

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РОБОТОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

студент Бондаренко А. О., доцент, к.т.н., Янушкевич Д. А.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра КІТАМ, м. Харків, Україна
e-mail: anton.bondarenko@nure.ua, dmytro.ianushkevych@nure.ua

Abstract. The aim of the work is to model the process of humanitarian demining with the use of military robotic systems. One of the problems facing countries in all regions of the world, where hostilities have taken place or where military conflicts exist, is facing the problem of finding and identifying explosive devices. The search for and identification of anti-personnel mines and explosive devices is characterized by increasing attention to the problems of creating military robotic systems. The characteristics of military robotic complexes used in the process of humanitarian demining should be determined by complex modeling, which can be described using a semi-Markov model of its operation.

Вступ. Всі воєнні конфлікти супроводжуються широким застосуванням протипіхотними сторонами протипіхотних мін та вибухонебезпечних предметів (ВНП). Однією з проблем, з якою країни у всіх регіонах світу, де велись бойові дії або існують воєнні конфлікти стикаються з проблемами пошуку та ідентифікації ВНП. Для здійснення пошуку та ідентифікації ВНП характерним є зростання уваги до проблем створення робототехнічних комплексів та систем військового, спеціального та подвійного призначення (РКВП). Це обумовлюється намаганням усіх передових країн світу до збереження людського життя, в контексті якого використання РКВП дозволяє досягти позитивних результатів.

Основна частина. Гуманітарне розмінування – комплекс заходів, які проводяться з метою ліквідації небезпек, пов'язаних із вибухонебезпечними предметами (ВНП), включаючи нетехнічне та технічне обстеження територій, складення карт, виявлення, знешкодження та/або знищення ВНП, маркування, підготовку документації після розмінування, надання громадам інформації щодо протимінної діяльності та передачу очищеної території/

Головними завданнями у проблемі гуманітарного розмінування є пошук та ідентифікація ВНП. В ідеальному варіанті бажано виявляти ВНП на безпечній відстані (70 - 100 метрів від розміщення людей), а розвідку мінних полів бажано вести у будь-який час доби і у будь-яких метеорологічних умовах. Також до актуальних завдань відноситься ідентифікація ВНП на тлі численних перешкод від неоднорідностей навколишнього середовища і різних сторонніх предметів (гільзи та

осколки від снарядів, зброї, металобрухт тощо). Ці вимоги можна забезпечити, якщо у системі гуманітарного розмінування застосовувати роботизовано комплекси.

Характеристики РКВП, які застосовуються у процесі гуманітарного розмінування повинні визначатись шляхом комплексного моделювання. Для моделювання процесу розмінування існує нагальна потреба розробки комплексної моделі цього процесу, як функціонування РКВП у процесі гуманітарного розмінування, складові якого наведені на рис. 1 [1].

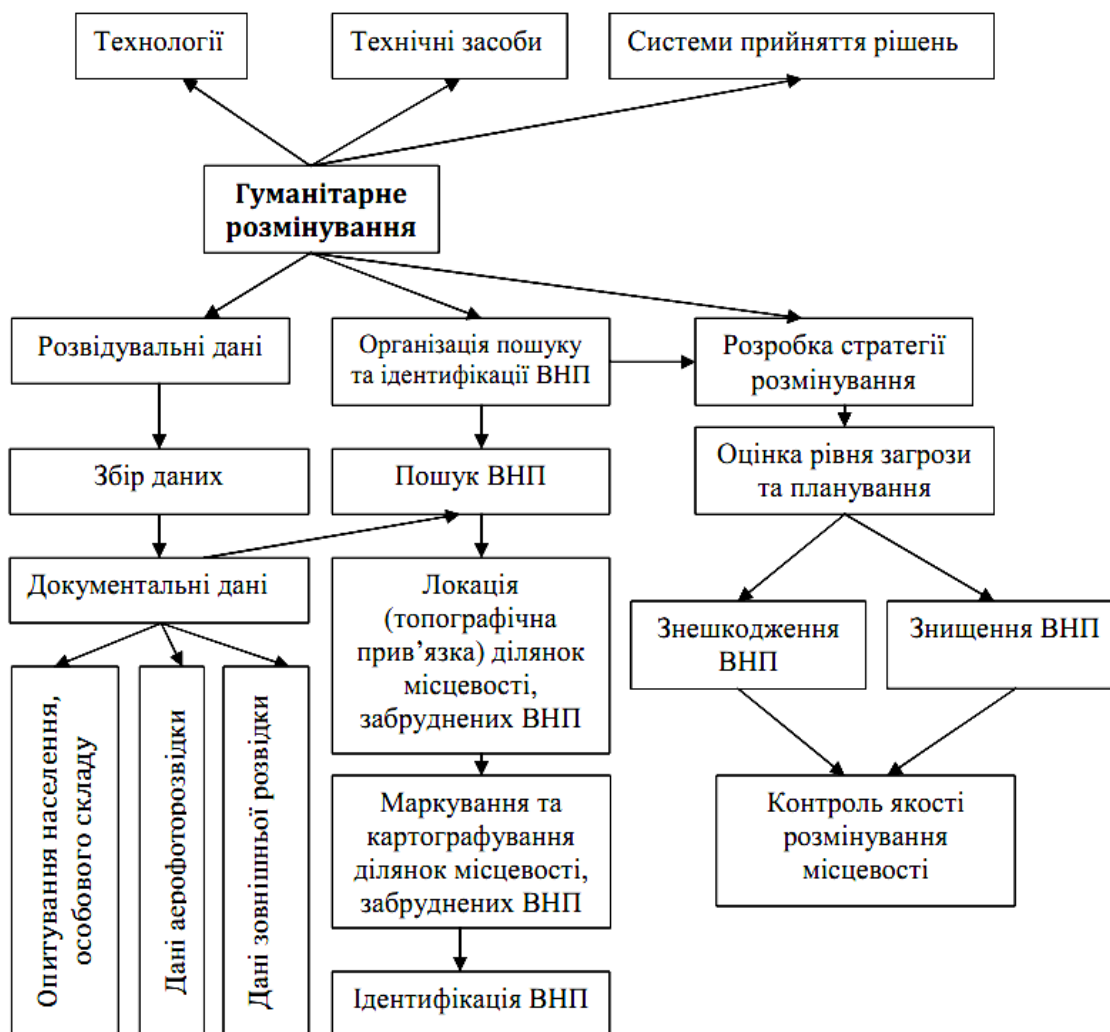


Рисунок 1 – Складові процесу гуманітарного розмінування

Виявлення ВВП означає їх пошук та ідентифікацію у відповідності з їх демаскуючими ознаками. Демаскуючі ознаки ВВП зумовлені низкою чинників. До них можна віднести:

- наявність вибухової речовини;
- наявність локально розташованої маси металу (навіть в так званих «неметалічних» югославських мінах є до 0,1 г алюмінію та металева пружина для спрацювання детонатора);

– характерна форма мін та ВНП;
– неоднорідності середовища, де розміщений ВНП (порушення поверхні ґрунту, дорожнього покриття, стіни будівлі, порушення кольору рослинності або снігового покриву тощо).

Додаткові демаскуючі фактори, які можуть бути не завжди:

- наявність провідної лінії управління міною;
- наявність годинникового механізму або електронного таймера;
- наявність сейсмічного, магнітного або оптичного датчика цілі;
- наявність антени для радіоприймальних пристроїв ВНП.

Отже, міна може виявлятися, в основному за рахунок трьох факторів:

– наявності зосередженої маси вибухової речовини;
– характерна конструкція міни (форми, матеріалу корпусу тощо);
– порушення однорідності навколишнього фону (кольору рослинності, щільності ґрунту тощо).

Виявлення ВНП здійснюється за двома напрямками:

– пошук окремих мін (характерні відстані тут від декількох сантиметрів до декількох метрів);
– розвідка мінних полів (характерні дальності від десятків метрів до декількох кілометрів).

У загальному підході постановка задачі щодо комплексного моделювання процесу розмінування з використанням РКВП може бути розглянуто, як процес його функціонування.

Такий процес описується за допомогою деякої фізичної системи S , яка може перебувати в одному з наступних станів:

S_1 – РКВП розгорнуто, підготовлено для розмінування та почато пошук ВНП;

S_2 – РКВП здійснює маркування місцевості, яку перевірено на наявність ВНП;

S_3 – РКВП виявив невідомий предмет;

S_4 – РКВП ідентифікував невідомий предмет, як ВНП;

S_5 – РКВП вилучив ВНП із середовища, що його укриває;

S_6 – РКВП транспортує ВНП у разі можливості до місця знищення;

S_7 – РКВП знешкоджує ВНП;

S_8 – РКВП знищив ВНП;

S_9 – РКВП здійснив контроль якості розмінування місцевості або знищення ВНП;

S_{10} – РКВП втратив спроможність виконувати завдання згідно з бойовим призначенням.

Орієнтований граф переходів системи $S = \{S_1, S_2, \dots, S_{10}\}$ з одного стану в інший під час розмінування наведено на рис. 2 та ґрунтується на представленні у вигляді напівмарковських процесів [2].

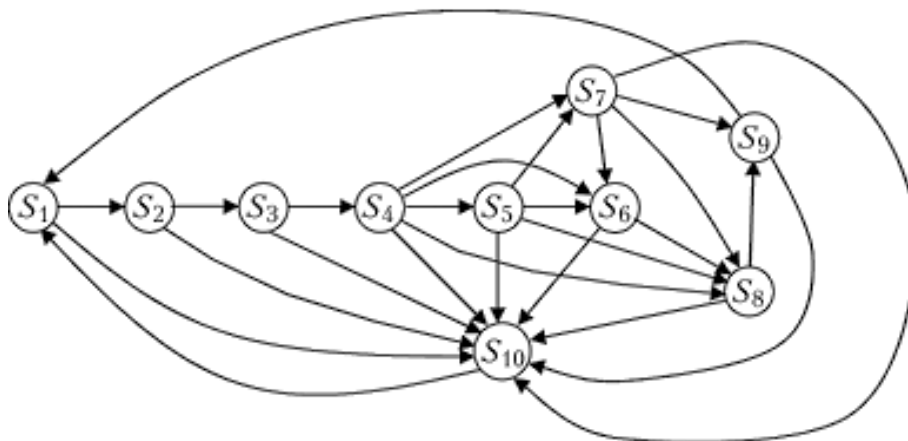


Рисунок 2 – Граф станів процесу гуманітарного розмінування

Висновки. Таким чином застосування РКВП для проведення робіт з гуманітарного розмінування дає можливість зберегти життя людей при його здійсненні та на даний час є дуже актуальним завданням.

Пошук та ідентифікація ВВП для гуманітарного розмінування є комплексним завданням. У зв'язку з цим, для проведення гуманітарного розмінування РКВП повинні бути оснащені відповідними маніпуляторами та детекторами, засобами прийняття рішень та застосовуватись на етапах розвідки, пошуку, локації, маркування, ідентифікації, знешкодження, знищення (утилізації) ВВП. Підвищити ефективність проведення робіт з гуманітарного розмінування можливо за рахунок моделювання його процедури та ґрунтується на представленні у вигляді напівмарковських процесів.

Список використаних джерел.

1. Nevliudov, I., Yanushkevych, D., Ivanov, L. Analysis of the state of creation of robotic complexes for humanitarian demining. / I. Nevliudov, D. Yanushkevych, L. Ivanov // Technology Audit and Production Reserves, 6/2 (62). – 2021. – P. 47-52.

2. Шишанов М. О., Коцюруба В. І., Гусяков О. М. Комплексне моделювання процесу розмінування з використанням засобів інженерного озброєння / М. О. Шишанов, В. І. Коцюруба, О. М. Гусяков // Озброєння та військова техніка, 4 (2014). – С. 42-44.