

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Черепніна Гліба Сергійовича на тему «Виявлення безпілотних літальних апаратів на тлі неба за їх радіотепловим випромінюванням», 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.т.н., доцента Попова А.В., та учасників – д.т.н., зав. кафедри Жили С.С.; д.т.н., професора Волосюка В.К.; д.т.н., професора Руженцева М. В.; д.т.н., професора Павлікова В.В.; к.т.н., доцента Шульгіна А.В.; к.т.н., доцента Абрамова О.Д.; к.т.н., доцента Мазуренко О.В.; к.т.н., доцента Нежальської К.М.; к.т.н., доцента Одокієнко О.В.; к.т.н., доцента Щербини К.О.; ст. викладач Душепа В.А.; к.т.н., доцента Вонсовича М.А.; к.т.н., доцента кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського Васильєвої І. К.; аспіранта Церне Е.О.; аспіранта Колеснікова Д.В.; аспіранта Власенко Д.С.; аспіранта Кошарського В.В.; аспіранта Ковальчука Д.І.; аспірантки Інкарбаєвої О.С.; аспірантки Вернадської К.С., д.т.н., провідний науковий співробітник кафедри теоретичної радіофізики, Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна Биков В.М. відбулася публічна презентація дисертаційної роботи Черепніна Гліба Сергійовича на тему «Виявлення безпілотних літальних апаратів на тлі неба за їх радіотепловим випромінюванням».

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. Стрімкий розвиток безпіотної авіації та її широке несанкціоноване застосування у цивільному житті висувають нові вимоги до розвитку методів протидії, удосконалення існуючих та створення нових зразків. Існуючі випадки безконтрольного перетину кордонів, тактичної розвідки, цільових ударів по найважливішим об'єктам БПЛА терористів ставлять під загрозу національну безпеку України. Як наслідок потребують розвитку методи та засоби завчасного виявлення, оцінки просторового положення, супроводження та знищення незареєстрованих БПЛА.

Отже, виявлення безпілотних літальних апаратів на тлі неба за їх радіотепловим випромінюванням є актуальним та важливим завданням, що вимагає уваги та подальших досліджень для захисту критичної інфраструктури України.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Отримані автором результати дисертації виконано у межах науково-дослідної роботи кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», №ДР

0121U109600 «Проектування та експериментальне дослідження радіометричного комплексу X, Ka та W діапазонів для всепогодного та високоточного виявлення БПЛА», яка виконувалася у 2021-2022 рр.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

– Вперше синтезовано та досліджено метод оптимальної обробки сигналів в багаточастотних радіометричних комплексах виявлення БПЛА на тлі випромінювання атмосфери, що на відміну від існуючих методів відповідає основним вимогам до радіотехнічних вимірювань – високій просторовій роздільній здатності та високій флуктуаційній чутливості (яка визначає дальність роботи радару) за умов всепогодності.

– Вперше у вигляді табличних даних узагальнено результати аналітичних розрахунків та імітаційного моделювання дальностей виявлення БПЛА в багатоканальних радіометричних комплексах, що на відміну від існуючих охоплюють широке коло можливих погодних та тактичних умов проведення вимірювання, а також враховують багаторічні результати вимірювань параметрів приймачів та атмосфери у діапазонах частот 10-12 ГГц, 20-22 ГГц, 35-36 ГГц, 94-96 ГГц.

– Вперше в результаті експериментальних вимірювань у широкому діапазоні хвиль отримана база радіометричних зображень і контрастів різних типів та класів БПЛА, які спостерігаються при різних тактичних та погодних умовах. До цього більшість вимірювань проводились на тестових об'єктах простої форми, на кшталт куля, кутиковий відбивач, прямокутна пластинка.

– Отримали подальшого розвитку структури радіометричних комплексів формування радіометричних зображень, що на відміну від існуючих одразу у чотирьох діапазонах частот враховують в основних етапах обробки операції модуляції корисних сигналів, періодичне калібрування приймачів та термостабілізацію вхідних трактів.

4. Практичне значення одержаних результатів:

– узагальнення інформації про дальності виявлення БПЛА на тлі неба в багатоканальних радіометричних системах надає важливу інформацію для потенційного удосконалення наявних систем, а також впровадження нових підходів до розробок нових комплексів.

– отримані результати спостережень доцільно використовувати при дослідженні локальних особливостей моделей атмосфери в Україні, що безумовно стане необхідним перед впровадженням 5G систем телекомунікацій;

– отримані на основі експериментальних даних модельні оцінки вірогідності виявлення різних об'єктів на тлі неба можуть бути використані при виборі апаратних параметрів радіометричних пристроїв і режимів їх роботи, наприклад, в завданнях охорони об'єктів критичної інфраструктури.

5. Апробація/використання результатів дисертації.

Результати досліджень автора обговорювались на наступних конференціях:

6th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2022.
2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week, UkrMW 2022.

Розроблені автором наукові положення впроваджені у:

- у навчальному процесі кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем у вигляді практичного та теоретичного матеріалу у навчальних дисциплінах: «Сигнали і процеси», «Електродинаміка та пристрої мікрохвильового діапазону», «Антенні пристрої».

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертація Черепніна Гліба Сергійовича є оригінальною роботою, виконана здобувачем самостійно й доброчесно, текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства. Роботу передано експерту для проведення науково-технічної експертизи щодо збігів із Інтернет-джерелами, про що буде надано відповідний звіт.

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

Основні результати дисертації опубліковано 9 наукових публікацій, у тому числі:

- 3 статті опубліковано у наукових фахових виданнях, включених до переліку спеціалізованих видань України;
- 3 статті опубліковані у наукових фахових виданнях, індексовані в базі даних Scopus;
- 2 публікації у матеріалах національних та міжнародних конференцій, у т.ч. у працях конференцій, індексованих у базі даних Scopus.
- 1 патент на винахід.

Статті у наукових фахових видання, затверджених МОН України:

N. V. Ruzhentsev, S. S. Zhyla, V. V. Pavlikov, V. V. Kosharsky, і G. S. Cherepnin, Cost effective meter of moisture integral parameters of the atmospheric column, Ukrainian hydrometeorological journal, vol. 27, 2021, pp. 24-33, doi: 10.31481/uhmj.27.2021.03.

Здобувачем було проведено дослідження для визначення кращої пари частот для відновлення параметрів атмосферної вологи по радіометричним даним дистанційного зондування.

Ruzhentsev, N. Cherepnin, G., et al. Block diagram of a multi-frequency radiometric complex for UAV detection in different meteorological conditions. Information and telecommunication sciences, 2021, no. 2, pp. 50–57. DOI: 10.20535/2411-2976.22021.50-57

Здобувачем виконана розробка схеми багаточастотного радіометричного комплексу виявлення БПЛА в різних метеорологічних умовах на основі оптимальних алгоритмів.

Руженцев М. В., Жила С. С., Павліков В. В., Черепнін Г. С., Попов А. В., Кошарський В. В., Церне Е. О., Власенко Д. С. Теоретичні основи побудови багаточастотних радіометричних комплексів для виявлення БПЛА на тлі атмосферного випромінювання // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. - 2021., № 6., - с. 74-82. doi:10.32620/aktt.2021.6.08

Здобувачем розроблено оптимальний метод комплексування результатів вимірювань в багатоканальних радіометричних приймачах та виявлення різних типів та класів безпілотних літальних апаратів на тлі неба у X, Ka та W діапазонах хвиль при різних метеорологічних умовах

Статті у журналах, що індексуються у м.н.б.д. Scopus:

N. Ruzhentsev, O Gribsky, S. Maltsev, S. Shevchuk, V. Pavlikov, G. Cherepnin, S. Zhyla, E. Tserne, "Active-passive pulse noise radar of the 3mm range and the results of preliminary tests", *Radioelectronic and computer systems*, Kharkiv, № 3 2023, pp. 27-47 doi: 10.32620/reks.2023.3.04.

Здобувачем, на основі розроблених радіометрів, описана робота сучасної активно-пасивної системи 3-мм діапазону хвиль, що складається з шумового імпульсного радара та радіометра діапазону 94 ГГц.

Nezhalska, K.; Volosyuk, V.; Bilousov, K.; Kolesnikov, D.; Cherepnin, G. Relation Models of Surface Parameters and Backscattering (or Radiation) Fields as a Tool for Solving Remote Sensing Problems. *Computation* 2024, 12(5), 104; <https://doi.org/10.3390/computation12050104>.

Здобувачем проведено експериментальне дослідження, на основі якого була створена одна з теоретичних моделей спостережень та методологія для подальших експериментів.

Nezhalskaya, K., Volosyuk, V., Bilousov, K., Kolesnikov, D., & Cherepnin, G. (2024). Study on potential application of brightness temperature models in passive remote sensing. *Radioelectronic and Computer Systems*, 2024(1), 55–64. <https://doi.org/10.32620/reks.2024.1.05>.

Здобувачем проведено аналіз існуючих моделей та надано рекомендації до проведення практичних експериментів.


8. Висновок наукового керівника

Виконання індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною освітньо-науковою програмою та написання дисертації Черепніним Глібом Сергійовичем – вважаю успішним. Дисертаційна робота є результатом самостійного дослідження, завершеною науковою працею, яка містить наукову новизну. Вона виконана на належному науковому рівні та відповідає встановленим вимогам до дисертацій

докторів філософії, і може бути рекомендована до захисту, а її автор Черепнін Гліб Сергійович, до присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Отже, вважаю що дисертаційна робота Черепніна Гліба Сергійовича «Виявлення безпілотних літальних апаратів на тлі неба за їх радіотепловим випромінюванням», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44). Відтак, може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді для присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 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



Анатолій ПОПОВ