

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U001675

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-05-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ НУЦЗ України від 14.07.2026 №579



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Карпов Артем Андрійович

2. ARTEM KARPOV

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0007-9895-1574

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 263

Назва наукової спеціальності: Цивільна безпека

Галузь / галузі знань: цивільна безпека

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Цивільний захист

Дата захисту: 26-06-2026

Спеціальність за освітою: цивільна безпека

Місце роботи здобувача: Національний університет цивільного захисту України

Код за ЄДРПОУ: 08571363

Місцезнаходження: вул.Онопрієнка, Черкаси, Черкаський р-н., 18034, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 13689

Повне найменування юридичної особи: Національний університет цивільного захисту України

Код за ЄДРПОУ: 08571363

Місцезнаходження: вул.Онопрієнка, Черкаси, Черкаський р-н., 18034, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний університет цивільного захисту України

Код за ЄДРПОУ: 08571363

Місцезнаходження: вул.Онопрієнка, Черкаси, Черкаський р-н., 18034, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 61.01.92

Тема дисертації:

1. Метод електромагнітного детектування вибухонебезпечних предметів різного конструктивного виконання
2. Method of electromagnetic detection of explosive objects of various designs

Реферат/анотація:

1. Дисертація присвячена розробці методу електромагнітного виявлення вибухонебезпечних предметів із низьким вмістом металевих конструкційних елементів з метою підвищення рівня цивільної безпеки на деокупованих територіях при проведенні оперативного та гуманітарного розмінування. Проаналізовано стан цивільної безпеки України у контексті забруднення територій вибухонебезпечними предметами, серед яких присутні як штатна зброя країн колишнього СРСР та НАТО, так і саморобні вибухові пристрої. Значну частину становлять предмети з неметалевими конструкційними елементами, що суттєво ускладнює їх виявлення стандартними методами. Класифіковано основні методи дистанційного виявлення вибухонебезпечних предметів, які поділяються на фізичні, фізико-хімічні, хімічні та органолептичні. Встановлено, що найбільш доцільними для застосування при очищенні великих площ є електромагнітний метод та метод нейтронного аналізу, при цьому сучасні технічні рішення ще не забезпечують повної реалізації потенціалу електромагнітних методів. Проаналізовано структуру найпоширеніших вибухонебезпечних предметів на території Східної Європи та визначено основні вибухові матеріали у їх

складі. Встановлено, що найбільшу загрозу за параметром чутливості становлять капсулі-детонатори, які містять тетрил, гексоген, тринітротолуол та інші високочутливі речовини. Розрахунок дипольних моментів показав, що найбільш небезпечними в контексті впливу електромагнітних хвиль є вибухові матеріали з вмістом тетрилу, тоді як гексоген і пентаеритриттетранітрат залишаються інертними до такого впливу через симетричну молекулярну структуру. Розроблено електродинамічні та математичні моделі взаємодії електромагнітних хвиль НВЧ-діапазону з вибухонебезпечними речовинами та предметами на основі рівнянь Максвелла з відповідними граничними умовами. Розраховано коефіцієнти відбиття, переломлення та поглинання енергії залежно від діелектричної проникності, кута падіння хвилі та властивостей матеріалів. Встановлено, що речовини з високою діелектричною проникністю добре відбивають хвилі, що полегшує їх виявлення, тоді як TNT поглинає до 96% енергії, що створює ризик дистанційного підриву. Змодельовано взаємодію хвиль із багат шаровими структурами корпусів мін ПМН-2, ПФМ-1, МОН-90 та ПОМ-3, встановлено залежність хвильового опору від дипольного моменту вибухових речовин, що може змінюватися у 5–8 разів залежно від хімічного складу. Запропоновано метод дистанційного детектування вибухонебезпечних предметів за допомогою електромагнітних хвиль НВЧ-діапазону, що усуває безпосередній контакт людини з небезпечним предметом. Метод полягає у випромінюванні сигналів вертикальної та горизонтальної поляризації з набором частот, прийманні відбитих багаточастотних сигналів та подальшому опроміненні потужним імпульсним сигналом у напрямку виявленого об'єкта. Розроблено алгоритм електромагнітного детектування з 18 функціональних та 3 логічних блоків. Моделювання підтвердило залежність достовірності виявлення від глибини залягання та частоти сканування: зниження частоти з 3 до 1 ГГц підвищує ймовірність виявлення предметів розміром 0,1 м на глибині до 0,5 м. Створено функціональну схему електромагнітного детектора на основі цифрового процесора Blackfin. Для мін ТМ-62 забезпечується виявлення на глибинах до 50 см, для ПМН-2 та ПФМ-1 — до 20 см. Наукова новизна полягає у першому розробленні математичної моделі дифракції електромагнітних хвиль НВЧ-діапазону на незаглиблених вибухонебезпечних предметах з урахуванням їх діелектричних властивостей та хвильового опору, першому розробленні електродинамічної моделі дифракції при проходженні крізь багат шарову структуру вибухонебезпечного предмета шляхом розв'язання рівнянь Максвелла, а також у створенні методу електромагнітного детектування, який на відміну від існуючих дозволяє виявляти предмети з низьким вмістом металевих елементів як у заглибленому, так і незаглибленому розміщенні. Удосконалено математичну модель взаємодії електромагнітних хвиль з поверхнею вибухонебезпечних предметів під довільним кутом падіння з урахуванням ТМ та ТЕ поляризації, що дозволяє визначати оптимальні кути опромінення для максимальної селективної здатності. Результати дисертації впроваджено в підрозділах ДСНС України у Харківській області, Міжрегіональному центрі гуманітарного розмінування та швидкого реагування, науково-дослідному центрі ТОВ «Бранд Трейд» та в навчальний процес Національного університету цивільного захисту України.

2. The dissertation focuses on developing a method for electromagnetic detection of explosive ordnance with a low content of metallic structural components, with the aim of enhancing civil safety levels in de-occupied territories during operational and humanitarian demining. The state of civil safety in Ukraine was analysed in the context of territory contamination with explosive ordnance, including both standard weaponry of former USSR and NATO countries and improvised explosive devices. A significant proportion consists of items with non-metallic structural components, which substantially complicates their detection using standard methods. The principal methods of remote explosive ordnance detection were classified into physical, physicochemical, chemical, and organoleptic categories. It was established that the electromagnetic method and neutron analysis method are the most appropriate for clearing large areas, while current technical solutions do not yet fully realise the potential of electromagnetic detection technologies. The structure of the most widespread explosive ordnance in Eastern Europe was analysed and the principal explosive materials comprising them were identified. It was established that the greatest threat in terms of sensitivity is posed by detonator capsules containing tetryl, RDX, trinitrotoluene, and other highly sensitive substances. Calculation of dipole moments demonstrated that explosive materials containing tetryl are the most hazardous in the context of electromagnetic wave interaction, whereas RDX and

pentaerythritol tetranitrate remain inert to such influence due to their symmetric molecular structure. Electrodynamic and mathematical models of microwave electromagnetic wave interaction with explosive substances and ordnance were developed based on Maxwell's equations with appropriate boundary conditions. Coefficients of reflection, refraction, and energy absorption were calculated as functions of dielectric permittivity, wave incidence angle, and material properties. It was established that substances with high dielectric permittivity effectively reflect waves, facilitating their detection, whereas TNT absorbs up to 96% of incident energy, creating a risk of remote detonation. The interaction of waves with multilayer structural compositions of PMN-2, PFM-1, MON-90, and POM-3 mine casings was modelled, and the dependence of wave impedance on the dipole moment of explosive substances was established, which can vary by a factor of 5–8 depending on chemical composition. A method of remote detection of explosive ordnance using microwave electromagnetic waves was proposed, eliminating direct human contact with hazardous objects. The method involves transmitting signals of vertical and horizontal polarisation across a set of frequencies, receiving reflected multifrequency signals generated through interaction with nonlinear components of the ordnance, and subsequently irradiating the detected object with a high-power pulse signal. An electromagnetic detection algorithm comprising 18 functional and 3 logical blocks was developed. Modelling confirmed the dependence of detection reliability on burial depth and scanning frequency: reducing frequency from 3 to 1 GHz increases the probability of detecting objects of 0.1 m size at depths up to 0.5 m. A functional schematic of an electromagnetic detector based on the Blackfin digital processor was created. Detection is assured for TM-62 mines at depths up to 50 cm, and for PMN-2 and PFM-1 mines at depths up to 20 cm. The scientific novelty consists in the first development of a mathematical model of microwave electromagnetic wave diffraction on non-buried explosive ordnance accounting for dielectric properties and wave impedance; the first development of an electrodynamic diffraction model for wave propagation through the multilayer structure of explosive ordnance by solving Maxwell's equations; and the creation of an electromagnetic detection method which, unlike existing approaches, enables detection of ordnance with a low metallic content in both buried and surface-laid configurations. A mathematical model of electromagnetic wave interaction with explosive ordnance surfaces at arbitrary incidence angles was further advanced, incorporating TM and TE wave polarisation and allowing determination of optimal irradiation angles for maximum selectivity. The dissertation results have been implemented in units of the State Emergency Service of Ukraine in Kharkiv Oblast, the Interregional Centre for Humanitarian Demining and Rapid Response, the research centre of Brand Trade LLC, and in the educational process of the National University of Civil Protection of Ukraine.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0124U000287

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Кустов М., Карпов А. Sensitivity of explosive materials to the action of electromagnetic fields. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України, 2023. № 1(37). С. 4–17.
- Кустов М. В., Кулаков О. В., Карпов А. А., Басманов О. Є., Михайловська Ю. В. Модель дифракції електромагнітних хвиль на вибухонебезпечних предметах. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України, 2023. № 2 (38). С. 39–52.
- Кустов М. В., Кулаков О. В., Карпов А. А., Басманов О. Є., Михайловська Ю. В. Електродинамічна модель взаємодії електромагнітної хвилі з поверхнею вибухонебезпечної речовини. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків : НУЦЗ України, 2024. № 1(39). С. 81–95. DOI: 10.52363/2524-0226-2024-39-6.

- Карпов А. А., Кустов М. В., Кулаков О. В., Басманов О. Є., Михайловська Ю. В. Взаємодія електромагнітної хвилі з поверхнею реальної вибухонебезпечної речовини. Проблеми надзвичайних ситуацій. Черкаси: НУЦЗ України, 2024. № 2(40). С. 57-71.
- Карпов А.А., Кустов М.В., Корнієнко Р.В., , Іваненко О.О., Шаріпова Д.С. Експериментальна перевірка працездатності електромагнітного методу детекції вибухонебезпечних предметів. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України, 2025. № 1 (41). С. 50-61.
- Kustov M., Karpov A., Harbuz S., Savchenko A. Effect of Physical and Chemical Properties of Explosive Materials on the Conditions of their Use. Key Engineering Materials. 2023. Vol. 952. P. 143-154.
- Karpov A., Kustov M., Basmanov O., Kulakov O. Investigation of diffraction of electromagnetic microwaves on explosive materials. Advances in Science and Technology. International Scientific Applied Conference "Problems of Emergency Situations". Vol. 156. Trans Tech Publications Ltd., 2024. P. 91-102.
- Kustov, M., Karpov, A., Zimin, S., Strelec, V. Development of an Electromagnetic Detection Method for Explosive Materials. In Advances in Science and Technology. International Scientific Applied Conference "Problems of Emergency Situations". Vol. 170. Trans Tech Publications Ltd, 2025. P. 153- 162.

Наукова (науково-технічна) продукція: методичні документи; аналітичні матеріали

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0124U000287

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кустов Максим Володимирович

2. MAKSYM KUSTOV

Кваліфікація: д. т. н., професор, 21.02.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6960-6399

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет цивільного захисту України

Код за ЄДРПОУ: 08571363

Місцезнаходження: вул.Онопрієнка, Черкаси, Черкаський р-н., 18034, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сакун Олександр Валерійович

2. Oleksandr V. Sakun

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 20.02.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2964-071X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кривцун Володимир Іванович

2. Volodymyr I. Kryvtsun

Кваліфікація: д. т. н., старший науковий співробітник, 20.02.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3907-5320

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Код за ЄДРПОУ: 26614573

Місцезнаходження: вул. Стрілецька, Чернігів, Чернігівський р-н., 14033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство оборони України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Толкунов Ігор Олександрович

2. Ihor O. Tolkunov

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.26.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5129-3120

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет цивільного захисту України

Код за ЄДРПОУ: 08571363

Місцезнаходження: вул.Онопрієнка, Черкаси, Черкаський р-н., 18034, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Землянський Олег Миколайович

2. Oleh Zemlianskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 21.02.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2728-6972

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет цивільного захисту України

Код за ЄДРПОУ: 08571363

Місцезнаходження: вул.Онопрієнка, Черкаси, Черкаський р-н., 18034, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Мирошник Олег Миколайович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Мирошник Олег Миколайович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Палюх Віктор Валентинович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна