



pesconf.nuczu.edu.ua

ПРОБЛЕМИ
НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЙ

Civil Security
Цивільна безпека

International Scientific
Applied Conference
"PROBLEMS
OF EMERGENCY SITUATIONS"

Chemical Technology and Engineering
Хімічна технологія та інженерія

Physics and Materials Science
Фізика та матеріалознавство

Applied Geometry, Engineering Graphics and Information Technology
Прикладна геометрія, інженерна графіка та інформаційні технології

Cherkasy



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ



Міжнародна
науково-практична конференція

Проблеми
надзвичайних
ситуацій

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Черкаси
21 травня 2026 року

Редакційна колегія

Ігор ТОЛОК, к.пед.н., доцент, лауреат Державної премії України в галузі освіти, Заслужений працівник освіти України, Національний університет цивільного захисту України;

Юрій БОГУРСЬКИЙ, начальник Управління освіти, науки та спорту Державної служби України з надзвичайних ситуацій;

Олександр ДЖУЛАЙ, к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України;

Євгеній РИБКА, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Роман ПОНОМАРЕНКО, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Руслан МЕЛЕЩЕНКО, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Олександр ПОПОВ, д.т.н., професор, член-кореспондент Національної академії наук України, Центр інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики Національної академії наук України;

Валентин МЕЛЬНИК, к.т.н., доцент, Національний університет цивільного захисту України;

Володимир АНДРОНОВ, д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Національна академія Національної гвардії України;

Василь ПЕТРУК, д.т.н., професор, Заслужений природоохоронець України, Вінницький національний технічний університет;

Jenq-Renn CHEN, PhD, Professor, National Kaohsiung University of Science and Technology (Taiwan);

Юрій ОТРОШ, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Andy DUNCAN, International Committee of the Red Cross (Switzerland);

Юлія ДАНЧЕНКО, д.т.н., професор, Національна академія Національної гвардії України;

Wolfgang Karl-Heinz REICH, Joint Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Defence Centre of Excellence (Czech Republic);

Вадим НІЖНИК, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Luca ROMANO, Avvocato dell'Atomo (Italy);

Оксана КИРИЧЕНКО, д.т.н., професор, Національний університет цивільного захисту України;

Dieter ROTHBACHER, CBRN Protection GmbH (Austria);

Микола СУР'ЯНИНОВ, д.т.н., професор, Одеська державна академія будівництва та архітектури;

Erika SUZUKI, Gamma Reality Inc. (USA);

Konstantinos SOTIRIADIS, Institute of Theoretical and Applied Mechanics of the Czech Academy of Sciences (Czech Republic);

Андрій БАМБУРА, д.т.н., професор, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»;

Oksana TELAK, DSc, Main School of Fire Service (Poland);

Марія БАРАБАШ, д.т.н., професор, ТОВ «ЛІРА-САПР», Державне некомерційне підприємство «Державний університет «Київський авіаційний інститут»;

Oleh TURUTANOV, PhD, Comenius University (Slovakia);

Сергій БЛИК, д.т.н., професор, Київський національний університет будівництва і архітектури;

Денис ГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент, Черкаський державний технологічний університет;

Василь ГОЛІНЬКО, д.т.н., професор, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

Олександр ГОЛОДНОВ, д.т.н., професор, Національний авіаційний університет;

Rajnai ZOLTÁN, DSc, Professor, Óbuda University (Hungary);

Богдан ДЕМЧИНА, д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка»;

Laura COCHRANE, Emergent Countermeasures International Limited Company (United Kingdom);

Lucia FIGULI, PhD., Armed Forces Academy of General Milan Rastislav Štefánik (Slovakia);

Андрій КОНДРАТЬЄВ, д.т.н., професор, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова.

Відповідальний секретар: **Ніна РАШКЕВИЧ**, PhD, Національний університет цивільного захисту України.

Секретарі: **Ірина МЕЛЬНИК**, **Едуард ШОЛОКОВ**, **Владислав ЛОМАКІН**, **Вікторія ДАГІЛЬ**, **Людмила АНДРЕЄВА**, Національний університет цивільного захисту України.

Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Черкаси: НУЦЗ України, 2026. 566 с.

У збірнику включено матеріали міжнародної науково-практичної конференції «**Problems of Emergency Situations**», яка відбулася на базі Національного університету цивільного захисту України, за такими тематичними напрямками: запобігання надзвичайним ситуаціям; моніторинг та управління у сфері цивільного захисту; реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків; хімічні технології та інженерія, радіаційний та хімічний захист; екологічна безпека та охорона праці.

Рекомендовано до друку вченою радою навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки (протокол № 3 від 24.03.2026 р.).

МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ ФЕРОМАГНІТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ З ЕЛЕКТРОМАГНІТОМ ПІД ВОДОЮ

*Кулаков О. В., к.т.н., доцент,
Кустов М. В., д.т.н., професор*

Національний університет цивільного захисту України

Внаслідок відкритого воєнного нападу російської федерації на Україну виникла необхідність очищення території від вибухонебезпечних предметів для забезпечення безпеки людей та відновлення економічної й соціальної діяльності. Понад 137 тис. км² території України мають статус потенційно небезпечних. Частина замінованої території припадає на водні об'єкти.

Таким чином, підйом вибухонебезпечних предметів на поверхню води (гуманітарне підводне розмінування) є актуальним державним завданням в умовах сьогодення. Існує проблема підвищення ефективності гуманітарного підводного розмінування зокрема шляхом використанням електромагнітів.

Для підводних робіт зазвичай використовуються спеціальні електромагніти, призначені для підйому і переміщення металевих предметів у воді. Вони повинні бути герметичними і стійкими до впливу води.

ТОВ «Дніпроелектросила» випускає вантажопідйомний електромагніт серії Neptune для роботи під водою [1]. Електромагніт підйомний постійного струму типу КЕМ серії Neptune призначений для використання у воді та на поверхнях з захопленням та переміщенням холодних (екологічних) вантажів з феромагнітних матеріалів за допомогою кранових механізмів: металобрухт, відходи, металева стружка, катаний метал, злитки, сляби тощо, а також може використовуватися як сепаратор для феромагнітних включень. Може використовуватися на річкових та морських суднах для очищення води від металевих сміття та брухту.

Німецька компанія Woko розробила електромагнітні підйомники, придатні для роботи під водою [2]. Обмотка електромагніту герметично залита теплопровідним компаундом, а нижня поверхня захищена товстою немагнітною сталеву плитою. Це запобігає пошкодженню котушки ударами та проникненню води, забезпечуючи довговічність у польових умовах. Такі магніти застосовують для очищення дна портів від металобрухту. Сапери очищували порти Гамбурга від бомб, що не розірвалися, саме потужними електромагнітами компанії Woko на кранах – швидко і без занурення людей.

В США фахівцями дослідницької лабораторії ВМС (U.S. Naval Research Laboratory) під керівництвом Jim McDonald проводилися дослідження щодо підйому з під води боєприпасів, що не вибухнули [3]. Була запропонована напівавтоматична система, що забезпечує ефективний, відносно економічний і безпечний підхід до вилучення одиночних вибухонебезпечних предметів на мілководді (глибина не більше 15 футів). Вибухонебезпечні предмети візуалізуються за допомогою телебачення та/або гідролокатора й дистанційно піднімаються на поверхню за допомогою електромагніту або механічного грейфера. Найбільшу проблему уявляла система візуалізації. Телевізійна камера постійно не спрацьовувала належним чином для ідентифікації вибухонебезпечних предметів, особливо при погіршення видимості. Система підйому вибухонебезпечних предметів працювала надійно.

Труднощі під час застосування електромагніту для підйому вибухонебезпечного предмету на поверхню води обумовлюються, зокрема, відсутністю безпосереднього візуального контакту саперу з вибухонебезпечним предметом та складною геометричною формою вибухонебезпечного предмету й, як наслідок, відсутністю безпосереднього

контакту вибухонебезпечного предмету з робочою поверхнею електромагніту, що знижує ефективність його підйому на поверхню води.

Авторами побудовано модель, що математично описує взаємодію феромагнітних елементів вибухонебезпечних предметів з електромагнітом у вигляді соленоїду на осерді з феромагнітного матеріалу під водою. Магнітна проникність води близька до одиниці, й вода незначно послаблює магнітне поле, яке крізь неї проходить. Тому водне середовище суттєво не впливає на магнітні властивості електромагніту за умов його належної гідроізоляції. Показано, що величина магнітної індукції, необхідна для захвату предмету, виготовленого з феромагнітного матеріалу, залежить від площі робочої поверхні електромагніту за законом, близьким до гіперболічного. Вибухонебезпечні предмети, виготовлені з феромагнітних матеріалів, можуть бути вилучені з води за допомогою електромагнітів з визначеним параметром $\mu \cdot I \cdot n$ (де μ – магнітна проникність матеріалу осердя, I – сила струму в обмотці, n – щільність намотування обмотки). Параметр $\mu \cdot I \cdot n$ є функцією квадратного кореня від маси предмету, що підіймається, та є обернено пропорційним діаметру осердя електромагніту. Для підйому феромагнітних вибухонебезпечних предметів вагою до 100 кг потрібне осердя, виготовлене з матеріалу з високою величиною магнітної проникності μ , та висока щільність намотування обмотки електромагніту. Магнітна індукція на відстані r від робочої поверхні електромагніту радіусом R , змінюється згідно закономірності $R^3/(R^2+r^2)^{3/2}$. Чим більшим є діаметр осердя електромагніту, тим повільніше зменшується магнітна індукція при віддаленні від нього.

Запропоновано конкретні рекомендації щодо вибору електромагніту у вигляді соленоїду на осерді з феромагнітного матеріалу для підйому на поверхню води артилерійських снарядів (пострілів) з феромагнітними елементами. Наприклад, для підйому на поверхню води 152 мм касетного артилерійського снаряду 3-О-13 з осколковими бойовими елементами вагою $F = 57,6$ кг [4] застосовується електромагніт у вигляді соленоїду на осерді з феромагнітного матеріалу діаметром 0,1 м. Якщо снаряд щільно прилягає до поверхні полюсу електромагніту, то електромагніт повинен мати на полюсі магнітну індукцію $B=0,42$ Тл. Для цього електромагніт повинен характеризуватися параметром $\mu \cdot I \cdot n=3,34 \cdot 10^5$ А/м. Якщо снаряд щільно не прилягає до поверхні полюсу електромагніту, а знаходиться на відстані, наприклад, 0,02 м від полюсу, то електромагніт повинен мати на полюсі вже магнітну індукцію $B=0,53$ Тл та параметр $\mu \cdot I \cdot n=4,22 \cdot 10^5$ А/м.

ЛІТЕРАТУРА

1. Demz Company. URL: <https://demz.org/en/>
2. WOKO Magnet - und Anlagenbau GmbH. URL: <https://www.woko.de/de>
3. Efficient Shallow Underwater UXO Retrieval. Final Report MM-0606-FR.pdf 6/29/2010. URL: <https://serdp-estcp.mil/projects/details/6b04c4c0-2896-4bdf-8f56-57b34cfcee0b?handler=downloadProjectDetails>
4. Смирнов О. М., Бондар О. В., Матухно В. В., Гасцієв С. Д., Поліщук Д. В. Загальна будова вибухонебезпечних предметів : навч. пос. Том II. Харків : НУЦЗУ, 2023. 489 с.