-дослідних та проектних організаціях, ІТ-компаніях, університетах – при викладанні відповідних дисциплін.

5. Апробація/використання результатів дисертації.

Результати дослідження апробовані на наступних міжнародних конференціях, праці яких індексуються у н.м.б.д. Scopus:

1. «IEEE Ukrainian Microwave Week» (2020 рік, Харків, Україна);
2. «IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing» (SAIC 2022) (Харків, Україна, 2023 р.);
3. «The 12th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies» (Афіни, Греція, 2022 р.);

Розроблені автором наукові положення впроваджені:

- у навчальному процесі кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем у вигляді практичного та теоретичного матеріалу у навчальних дисциплінах: «Статистична теорія радіотехнічних систем», «Інформаційно-вимірювальні радіотехнічні системи», «Статистична динаміка систем радіоавтоматики», «Математичні методи моделювання і оптимальних рішень», «Формування та обробка зображень у оптичних та радіолокаційних системах»;

- при виконанні держбюджетної науково-дослідницької роботи ДР №0120U102082 впродовж 2020-2022 рр.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Власенка Дмитра Сергійовича визнана оригінальною роботою, яка виконана самостійно і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Зміст основних розділів дисертації перевірено 10.06.2024 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 15 робіт, у тому числі:

- 1) 3 статті у наукових журналах, що входять до науково-метричної бази даних Scopus (квартиль – Q3),
- 2) 1 стаття у науковому журналі, що входить до науково-метричної бази даних Web of Science,
- 4) 6 матеріалів, що були представлені на міжнародних конференціях, які індексуються у науково-метричній базі даних Scopus,
- 5) 2 охоронних документи на об'єкти права інтелектуальної власності України (патенти).

Статті у наукових фахових виданнях, затверджених МОН України:

1) Volosyuk, V., Zhyla, S., Ruzhentsev, M., Sobkolov, A., Tserne, E., Kolesnikov, D., Vlasenko, D., Topal, M. Radar cross-section imaging in synthetic aperture radar with linear antenna array and adaptive receiver. Radio Electronics, Computer Science, Control, 2020, no. 3, pp. 7-21. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-3-1>

Здобувач виконав імітаційне моделювання алгоритму формування радіозображень.

Статті у журналах з квартилем Q3:

1) Vlasenko D., Inkarbaieva O., Peretiatko M., Kovalchuk D., Sereda O. Helicopter radio system for low altitudes and flight speed measuring with pulsed ultra-wideband stochastic sounding signals and artificial intelligence elements. Radioelectronic and Computer Systems. 2023. № 3. С. 48-59. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2023.3.05>.

Здобувач провів імітаційне моделювання траєкторій посадки гелікоптера для визначення параметрів потенційно небезпечних траєкторій на основі даних бортових радіовимірювальних систем.

2) Volosyuk, V., Zhyla, S., Pavlikov, V., Vlasenko, D., Kosharskiy, V., Kolesnikov, D., Inkarbaeva, O., Nezhalskaya, K. Optimal radar cross section estimation in synthetic aperture radar with planar antenna array. Radioelectronic and Computer Systems. 2021. № 1. С. 50-59. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2021.1.04>.

Здобувач провів імітаційне моделювання для порівняння класичного методу синтезу когерентних зображень і запропонованого оптимального методу синтезу апертури антени.

3) Pavlikov, V., Belousov, K., Zhyla, S., Tserne, E., Shmatko, O., Sobkolov, A., Vlasenko, D., Kosharskyi, V., Odokienko, O., Ruzhentsev, M. Radar imaging complex with SAR and ASR for aerospace vehicle. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2021. № 3. С. 63-78. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2021.3.06>.

Здобувач дослідив алгоритм обробки сигналів в радіосистемі з активним апертурним синтезом.

Статті у працях міжнародних конференцій, які проіндексовано у Scopus:

1) V. Volosyuk, S. Zhyla, N. Ruzhentsev, E. Tserne, D. Kolesnikov and D. Vlasenko, "Optimal Method of RCS Estimation in Synthetic Aperture Radar with Linear Antenna Array," 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 1-6. Doi: 10.1109/UkrMW49653.2020.9252648.

В публікації здобувачем було виконано імітаційне моделювання обробки сигналів в декорелюючих фільтрах.

2) V. Volosyuk, S. Zhyla, V. Pavlikov, D. Vlasenko, O. Inkarbaieva and D. Kolesnikov, "Heuristic Structures of Cognitive Aerospace Remote Sensing Radars," 2022 IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), 2022, pp. 1-6. Doi: 10.1109/SAIC57818.2022.9922992.

В роботі здобувач виконав аналіз евристичних структур бортових когнітивних радарів та принципів їх роботи.

3) V. Volosyuk, S. Zhyla, D. Vlasenko, O. Inkarbaieva, D. Kolesnikov and G. Cherepnin, "Concepts of Primary and Secondary Coherent Images in Radar and Optical Systems," 2022 IEEE 3rd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), 2022, pp. 1-6. Doi: 10.1109/SAIC57818.2022.9923005.

В роботі здобувач виконав імітаційне моделювання алгоритмів вторинної обробки сигналів в когерентному PCA.

4) S. Zhyla, V. Volosyuk, V. Pavlikov, D. Vlasenko, O. Mazurenko and B. Lisohorskyi, "Optimal Digital Algorithm of a Cognitive Synthetic Aperture Radar Operation," 2022 The 12th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), 2022, pp. 1-6. Doi: 10.1109/DESSERT58054.2022.10018824.

В роботі здобувач виконав синтез оптимального алгоритму нелінійної фільтрації у когнітивних радарах оцінювання когерентного зображення підстильних поверхонь та розробив структуру цифрового розширеного фільтру Калмана для фільтрації комплексного коефіцієнта розсіювання поверхні.

5) S. Zhyla, V. Volosyuk, V. Pavlikov, D. Vlasenko, V. Borodavka and O. Pidlisnyi, "Structural Diagram of an Aerospace Cognitive Radar for the Earth Remote Sensing," 2022 The 12th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), 2022, pp. 1-6. Doi:10.1109/DESSERT58054.2022.10018767.

В роботі здобувач виконав наскрізний аналіз аналого-цифрового тракту аерокосмічного когнітивного радару.

6) S. Zhyla, V. Volosyuk, V. Pavlikov, D. Vlasenko, D. Vasylchenko and K. Nezhalskaya, "Optimal Signal Processing in a Cognitive Synthetic Aperture Radar," 2022 The 12th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), 2022, pp. 1-6. Doi: 10.1109/DESSERT58054.2022.10018683.

В роботі здобувач виконав імітаційне моделювання радіолокаційних зображень отриманих когнітивними РСА.

Отримані результати стали основою отриманих патентів:

1) Аерокосмічний когнітивний радар з синтезуванням апертури. Патент України на винахід №. 127881. / Жила С. С., Волосюк В. К., Павліков В. В., Церне Е. О., Шматко О. О., Власенко Д. С., Собколов А. Д., Кошарський В.В., Одокієнко О.В., Інкарбаєва О. С., Попов А.В.; 31.01.2024

2) 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.; 27.12.2023

8. Висновок наукового керівника

Дисертація здобувача містить результати завершеного наукового дослідження. Достовірність отриманих у дисертації результатів підтверджена як результатами теоретичних досліджень і комп'ютерного моделювання. Тема дисертації має важливе наукове та практичне значення. Про високий науковий рівень дисертації свідчить таке: вона спрямована на вирішення актуальної наукової проблеми статистичного синтезу оптимальних методів вторинного просторово-часового оброблення сигналів в аерокосмічних когнітивних радарх формування радіозображень поверхонь, реалізація яких дозволить формувати радіозображення з високою якістю. Підтверджую, що здобувач Власенко Д.С. дотримувався академічної доброчесності протягом підготовки наукових статей, доповідей на міжнародних конференціях та в процесі написання дисертації. Враховуючи, що Власенко Дмитро Сергійович 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 «Оптимізація вторинного просторово-часового оброблення сигналів в аерокосмічних когнітивних радарх радіобачення» можна рекомендувати до захисту, а її автору Власенку Дмитру Сергійовичу присудити ступінь доктора філософії за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

9. Загальний висновок

Вважаємо, що дисертаційна робота Власенка Дмитра Сергійовича «Оптимізація вторинного просторово-часового оброблення сигналів в аерокосмічних когнітивних радарних радіобачення», 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, професор

14 червня 2024 р.



Семен ЖИЛА