# РІШЕННЯ
## разової спеціалізованої вченої ради
## про присудження ступеня доктора філософії

Разова спеціалізована вчена рада Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, м. Харків прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії галузі знань 10 – Природничі науки на підставі прилюдного захисту дисертації «Радіолокаційна помітність об'єктів складної форми із покриттям та без нього» за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

"31" січня 2024 року.

Хричов Владислав Сергійович 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 старшим викладачем закладу вищої освіти кафедри теоретичної радіофізики факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна з 2023 р. до цього часу.

Дисертацію виконано у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, м. Харків

Науковий керівник Легенький Максим Миколайович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, доцент кафедри теоретичної радіофізики факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Здобувач має 13 наукових публікацій за темою дисертації, з них 2 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, 5 статей у наукових фахових виданнях України та 6 робіт апробаційного характеру:

1. Cui J., Legenkiy,M., Khrychov V., Shulga S., Sun Z., Zheng, Y. Diffraction properties of azimuthally symmetric gratings in a hollow circular dielectric waveguide (2020) // Results in Physics, Vol. 18, № 103204. DOI: 10.1016/j.rinp.2020.103204
2. Legenkiy M, Khrychov V. Numerical modeling of electromagnetic scattering from complex shape object with coating. Frequenz. 2022;76(1-2): 75-82. DOI: 10.1515/freq-2021-0062
3. Хричов В.С., Легенький М.М. Фацетна модель об'єкту складної форми для розрахунку електромагнітного розсіяння // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіа. Серія «Радіофізика та електроніка». 2019. № 28. С. 44-52.
4. Khrychov V.S., Legenkiy M.N. Щодо моделювання розсіяння хвиль на об'єкті складної форми // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка». 2018. № 29. С. 50-56.
5. Legenkiy M.N., Khrychov V.S. Імпульсна антена на основі неоднорідної конічної лінії // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка». 2019. № 31. С. 59-65.
6. Хричов В.С., Легенький М.М. Методика розрахунку ефективної поверхні розсіяння об'єкта складної форми розташованого на підстильній поверхні з довільним коефіцієнтом відбиття // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка». 2021. № 34. С. 48-55.
7. Хричов В.С., Легенький М.М., Щодо зменшення помітності складного об'єкту на тлі підстильної поверхні, Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, Серія "Радіофізика та електроніка", випуск 35, 2021.

8. Khrychov V., Legenkiy M. Facet Model Processing for Complex Shape Object Scattering Calculation // Proceedings of the IEEE International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory, MMET, 2018, PP. 192–195
9. Khrychov V., Legenkiy M. Electromagnetic Scattering for Complex Shape Objects with and without Cloaking // Proceedings of the IEEE international Conference on Ultrawideband and Ultrashort Smpulse Signals (uwbusis- 2018), Odessa – 2019.
10. Khrychov V., Legenkiy M. Cloak Modeling for Complex Shape Radar Target // Proceedings of IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), Lviv – 2019.
11. Khrychov V., Legenkiy M. Different components of the electromagnetic scattering of complex shape objects // Proceedings of the IEEE microwaves, radar and remote sensing symposium (MRRS-2020), 2020.
12. Khrychov V., Legenkiy M. Using KD-tree for Algorithm of Electromagnetic Scattering Calculation on Complex Shape Objects // Proceedings of the IEEE 3rd Ukrainian Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), Lviv – 2021
13. Khrychov V., Legenkiy M., "Modeling and Data Processing of the Electromagnetic Wave Scattering by Complex Shape Objects," 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Ukraine, 2022, pp. 550-553, doi: 10.1109/UkrMW58013.2022.10037135.

У дискусії взяли участь голова і члени разової спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:
**Батраков Д. О.,** д. ф.-м. н., проф. кафедри теоретичної радіофізики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

**Зауваження:**

- граматичні та стилістичні помилки у тексті;
- в дисертації не було порівняння з експериментальними даними, наведено порівняння запропонованого підходу із відомими теоретичними даними щодо розсіяння на простих об'єктах
- в роботі описано врахування перевідбиття між різними частинами об'єкта, але розглянуто випадок лише подвійного перевідбиття, для реальних цілий, які мають металеву поверхню, а, отже, і велике значення коефіцієнта відбиття, величина перевідбитого тричі і більше поля може бути такою, яку не можна відкидати із розгляду.
- при моделюванні намету, який розташовано нещільно до поверхні об'єкта також не враховано явище перевідбиття, хвилі, відбиті від поверхні об'єкта досягають покриття – частково проходять крізь нього, а частково відбиваються назад в напрямку до об'єкта. Схожий ефект слід враховувати при проходженні хвиль крізь шарувате покриття.

**Хардіков В.В.,** к. ф.-м. н., доц. кафедри теоретичної радіофізики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

**Зауваження:**

- зауваження до оформлення дисертаційної роботи
- не було виконано порівняння результатів отриманих алгоритмом, що розроблено, з відомими результатами із літератури для яких-небудь «складних» об'єктів?

**Питання:**

- чи можливо в побудованому алгоритмі врахувати дифузне відбиття, яке виникає у разі використання маскуючих покриттів

- чи було проведення порівняння отриманих результатів з результатами, що отримані іншими дослідниками для якихось складних об'єктів?

**Луценко В. І.,** д. ф.-м. н., професор, завідувач лабораторії моніторингу і спектроскопії середовищ Інституту радіофізики та електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України

**Зауваження:**

- присутні елементи недбалості при оформленні тексту та рисунків
- у списку посилань різні джерела посилань описані по різному, відсутня ідентичність.
- формулювання наукової новизни достатньо, інколи наведені результати більш відносяться до практичної значущості, а не до наукової новизни.
- При оцінці ЕПР об'єктів не враховується розсіяння від резонансних елементів, які особливо у міліметровому діапазоні можуть приводити до суттєвого підвищення ЕПР.
- Не розглядаються поляризаційні ефекти, що можуть у резонансній області приводити на підвищення ЕПР на декілька порядків.
- Викликає сумнів доцільність використання сплайн інтерполяції для опису вірогідності розподілу ЕПР. Здобувач апроксимував сплайнами одну і туж ДЗР об'єкта просто з різним кроком дискретизації і отримав різну сплайн інтерполяцію. Однак отримані апроксимації не повинні залежати від кроку, тобто бути робастними відностно цього несуттєвого випадкового параметру, який призводить до спотворень функції розподілу не пов'язаних з її природою.
- Термін пеленгування, як правило відносять до оцінки напрямку на ціль. В контексті цієї роботи краще замінити «пеленгування», на «виявлення».
- При довжині хвилі РЛС близько 3см товщина покриття для отримання також екрануючого ефекту повинна бути приблизно у 3 рази більшою. А при довжині хвилі 10см у 10 разів більшою, тобто 2,4см і 8см відповідно. Неясна можливість практичного використання покриття такої товщини на ракеті з міделем біля 60,8см.
- Взаємодія з підстильною поверхнею описується середнім значенням коефіцієнта відбиття, хоча для реальних поверхонь його значення буде для різних елементів об'єкта різним. Відбиття враховуються в рамках моделі дзеркального променю. Не враховуються дифузні відбиття. Неясно наскільки запропонований підхід може враховувати багаторазове розсіяння для динамічно змінної підстильної поверхні, наприклад моря при хвилюванні.

**Питання:**

- Чи можливо врахувати динамічні підстильні поверхні в запропонованому підході?
- Чи враховується резонансні явища на елементах моделі?
- Який принцип вибору розміру фацетів, на які розбита поверхня об'єкту? Що накладає обмеження на вибір цього розміру

Фесенко В. І., д. ф.-м. н., доц., провідний науковий співробітник відділу електронних НВЧ приладів, Радіоастрономічного інституту НАН України

**Зауваження:**

- Для моделювання відбиття хвилі від підстильної поверхні, в більшості випадків, недостатньо використовувати у якості основної характеристики коефіцієнт відбиття і представляти підстильну поверхню пласкою пластиною, реальні підстильні поверхні (ґрунт, бетон, тощо) повинні описуватись, використовуючи статистичний підхід і враховувати неоднорідність матеріалу, розташування та величину його геометричних нерівностей, тощо.

- В роботі не розглядаються резонансні явища, які можуть дати суттєвий внесок у результуюче розсіяне поле об'єктом складної форми. При визначенні радіолокаційної помітності можуть застосуватись підходи так званих яскравих точок (bright spots), які як раз базуються на резонансному відбитті хвилі від певних ділянок об'єкта складної форми, при такому підході полем від інших ділянок нехтують, бо воно має значно менший рівень.
- В роботі присутні деякі недбалості при оформленні, орфографічні помилки та описки,

**Питання:**

- Чому я кості тестового покриття було обране тришарове покриття і саме з вказаними параметрами?

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 Хричову Владиславу Сергійовичу ступінь доктора філософії з галузі знань10 – Природничі науки за спеціальністю 105 – Прикладна фізика та наноматеріали

Голова разової спеціалізованої вченої ради БЕРДНИК С. Л.