

## ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ОПИС ПРОЦЕСУ ЗАКИДАННЯ ЕЛЕМЕНТУ, ЩО ТРАЛИТЬ НАТЯЖНІ ДАТЧИКИ ЦІЛІ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

*В наслідок агресії російської федерації в 2014 року, а також широкомасштабного вторгнення в лютому 2022 року Україна опинилася найбільш забрудненою вибухонебезпечними предметами країною світу. Актуальність питання розвідки та розмінування місцевості від вибухонебезпечних предметів як під час виконання ведення бойових дій так і при відсутності їх збільшилось в рази. Досвід війни показує, що противник незважаючи на міжнародні конвенції щодо заборони певних видів мінної зброї, застосовує весь свій наявний арсенал мін та саморобні вибухові пристрої, які часто встановлюються на невилучаємість. Найбільш поширеними та небезпечними в ході війни стали ВНП з натяжними датчиками цілі (на розтяжках). Через моральну та фізичну застарілість засобів розвідки та розмінування в підрозділах ЗС та ДСНС України ручний спосіб розвідки та розмінування є основним, що становить велику небезпеку саперам. Для зменшення ризику особового складу груп розмінування та піротехнічних підрозділів запропоновано застосування механічного засобу тралення ВНП з натяжними датчиками цілі.*

*На основі аналізу існуючих підходів щодо моделювання процесів розмінування, зокрема використання засобів для тралення натяжних датчиків цілі вибухонебезпечних предметів, запропонована формалізований опис закидання елемента, що тралить натяжні датчики цілі, який, на відміну від існуючих, враховує приріст питомої маси засобу для тралення (комбінація елемента, що тралить, і тросу) під час польоту. Одним із найбільш складних питань під час моделювання є визначення залежності параметрів польоту елемента, що тралить, від динаміки приросту маси тросу (шнура). Кінематичними параметрами елемента, що тралить, які досліджуються, є: кут вильоту, дальність, висота, час, швидкість польоту. Запропоновані удосконалення математичної моделі та послідовності проведення розрахунків дозволять підвищити точність результатів моделювання процесу тралення натяжних датчиків цілі вибухонебезпечних предметів під час обґрунтування вимог до засобів розмінування даного типу.*

*Ключові слова: модель польоту; вибухонебезпечний предмет; натяжний датчик цілі; тралення; елемент, що тралить; комплекти розвідки та розмінування місцевості.*

**Вступ.** В умовах ведення сучасних збройних конфліктів, війська (сили), як ніколи раніше, стали залежними від наявності вибухонебезпечних предметів (ВНП). Досвід ведення бойових дій в останніх конфліктах та війнах свідчить про те, що для досягнення переваги над противником, а також всебічного забезпечення своїх підрозділів, існує необхідність в пересуванні значної кількості військової техніки і особового складу. При наявності ВНП відбувається ускладнення їх пересування та виконання бойових завдань. Застосування мінної зброї через свою відносну дешевизну набула великих масштабів. Ці положення черговий раз підтвердились з розпочатою у 2014 році війни РФ проти України і набули найбільшої актуальності з початком широкомасштабного вторгнення противника у лютому 2022 року. Враховуючи, що темпи розвитку мінної зброї значно перевищують темпи розвитку протимінних засобів, зростає невідповідність між потребою Збройних Сил України у засобах розвідки та розмінування місцевості і їх недостатньою наявністю та невідповідністю сучасним вимогам.

Незважаючи на заборону використання певних видів мінної зброї рядом міжнародних конвенцій війська країни-агресора російської федерації все частіше використовують заборонені ВНП, як промислового виготовлення, так і саморобні вибухові пристрої. Найбільш поширених набули ВНП з натяжними датчиками цілі, які вкрай важко виявити та є найбільш небезпечними через велику відстань дії датчика цілі. Необхідно зауважити, що крім виконання бойових завдань з розвідки місцевості на наявність ВНП, пророблення проходів та розмінування,

постане не менш актуальне питання проведення суцільного розмінування звільненої місцевості. На сьогоднішній день через війну РФ проти України, за інформацією офіційних джерел, Україна стала найбільш забрудненою ВВП країною світу, в якій необхідно проводити розмінування на третині території [1,2]. За найоптимістичнішими прогнозами, зазначають фахівці, на очищення усіх забруднених ВВП українських земель знадобиться не менше 10 років.

**Постановка проблеми.** Виконання завдань з розвідки місцевості на наявність ВВП, пророблення проходів в мінних полях, суцільного розмінування під час ведення бойових дій покладено на інженерні підрозділи ЗС України, за відсутності впливу противника задання з очищення місцевості від ВВП в основному виконують піротехнічні підрозділи ДСНС України.

Підрозділи розвідки та розмінування інженерних військ ЗС України та піротехнічні підрозділи ДСНС мають на своєму оснащенні як механізовані (коткові та колійні мінні трали, установки розмінування), так і ручні засоби ведення розвідки на наявність вибухонебезпечних предметів, пророблення проходів в мінних полях та розмінування. Проте, зазначені засоби фізично та морально застарілі, не виробляються в Україні. Як наслідок, на сьогоднішній день ручний спосіб розвідки та розмінування, який є вкрай небезпечним для особового складу, залишається основним. Необхідно зауважити, що в світі не існує жодного технічного засоби, який би з 100% гарантією виконував завдання з розмінування, що також є підставою того, що людина на мінному полі буде виконувати завдання ще досить тривалий час. Тому ефективність та безпека виконання зазначених вище завдань буде залежати в першу чергу від професійної складової особового складу та його технічного оснащення.

На сьогоднішній день інженерно-саперні підрозділи ЗС України та піротехнічні групи ДСНС оснащені застарілими комплектами розвідки та розмінування КР-И, КР-Е, ВКР-1, ВКР-2. Обов'язковим елементом виконання завдань з розвідки та розмінування є перевірка місцевості на наявність ВВП з натяжними датчиками цілі. Виконання цього завдання відбувається вручну шляхом закидання елемента, що тралить («кішки») та його підтягування. Досвід виконання такого завдання показує, що закидання вручну в середньому відбувається на відстань до 20 м, а зусилля для підтягування досить значне і виконувати його треба лежачи. Враховуючи те, що відстані гарантованого ураження протипіхотних мін складають для МОН-50, 90, 100, 200 відповідно 50, 90, 100, 200 м, для ПОМ-3 та ОЗМ-72 25 м, гранати Ф-1 200 м небезпека для саперів дуже велика [3-6].

Вирішення зазначеного проблемного питання стає можливим за рахунок розробки механізованих засобів розвідки та розмінування місцевості з елементом, що тралить натяжні датчики цілі (ТЕ) та обґрунтування його параметрів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проведений аналіз джерел [7-10] у яких започатковано вирішення даного питання свідчить, що дослідженню процесу тралення ВВП з натяжними датчиками цілі приділена увага не в повному обсязі. В зазначених роботах в основному піднято та розглянуто часткові наукові задачі.

В роботі [7] наведено теоретичне обґрунтування складу комплексу технічних засобів інженерної розвідки руху військ (сил) на підставі аналізу дій підрозділів ЗСУ в АТО/ООС.

В [8] розглянута задача визначення параметрів польоту тіла кинутого під кутом до горизонту, яка може бути покладена в основу балістичної моделі тралення ВВП з натяжним датчиком цілі. В [9] при закиданні ТЕ враховуються тільки маса ТЕ, не враховуючи опору тросу (фалу). В статті [10] аналітична модель польоту ТЕ описана в полі паралельних сил, а дією із боку елементів тросу (фалу) тралення знехтовано, сили, що діють із боку елементів тралення можуть бути значними, що знижує адекватність моделі, що запропонована.

Таким чином, питання формалізованого обґрунтування процесу закидання елемента, що тралить натяжні датчики цілі ВВП, залишається актуальним і вимагає проведення подальших досліджень.

**Мета статті** є формалізований опис процесу закидання елемента, що тралить натяжні датчики цілі ВВП для визначення основного параметру засобу тралення ВВП – дальності закидання.

**Виклад основного матеріалу.** Комплекти розвідки та розмінування місцевості

призначені для оснащення підрозділів, що виконують завдання з розвідки та розмінування місцевості, екіпажів військової техніки для виконання завдань з забезпечення безпечного пересування особового складу та техніки по маршрутам висування військ, їх розміщення на місцевості, забезпечення виходу з замінованих ділянок спеціальної та транспортної техніки, для прокладання проходів в дистанційно встановлюваних мінних полях, позначення ВНП на місцевості їх зняття з місця та знешкодження.

Для якісного та безпечного виконання завдань з розмінування, комплект розвідки та розмінування місцевості повинен включати в себе такі засоби, як:

**засоби розвідки ВНП** (засоби, що тралють натяжні датчики цілі, щупи саперні, міношукачі, бомбошукачі, оптичні засоби розвідки, далекоміри, дистанційно-керовані (роботизовані) засоби);

**засоби розмінування** (засоби підриву, пристрої і приладдя перевірки та здійснення підриву, комплекти розмінування, дистанційно-керовані (роботизовані) засоби);

**засоби долання ВНП** встановлених дистанційно (переносні заряди пророблення проходів (розмінування) вибуховим способом, сачки, контейнери з довгими ручками);

**засоби позначення ВНП** (маркери позначення небезпечної зони на стойці, маркери позначення місцевості фарбові, маркери (фломастери) позначення предметів, кіперні ленти для позначення ділянок);

**засоби захисту особового складу** (захисні костюми сапера, бронежилети, захисні бронешоломи відповідного рівня захисту з захисним екраном, окуляри, засоби індивідуального захисту);

**засоби протидії ВНП** встановлених на дистанційне керування (системи радіоелектронного придушення від дистанційно керованих ВНП).

При проведенні розмінування місцевості, одним із найбільш ефективних способів знищення ВНП з натяжними датчиками цілі залишається їх тралення, яке на сьогоднішній день, як зазначалось вище, здійснюється вручну закиданням на заміновану ділянку місцевості елемента, що тралить (ТЕ), із подальшим його підтягуванням за допомогою шнуру [4,5].

При цьому особовий склад, який проводить розмінування місцевості від ВНП з натяжними датчиками цілі прагнуть досягти якомога більшої дальності закидання.

Для підвищення ефективності розвідки та ініціації спрацювання ВНП з натяжними датчиками цілі пропонується впровадження в комплекти розвідки та розмінування, як варіант, механічного засобу тралення, основними елементами якого є: корпус, механізм відстрілу елемента, що тралить; елемент, що тралить; трос та лебідка для його натягування. Фото засобу наведено на рис.1.



Рисунок 1. Зразок механічного засобу тралення ВНП з натяжними датчиками цілі

Під дією пружного елемента надається ТЕ початкову швидкість  $V_0$  під кутом  $L$  до горизонту, що забезпечує значно більшу дальність закидання, бо від цього залежить як розмір площі розвідувальної ділянки, так і безпека особового складу при проведенні тралення місцевості.

Відомо, що при закиданні тіла під кут  $\alpha_0 = \frac{\pi}{4}$  досягається найбільша дальність польоту [11,12]. Але це твердження справедливо для паралельного полю сил, без врахування опору, який обумовлюється різноманітними чинниками. У нашому випадку на ТЕ постійно діє сила з боку засобу тралення через трос. Слід взяти до уваги, що сили натягу троса є постійною величиною, але зі змінним кутом її напрямку. Це потребує модифікації рівнянь руху тіла по траєкторії з врахуванням фактору, що згаданий.

Для нашої моделі руху ТЕ приймаємо наступні припущення. Оскільки швидкість кидання та протяжність траєкторії невеликі, ми знехтуємо врахуванням опору повітря.

Сила натягу постійна за величиною, що забезпечується конструкцією ЗТ. Кут  $\beta$  напрямку сили є змінним і співпадає за напрямком з прямою, що проходить через точку кидання та ТЕ (рис.2).

Таким чином цей, кут  $\beta$  змінюється в межах від  $\frac{\pi}{4}$  до 0. Приймаємо, що початок координат співпадає з точкою кидання.

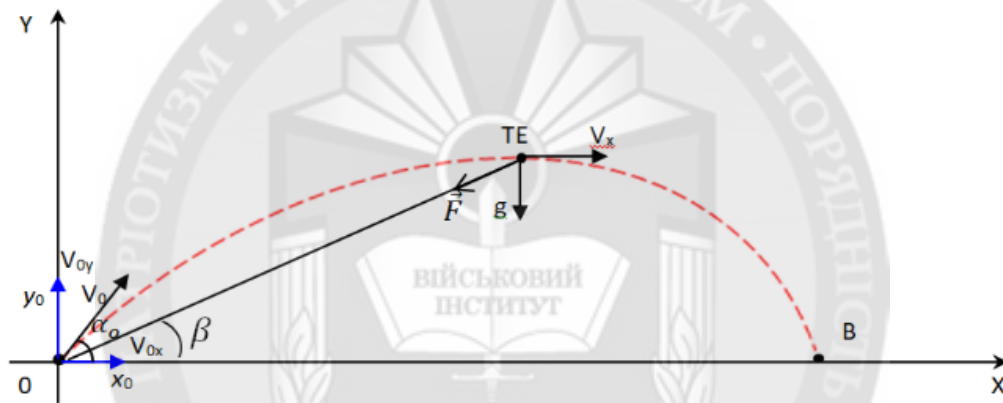


Рисунок 2. Модель траєкторії руху елемента, що тралить, кинутого під кутом

де  $F$  - сила, що діє на ТЕ з боку засобу для тралення;

$V_0$  - величина початкової швидкості кидання;

$\alpha_0$  - величина початкового кута кидання;

$\beta$  - кут між прямою, що з'єднує точку кидання з ТЕ.

Складемо систему диференціальних рівнянь руху ТЕ по вздовж координатних осей

$$\begin{cases} \ddot{y} = -\left(g + \frac{F}{m} \cdot \sin \beta(t)\right) \\ \ddot{x} = -\left(\frac{F}{m} \cdot \cos \beta(t)\right) \end{cases}, \quad (1)$$

де  $m$  - маса ТЕ;

$t$  - час польоту ТЕ.

Для врахування маси тросу, що змінюється, візьмемо до уваги декілька факторів. Його довжина (дальність закидання) не перевищує 50-80 м. Це обумовлюється, як показує практика, труднощами тралення для більших відстаней. З іншого боку вона не може бути менша за 25-30 м, що вимагають умов безпеки особового складу в процесі закидання (тралення).

Якщо позначити  $\rho$  повздовжню щільність фалу,  $L_T$  - типову довжину розмотки фалу, то  $m_T$  - типова маса фалу є  $m_T = \rho L_T$ . Тоді для врахування змінної маси фалу, що розмотується

прийmemo її середнє значення, а саме  $\frac{m_T}{2}$ . Таким чином в співвідношенні (1) масу тіла, що закидають слід збільшити на  $0,5m_T$ .

Для зменшення подальших викладок позначимо  $\Theta = \frac{F}{m + 0,5m_T}$

Тоді вираз (1) набуває наступного вигляду

$$\begin{cases} \ddot{y} = -(g + \Theta \cdot \sin \beta(t)) \\ \ddot{x} = -(\Theta \cdot \cos \beta(t)) \end{cases}, \quad (1)$$

Значення поточного кута  $\beta(t)$  визначено з наступного виразу

$$\beta(t) = \operatorname{arctg} \frac{y(t)}{x(t)}.$$

При підстановці  $\beta(t)$  у (1a) маємо

$$\begin{cases} \ddot{y} = -g + \Theta \cdot \sin \left[ \operatorname{arctg} \frac{y(t)}{x(t)} \right] \\ \ddot{x} = -\Theta \cdot \cos \left[ \operatorname{arctg} \frac{y(t)}{x(t)} \right] \end{cases},$$

що значно ускладнює її інтегрування.

Візьmemo до уваги той факт, що кут  $\beta(t)$  змінюється в інтервалі  $0 \leq \beta(t) < \frac{\pi}{4}$  це означає, що  $\cos \beta(t)$  змінюється досить повільно, а  $\sin \beta(t)$  майже лінійно. Це дозволяє із незначною втратою точності замінити їх відповідними середніми значеннями.

Для врахування впливу кута, напряму сили з боку троса застосуємо метод усереднення. Величину  $S_n$  – оцінку усередненого значення  $\sin \beta$  отримаємо зі співвідношення

$$S_n \frac{\pi}{4} = \int_0^{\pi/4} \sin \beta d\beta. \quad (2)$$

Після відповідних перетворень маємо  $S_n = 0,37$ .

Аналогічний підхід застосуємо до визначення  $C_n$  – що є усередненим значенням  $\cos \beta$ .

$$C_n \frac{\pi}{4} = \int_0^{\pi/4} \cos \beta d\beta, \quad (3)$$

Після перетворення маємо  $C_n = 0,898$ .

Тоді остання система (1) буде мати вигляд

$$\begin{cases} \ddot{y} = g + \Theta \cdot S_n \\ \ddot{x} = \Theta \cdot C_n \end{cases}. \quad (4)$$

Проінтегруємо двічі перше рівняння (4) з врахуванням  $V_{0y} = V_0 \sin \alpha_0$ , та  $y_0 = 0$

Тоді отримаємо

$$y(t) = -\frac{(g + \Theta S_n)t^2}{2} + V_0 \sin \alpha_0 t. \quad (5)$$

Після того, як ми проінтегруємо двічі, для початкових умов  $V_{0x} = V_0 \cos \alpha_0$  та  $x_0 = 0$  друге рівняння (4), отримаємо

$$x(t) = -\frac{\Theta C_n}{2} t^2 + V_0 \cos \alpha_0 t. \quad (6)$$

Зі співвідношення (5)  $-\frac{(g + \Theta S_n)t^2}{2} + V_0 \sin \alpha_0 t = 0$  отримуємо  $t_n$ , час польоту, коли ТЕ, який кинули, досяг точки приземлення, а саме

$$t_n = \frac{2V_0 S_n \alpha_0}{g + \Theta S_n}. \quad (7)$$

Підставимо  $t_n$  у співвідношення (6), отримаємо величину  $L$  – дальність польоту ТЕ

$$L = -\frac{2\Theta C_n V_0^2 \sin^2 \alpha_0}{(g + \Theta S_n)^2} + \frac{V_0^2 \sin 2\alpha_0}{g + \Theta S_n}. \quad (8)$$

Співвідношення (8) дає можливість оцінити один з важливих параметрів – дальність закидання. Дальність закидання ТЕ, як вже відмічалось вище, характеризує: ступінь безпеки особового складу при здійсненні тралення, величину зони розвідки та розмінування. Якщо відомі усі інші характеристики, а саме початкова швидкість, кут кидання, маса ТЕ, сила, що діє із боку троса,  $L$  можна розглядати як функцію багатьох змінних, а саме  $L = L(V_0, \alpha_0, m, T)$ , аргументи якої є характеристиками ТЕ.

В подальшому передбачається провести дослідження впливу умов до змін аргументів для реалізації досягнення максимальної довжини закидання елемента, що тралить ВВП з натяжними датчиками цілі.

**Висновки.** Таким чином, можна зазначити, що основним способом виконання завдань з розвідки місцевості на наявність ВВП та розмінування є ручний, який вкрай небезпечний для особового складу груп розмінування ЗС та піротехнічних груп ДСНС. Виконання завдань з розвідки та знищення ВВП з натяжними датчиками цілі пропонується здійснювати за допомогою механічного засобу, основними елементами якого є: корпус, механізм відстрілу елемента, що тралить; елемент, що тралить; трос та лебідка для його натягування. Для дослідження процесу закидання елемента, що тралить в роботі отримано математичну модель його польоту у полі сил тяжіння та сил, що діють з боку засобу, яка на відміну від існуючих враховує зміну маси троса в процесі його витягування та дозволяє оцінити один з важливих параметрів – дальність закидання в залежності від кута закидання елемента, що тралить.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. В Україні вибухівкою забруднено територію, розміром з чотири Швейцарії. URL: <https://suspilne.media/335002-v-ukraini-vibuhivkou-zabrudneno-teritoriu-rozmirom-z-cotiri-svejcarii/> (дата звернення: 17.03.2023).
2. Україна є найбільш замінованою країною у світі – Sky News. <https://www.unian.ua/war/ukrajina-ye-naybilsh-zaminovanoyu-krajinoju-u-sviti-sky-news-12126051.html>.
3. Наказ Генерального штабу ЗС України від 04.01.2017 № 2 “Про затвердження Керівництва із застосування інженерних боєприпасів підрозділами ЗС України”.
4. Наказ командувача Сил підтримки Збройних України від 12.10.2020 №67 «Про затвердження Настанови з подолання (маркування) інженерних загороджень».
5. Наказ Генерального штабу ЗС України від 19.10.2016 № 390 “Про затвердження Керівництва з подолання інженерних загороджень підрозділами Збройних Сил України”.

6. Горбулін В.П. Світова глобальна проблема розмінування: український вектор. Вісник Національної академії наук України. 2022. №2. С.3-13.
7. Фтемов Ю. О. Обґрунтування складу комплексу технічних засобів інженерної розвідки шляхів руху військ (сил). Системи озброєння і військова техніка. 2021. № 3. С. 45–51.
8. Ментус І. Є. Ефективність інженерних боєприпасів : Навч. Посіб. Кам'янець-Подільський : ФВП ПДАТУ, 2008. 80 с.
9. Шишанов М. О., Коцюруба В. І. Балістична модель тралення вибухових пристроїв з натяжним датчиком цілі. Науковий журнал. 2016. № 2. С. 95–98.
10. Krivtsun, V., Ahejev, O., & Bondarenko, O. (2021). Mathematical model of flight of an element that drains tension sensors of entire explosion hazardous objects. Journal of Scientific Papers "Social Development and Security", 11(6), 118-126.
11. Кошкин Н. І., Шишкевич М. Г. Справочник по элементарной физике : підручник. Москва : Наука, 1976. 256 с.
12. Кузьо І. В., Ванькович Т. М., Зінко Я. А. Теоретична механіка. Статика. Кінематика : Навч. Посіб. Львів : Вид-во «Растр-7», 2010. 324 с.

#### REFERENCES:

1. V Ukraini vybukhivkoiu zabrudneno terytoriiu, rozmirom z chotyry Shveitsarii. URL: <https://suspilne.media/335002-v-ukraini-vibuhivkou-zabrudneno-teritoriu-rozmirom-z-cotiri-svejcarii/>. (data zvernennia: 17.03.2023).
2. Ukraina ye naibilsh zaminovanoiu krainoio u sviti – Sky News. <https://www.unian.ua/war/ukrajina-ye-naybilsh-zaminovano-yu-krajino-yu-u-sviti-sky-news-12126051.html> (data zvernennia: 21.03.2023).
3. Nakaz Heneralnoho shtabu ZS Ukrainy vid 04.01.2017 № 2 “ Pro zatverdzhennia Kerivnytstva iz zastosuvannia inzhenernykh boieprypasiv pidrozdilamy ZS Ukrainy”.
4. Nakaz komanduvacha Syl pidtrymky Zbroinykh Ukrainy vid 12.10.2020 № 67 «Pro zatverdzhennia Nastanovy z podolannia (markuvannia) inzhenernykh zahorodzen».
5. Nakaz Heneralnoho shtabu ZS Ukrainy vid 19.10.2016 № 390 “Pro zatverdzhennia Kerivnytstva z podolannia inzhenernykh zahorodzen pidrozdilamy Zbroinykh Syl Ukrainy”.
6. Horbulin V.P. Svitova hlobalna problema rozminuvannia: ukrainskyi vektor. Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy. 2022. №2. S.3-13.
7. Ftemov Yu. O. Obgruntuvannia skladu komplektu tekhnichnykh zasobiv inzhenernoi rozvidky shliakhiv rukhu viisk (syl). Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika. 2021. № 3. S. 45–51.
8. Mentus I. Ye. Efektyvnist inzhenernykh boieprypasiv : Navch. Posib. Kamianets-Podilskyi : FVP PДАТУ, 2008. 80 s.
9. Shyshanov M. O., Kotsiuruba V. I. Balistychna model tralennia vybukhovoykh prystroiv z natiazhnym datchykom tsili. Naukovyi zhurnal. 2016. № 2. S. 95–98.
10. Krivtsun, V., Ahejev, O., & Bondarenko, O. (2021). Mathematical model of flight of an element that drains tension sensors of entire explosion hazardous objects. Journal of Scientific Papers "Social Development and Security", 11(6), 118-126.
11. Koshkyn N. I., Shyshkevych M. H. Spravochnyk po elementarnoi fyzyke : pidruchnyk. Moskva: Nauka, 1976. 256 s.
12. Kuzo I. V., Vankovych T. M., Zinko Ya. A. Teoretychna mekhanika. Statyka. Kinematyka : Navch. Posib. Lviv : Vyd-vo «Rastr-7», 2010. 324 s.

**D.Sci. prof. Korolev V.M., Ph.D. Kryvtsun V.I., Ahejev O.V.**

#### **A FORMALIZED DESCRIPTION OF THE PROCESS OF THROWING AN ELEMENT THAT TRAPS TENSION SENSORS OF AN EXPLOSIVE ORDNANCE TARGET**

*As a result of the aggression of the Russian Federation in 2014, as well as the large-scale invasion in February 2022, Ukraine became the most explosive contaminated country in the world. The relevance of the issue of reconnaissance and demining of the area from explosive devices both during and in the absence of combat operations has increased many times over. The experience of war shows that the enemy, despite international conventions banning certain types of mine weapons, uses its entire arsenal of mines and improvised explosive devices, which are often set to be unremovable. The most widespread and dangerous*

*IEDs during the war were those with tensioned target sensors (tripwires). Due to the moral and physical obsolescence of reconnaissance and demining equipment in the units of the Armed Forces and the SES of Ukraine, manual reconnaissance and demining is the main method of reconnaissance and demining, which poses a great danger to sappers. To reduce the risk to the personnel of demining groups and pyrotechnic units, it is proposed to use a mechanical means of trawling for UXOs with tension target sensors.*

*Based on the analysis of existing approaches to modeling demining processes, in particular the use of means for trawling tension sensors of explosive objects, a formalized description of the throwing of the element that trawls the tension sensors of the target is proposed, which, unlike the existing ones, takes into account the increase in the specific mass of the trawling means (a combination of the trawling element and the cable) during the flight. One of the most difficult issues in modeling is to determine the dependence of the flight parameters of the trawling element on the dynamics of the mass gain of the cable (cord). The kinematic parameters of the trawling element under study are: angle of departure, range, height, time, and flight speed. The proposed improvements to the mathematical model and the sequence of calculations will improve the accuracy of the results of modeling the process of trawling the tension sensors of an explosive target when substantiating the requirements for this type of demining equipment.*

*Keywords: flight model; explosive object; tension target sensor; tracing; trailing element; reconnaissance and demining kits.*

