

УДК 621.1

**С.С. Ковалішин****Ю.К. Монахов****І.В. Симоненкова***Військова академія (м. Одеса), Україна*

## **ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА БАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ РОЗРОБКИ, ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАСТОСУВАННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕДОВИХ КРАЇН СВІТУ**

*На основі аналізу тактико-технічних характеристик та базових технологій у сфері розробки, виробництва та застосування наземних роботизованих комплексів та платформ військового призначення передових країн світу визначено основні тенденції їх розвитку для розробки основних напрямків роботизації Сухопутних військ Збройних Сил України.*

***Ключові слова:** наземний роботизований комплекс, тенденції, програма розвитку НРК, технології, розробка, виробництва, впровадження у війська, застосування.*

### **Постановка проблеми**

Практична потреба оснащення Сухопутних військ (СВ) Збройних Сил (ЗС) України наземними роботизованими комплексами (НРК) та наземними роботизованими платформами (НРП) визначається, виходячи з прогнозованого характеру перспективних війн і збройних конфліктів. Об'єктивна необхідність подальшого реформування ЗС України обумовлює актуальність даної тематики досліджень. Підвищення рівня оснащення ЗС НРК в умовах сучасних війн забезпечує досягнення переваги над противником з одночасним скороченням чисельності військовослужбовців і техніки, а також дозволяє суттєво зменшити втрати особового складу.

Розробка НРК (НРП) ВП у ЗС України – завдання відносно нове. Тому, з метою визначення основних напрямків розвитку НРК (НРП) у ЗС України, перш за все, необхідно провести аналіз тенденцій у сфері розробки, виробництва і застосування НРК та у галузі базових технологій для їх удосконалення з урахуванням досвіду передових країн світу.

### **Аналіз останніх досягнень і публікацій**

Аналіз останніх досягнень і публікацій свідчить про зростання уваги до питань створення НРК (НРП) військового призначення та сприяє визначенню основних напрямків їх розвитку та бойового застосування [1-7]. Разом з тим, в дослідженнях і публікаціях на сучасному етапі розвитку та реформування ЗС України не повною мірою відображені основні тенденції розвитку НРК (НРП) та базових технологій їх виробництва.

### **Постановка задачі та її розв'язання**

Метою роботи є узагальнення основних тенденцій і напрямків розвитку НРК (НРП) СВ ЗС України, а саме:

- тенденцій удосконалення основних ТТХ НРК;
- тенденцій у сфері розробки, виробництва, впровадження у війська та застосування НРК;
- напрямків розвитку наукових досліджень у галузі розвитку базових технологій для розробки НРК.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

За останні роки в галузі військової робототехніки відбулися кардинальні зміни, які пов'язані з масовим виробництвом і випробуваннями у бойових умовах. Істотного прогресу досягнуто передовими країнами світу в галузі підвищення автономності та удосконалення параметрів НРК. Для визначення

основних напрямків розвитку НРК (НРП) СВ ЗС України доцільно провести аналіз відомих тенденцій у сфері їх розробки, виробництва, впровадження у війська та застосування.

### **Тенденції розвитку тактико-технічних характеристик та основних параметрів НРК (НРП) військового призначення на базі аналізу їх впровадження у війська та застосування**

На думку аналітиків Об'єднаної ради ЗС США з вироблення вимог до ТТХ та основних параметрів роботів (Joint Requirements Oversight Council, JROC), до головних напрямків удосконалення ТТХ роботів ВП варто віднести нижчеперелічені тенденції [1].

#### **1. Розширення розвідувальних можливостей НРК**

Більшість бойових НРК для виконання завдань за призначенням застосовують засоби розвідки, які забезпечують пошук, виявлення, визначення державної приналежності та розпізнавання цілей, та використовують ці данні для своїх потреб, або передають координати цілей засобам ураження.

Широке застосування засобів оптико-електронної розвідки обумовлене високою достовірністю інформації та скритністю процесу розвідки. Недоліком є невелика за розмірами зона пошуку та вплив кліматичних умов, що обмежують можливості даного виду розвідки.

Ефективне та швидке виявлення цілей у досить об'ємному просторі можливе лише радіолокаційними засобами. Їх здатність функціонувати цілодобово, за будь-яких погодних умов є суттєвою перевагою порівняно з оптичними засобами. Разом з тим, недостатня точність визначення координат і, особливо, труднощі під час вирішення проблеми розпізнавання об'єктів і забезпечення скритності, вимагають комплексного використання радіолокаційного і оптичного діапазонів.

Розширення розвідувальних можливостей НРК пропонується здійснювати за рахунок:

- комплексного застосування всіх видів розвідки;
- підвищення енергетичної скритності активних елементів НРК;
- розвитку базових технологій.

#### **2. Збільшення часу автономної роботи НРК**

Ключовим елементом підвищення ефективності сучасних НРК є підвищення рівня їх автономності, тобто здатності виконувати поставлені завдання залежно від поточного стану й сприйняття навколишнього середовища, без втручання людини. За суттю, збільшення часу автономної роботи НРК визначається часом їх роботи в автономному режимі за рахунок наявності надійних бортових джерел живлення, можливості здійснювати точну навігацію й позиціонування (точність визначення власних координат НРК не повинна перевищувати розміру НРК), здатності сприймати дані про навколишнє середовище за допомогою сенсорних пристроїв та інтерпретувати їх. Отже, для досягнення необхідного рівня автономності НРК ВП повинні мати у своєму розпорядженні інтелектуальну систему навігації й забезпечувати надійне розпізнавання об'єктів.

Щоб забезпечити майже повну або цілком повну автономність, навігаційна система робота має об'єднати в єдине ціле сенсорну систему сприйняття навколишнього середовища, систему зв'язку, планування маршруту й різні технології навігації. Однак, у будь-якому разі НРК повинен мати достовірну інформацію про навколишнє середовище, що надходить від сукупності датчиків різної фізичної природи, і, за необхідності, забезпечити спритні маніпуляції з різного роду об'єктами.

Крім того, автономний НРК має самостійно здійснювати постійний контроль стану своїх вузлів і агрегатів для забезпечення ремонту за результатами технічного діагностування та діяти в умовах динамічних змін навколишнього середовища.

#### **3. Покращення ТТХ і ударного потенціалу НРК, оснащення їх нелетальною зброєю**

На думку закордонних фахівців ударний потенціал НРК доцільно покращити за рахунок оснащення їх летальною зброєю, особливо зброєю на нових фізичних принципах. Але, у зв'язку з невизначенням етико-моральних та правових аспектів роботизації, необхідно передбачити оснащення НРК нелетальною зброєю, яка дозволяє вести бойові дії, не наносячи зайвих втрат живій силі й матеріальним цінностям противника. До цієї групи озброєння належать:

- лазерна зброя;

- зброя, що використовує інфразвукові генератори;
- зброя, що створює електромагнітний імпульс неядерного походження;
- зброя, заснована на дії речовин, здатних руйнувати (нейтралізувати) матеріал основних елементів бойової техніки (зміна структури металу, щільності рідини й т.п.).

Нелетальна зброя є доцільною у ситуаціях, коли використання не тільки ядерної, але й класичної зброї було б за різних причин (політичних, етичних, моральних, екологічних) небажаним. Зазвичай, противник не підготовлений до застосування такої зброї й, відповідно, не має досить ефективних засобів оборони. Система нелетальної зброї призначена не тільки для застосування проти живих цілей, але й для виводу з ладу бойової техніки й об'єктів, які необхідні для ведення бойових дій. За останніх років помітних успіхів у даному напрямку досягли США, які першими використали побідну зброю під час збройного конфлікту у Перській затоці.

Зі зростаючою загрозою терористичних атак усе більшого значення набуває тенденція оснащення нелетальною зброєю спеціальних антитерористичних підрозділів для її використання під час антитерористичних операцій, особливо в міських умовах.

#### **4. Збільшення дальності дії каналів управління та зв'язку НРК**

У разі використання дистанційного методу управління дальність дії НРК залежить від дальності радіозв'язку і складає усього один-два кілометри, оскільки обмежено зоною прямої видимості. Аналогічну дальність дії НРК має під час застосування лазерного зв'язку. Для збільшення дальності дії НРК необхідно забезпечити збільшення дальності зв'язку або використовувати автономний метод управління, який не вимагає постійної наявності зв'язку з оператором.

Приймання та передавання інформації за межі прямої радіовидимості під час дистанційного управління НРК можливо забезпечити за допомогою ретрансляторів, космічних апаратів зв'язку військового й подвійного призначення, а також пілотованої авіації, БПЛА, аеростатів тощо.

У разі застосування радіоканалів для дистанційного управління НРК підвищуються вимоги до каналу зв'язку. До того ж саме управління обмежується низкою принципівих недоліків, а саме:

- обмеженням радіусом дії;
- демаскуванням об'єкта й пункту управління;
- можливістю застосування противником засобів радіоелектронної й вогневої протидії.

Тому, безсумнівно, в інтересах розширення бойових можливостей НРК військові фахівці приділяють серйозної уваги перспективним засобам зв'язку, які, за суттю, є критичними елементами їх успішного застосування. Тенденція подальшого розвитку мобільної робототехніки спрямована на підвищення автономності НРК за рахунок передачі функцій людини-оператора бортовим засобам.

#### **5. Підвищення перешкодозахищеності каналів управління та зв'язку НРК**

Надійно придушити перешкодами військовий канал зв'язку, що працює на дистанції 1–1,5 км, практично нереально. В подальшому радіозв'язок може дублюватися управлінням по оптичному кабелю. Крім того, є ще лазерний зв'язок. Пристроєм для лазерної сигналізації оснащений, наприклад, новий американський робот MAARS. При цьому, ні туман, ні дим не є нездоланною перешкодою для лазерного зв'язку на відстані 1,5–2 км – усі ці зависи цілком прозорі для досить потужного випромінювання деяких частот. Втім, дублювання систем зв'язку здебільшого викликані побоюваннями з приводу механічних пошкоджень апаратури, ніж з приводу перешкод.

Важлива відмінність сучасного етапу розвитку НРК від попередніх періодів – орієнтація на необхідність функціонування в мережецентричному інформаційному просторі. У разі реалізації мережецентричної концепції управління приймально-передавальні модулі НРК можуть взаємодіяти безпосередньо один з одним. Кожна з ліній зв'язку у такій мережевій архітектурі є дуплексною, причому у напрямку від командного пункту передається незначний обсяг службових команд, у той час як від модулів НРК надходить потужний потік сенсорної інформації від відеокамер, тепловізорів,

радіолокаційних і акустичних датчиків, бортової телеметричної апаратури. Отже, найбільшу складність представляє реалізація ліній зв'язку для передачі сенсорних і телеметричних даних, оскільки для цього лінії зв'язку повинні мати широку смугу пропускання з урахуванням забезпечення достатньої перешкодозахищеності й скритності.

Для створення каналів зв'язку з НРК, на думку закордонних фахівців, можна використовувати відомі напрацювання, які застосовані у безпілотних летальних апаратах (БПЛА) та адаптовані до НРК з урахуванням специфіки середовища їх функціонування. Мова йде про стандарти НАТО STANAG 4609 Ed.2, STANAG 7023, STANAG 4586. [2]. Даний підхід доречний, оскільки в багатьох сценаріях бойового застосування передбачається спільне використання угруповання НРК і БПЛА. При цьому БПЛА забезпечують функції ретрансляторів сигналів від НРК до пунктів управління, що перебувають за межами зони прямої видимості.

Зазначена спільність підходів до забезпечення каналів зв'язку БПЛА й НРК є ключовим чинником, що сприяє зниженню вартості відповідного обладнання та розширенню функціональних можливостей НРК різного призначення.

#### **6. Проведення уніфікації підсистем НРК**

На думку закордонних фахівців уніфікація має забезпечити багатофункціональність, сумісність, можливість інтеграції до існуючих й перспективних структур зразків НРК. Основну увагу необхідно приділяти створенню:

- уніфікованих наземних пунктів управління щодо обробки інформації;
- єдиного програмного й алгоритмічного забезпечення;
- єдиної системи управління військами й зброєю;
- єдиних принципів побудови системи зв'язку та прийому-передачі даних;
- стандартизованого універсального комплексу обладнання, яке здатне трансформувати НРП у бойовий робот для виконання завдань за призначенням;
- уніфікованих процесів обслуговування НРК і навчання бойових розрахунків.

#### **7. Удосконалення енергозабезпечення НРК**

На думку закордонних фахівців енергозабезпечення має бути поставлено на перше місце серед усіх параметрів. Наявність джерел живлення з високою щільністю енергії критична для екзоскелетів і крокуючих роботів. Основна увага під час створення елементів живлення нового покоління має приділятися зниженню масо-габаритних параметрів акумуляторних батарей з одночасним збільшенням їх потужності.

Найближчих років планується обладнати НРК мініатюрними акумуляторними батареями, електрогенераторами, електромоторами. Прикладом таких досліджень можуть слугувати проекти Strand A і Strand B британської компанії QinetiQ з розробки переносних паливних елементів на метанолі й боразоні, відповідно. Найперспективніші дослідження ведуться у галузі використання рідких вуглеводнів, які мають більшу щільність енергії, ніж акумулятори й паливні елементи. Перспективним напрямком досліджень залишається створення мініатюрних (порядку 1 см) роторних двигунів внутрішнього згорання. Двигуни на традиційному рідкому паливі залишаються найпоширенішим варіантом для автономних роботів. Передбачається, що робот зможе без участі оператора виявляти та розпізнавати джерела енергії й ідентифікувати тип палива (газ, дизельне паливо, бензин та ін.). Визначеним рідким або газоподібним паливом робот буде заповнювати свої паливні баки для забезпечення енергією електрогенераторів або електромоторів. Обов'язковою вимогою до системи живлення є можливість багаторазового її заповнення паливом і перезарядження акумуляторної батареї з використанням сонячної енергії.

#### **8. Удосконалювання систем технічного зору НРК**

Застосування систем технічного зору для роботів дозволяє суттєво розширити їхні можливості. Це комплексне завдання полягає у розпізнаванні й ідентифікації об'єктів, які потрапили у поле зору робота, реконструкції моделі навколишнього світу й визначенні власного місця розташування, розпізнаванні пересувань і інших подій.

Сьогодні системи технічного зору досягли значного прогресу в порівнянні з першими експериментами. Системи відеоспостереження здатні підраховувати кількість людей, вести спостереження за конкретною особою, розпізнавати людей й номери машин, визначати складні події. Автономні транспортні засоби ідентифікують дорожні знаки. Проте, завдання розробки систем технічного зору поки не має остаточного вирішення. Серед основних проблем, над якими активно працюють у багатьох лабораторіях світу, можна виділити:

- потребу в обчислювальних потужностях на мобільних платформах;
- аналіз зображень із урахуванням їх мінливості (точки зору, освітленості та ін.);
- реконструкцію навколишнього середовища за рахунок систем 3D зору за допомогою лидарів;
- ідентифікацію й розпізнавання образів, у тому числі за допомогою нейронних мереж;
- розвиток хмарних сервісів для розпізнавання об'єктів.

Одним з можливих шляхів вирішення завдання «розуміння» роботами того, що вони «бачать», є використання хмарних сервісів, що акумулюють знання про навколишнє середовище.

Для виконання завдань, не потребуючих роботи в режимі реального часу, обробку інформації можна перемістити до хмарного сервісу. Перехід до використання розподілених обчислювальних ресурсів дозволяє реалізувати принципи децентралізованого управління, знизити вартість бортового комп'ютера НРК, підвищити живучість за рахунок залучення, наприклад, зовнішніх ресурсів замість бортових засобів, що вийшли з ладу. Розподілені обчислювальні ресурси також забезпечать паралельне виконання різних функцій системи для скорочення часу відгуку на зміни в навколишньому середовищі, отже надасть можливості підвищити швидкість руху НРК по пересіченій місцевості.

Прототипом майбутнього хмарного середовища для бойових НРК може слугувати «інтернет-мозок» *Carputa* [3], створений європейськими вченими в межах проекту *Roboearth*. Це база знань із описами об'єктів і явищ реального миру. Передбачається, що до даної бази роботи будуть підключатися у разі виникнення позаштатної ситуації, не запрограмованої у бортових комп'ютерах. Крім того, хмарний сервіс *Carputa* може виділяти по телекомунікаційних каналах свої обчислювальні ресурси для доповнення штатного «інтелекту» роботів у критичні моменти їх функціонування.

На сьогодні вироблені основні підходи до вирішення проблем у галузі технічного зору й відбувається їх адаптація для прикладних завдань. Основним завданням є створення надійної системи технічного зору для НРК, яка зможе ухвалювати рішення на рівні людини без тривалого тренування. Обчислювальна складність завдань, що вирішуються, вимагає відповідних зусиль розроблювачів апаратного забезпечення.

### **9. Вирішення проблем розпізнавання цілей, аналізу обстановки і ситуацій НРК**

Одним з об'єктів, який здатний виявити робот, є людина. На сьогодні дослідні зразки апаратури можуть розпізнати її тільки за умов нерухомого положення носія. Людина виявляється системою розпізнавання НРК за допомогою сукупності наступних типів датчиків: акустичного, інфрачервоного, лазерного, у видимому спектрі й у міліметровому діапазоні. Кількість й типи датчиків залежать від характеру завдань і умов їх виконання.

Після 2025 року розпізнавання людини НРК, імовірно, зможе здійснюватися й під час руху. Підвищення можливостей робота буде реалізоване завдяки новим науково-технічним досягненням у галузі створення лазерної й мікрохвильової техніки (базові технології).

Після 2030 року можна очікувати, що оснащення НРК біодатчиками дозволить їм практично без зниження швидкості руху виділяти, класифікувати людину й тварину (наприклад, службову собаку), серед об'єктів, що рухаються, порівнюючи їх за розмірами, тепловими параметрами та іншими характеристиками. Для реалізації даної можливості планується створити датчики, що виконують функції органів слуху, зору й нюху. Чутлива апаратура робота буде функціонувати здебільшого як комбінований біосенсор, а не як набір електронних компонентів.

### **10. Впізнавання НРК за принципом «свій-чужий»**

Ціль впізнавання – підвищити ефективність виконання поставлених завдань у бойових умовах і зменшити, втрати у разі ненавмисного використання зброї проти своїх та союзницьких військ.

Для впізнання НРК на полі бою в реальному масштабі часу доцільно використовувати запитально-відповідальний метод прямої ідентифікації цілі. З урахуванням цього США, Німеччина, Франція та Великобританія розробили й погодили оперативні вимоги до впізнання цілей у стандарті STANAG 4579 «Апаратура впізнання цілі на полі бою», який був представлений у штабі НАТО 1999 року [4]. Ключові положення цього стандарту зводяться до того, що засоби розпізнання цілей на полі бою повинні забезпечувати запит/відповідь цілі у міліметровому діапазоні довжин хвиль (33-40 ГГц), у реальному масштабі часу, за будь-яких умов та мати невелику масу й габарити апаратури [4]. Країни НАТО погодили стандарт STANAG 4579 і розробили національні програми щодо створення відповідних засобів впізнання та визначили строки їх впровадження у війська.

### **11. Удосконалювання групового застосування НРК, зокрема спільно зі штатними екіпажними зразками ОВТ**

Групове застосування розглядається як наступний етап підвищення можливостей НРК, у ході якого планується погодити спільні дії машин, об'єднати їх у групи під управлінням обмеженого числа операторів, наділити здатністю самостійно приймати рішення у ході виконання поставленого завдання. Отже, з використанням груп робіт розширюється площа району проведених робіт, збільшується перелік виконуваних ними функцій за рахунок установки на них виконавчих пристроїв різного типу. Крім цього, імовірність рішення поставленого завдання зростає за рахунок можливості перерозподілу завдань між роботами групи, у випадку виходу з ладу одного або декількох з них [5].

Розвиток систем управління НРК за їхнього групового використання ускладнюється у зв'язку з відсутністю алгоритмів управління групою НРК у природньому середовищі в умовах організованої протидії противника. Розроблювачі НРК вважають, що найбільші труднощі під час організації групового застосування пов'язані з настроюванням і експлуатацією системи управління ними, тому прогнозують поетапне розширення можливостей систем управління групами комплексів.

У період до 2025 року планується розробка програмного забезпечення й апаратних засобів системи управління групою НРК із одного ПУ. Створення нових методів організації групового застосування робіт дозволить використовувати у складі групи до десяти таких НРК. Здебільшого цей процес стимулюється черговим етапом мініатюризації електронно-обчислювальних пристроїв, що дозволить суттєво розширити інтелектуальні можливості НРК.

Можливості управління декількома групами робіт, що виконують завдання у різних районах, будуть вивчатися й удосконалюватися до 2035 року. Планується, що права на застосування НРК перейдуть командирам підрозділів тактичного рівня, що, у свою чергу, забезпечить можливість децентралізованих дій з'єднань і частин на оперативно-тактичному й тактичному рівні.

У період до 2045 року очікується кардинальне розширення можливостей щодо групового застосування НРК. Зі збільшенням кількості комплексів чисельність обслуговуючого персоналу буде скорочуватися. Рішення на застосування НРК зможе ухвалювати кожний військовослужбовець самостійно, на основі оцінки поточної обстановки. Постановка завдання й обмін інформацією між людиною й НРК будуть здійснюватися різними способами. До основи системи управління планується закласти алгоритми, що дозволяють обробляти й узагальнювати інформацію від різнорідних засобів, а також вирішувати завдання забезпечення каналів обміну даними з необхідною пропускну здатністю й надійністю. У ряді випадків НРК буде надаватися право на самостійне ухвалення рішення на основі пошуку оптимального варіанта з погляду ефективності дій і забезпечення безпеки своїх сил і засобів [5].

Питання групового застосування НРК під час виконання бойових завдань (ураження особового складу й ОВТ противника) залишається складним і поки остаточно не вирішеним.

### **Тенденції розвитку військової робототехніки, які доцільно враховувати під час розробки НРК**

Окрім зазначених вище головних напрямків удосконалення НРК, останнього часу військовими фахівцями виявлено додаткові можливості розвитку військової робототехніки, які сформульовані у наступних тенденціях.

### **1. Тенденція покращення заходів безпеки під час автономного застосування зброї НРК**

Першим реальним «механічним піхотинцем» Пентагона став робот SWORDS. 2006 року SWORDS успішно пройшов випробування. При цьому робот вів вогонь із відстані до 1,5 км, до того ж дуже влучно. Підготовлений солдат з відстані 300 м попадає в ціль розміром з баскетбольний м'яч. Робот з такої ж відстані вражав монету, причому з 70-ти пострілів – жодного промаху). Отже, уперше виявилася величезна перевага роботів у виконанні найпростішого бойового завдання [6]. З середини 2006 року роботи надійшли у війська, а 2007-го – три SWORDS були розгорнуті в Іраку. Протягом декількох років військові використовували їх як стаціонарні кулеметні точки, але згодом відмовилися від їхніх закупівель і фінансування програми через побоювання побічного збитку. Дальність дії кулемета була більше, ніж у сенсорів цього НРК у зв'язку з чим роботи втрачали управління й не виконували команди оператора, отже існували ризики нещасних випадків. За підсумками інциденту програмне забезпечення SWORDS довелося повністю замінити.

У травні 2008 року Пентагон заявив про постачання для армії США першого бойового робота MAARS з трирівневою системою контролю, що дозволяє уникнути вогню по своїх та полягає у наступному:

- оператор може задавати обмеження зон, у яких дозволений або заборонений вогонь. Це звичайна обережність, але вона припускає можливість самостійного ведення вогню без команди оператора в дозволених зонах. Виробники особливо підкреслюють, що дозвіл на відкриття вогню роботом буде віддавати тільки людина-оператор, хоча подібна схема управління буде неефективною;

- є обладнання, яке відвертає озброєння робота від позицій своїх військ;
- є система, що не дозволяє машині вистрілити у власний блок дистанційного контролю.

### **2. Тенденції розробки підвищення захищеності НРК**

Важливою тенденцією розробки НРК є підвищення захищеності (захисту НРК від куль і уламків керамічної або композитної броні), а також забезпечення «малопомітності» НРК (НРП) шляхом:

- максимального зменшення висоти роботів;
- виготовлення корпусу з радіопрозорих композитних матеріалів;
- зниження видимості вузлів і агрегатів, виконаних з металу, за рахунок екранування;
- зниження рівня теплового випромінювання заміною двигуна внутрішнього згоряння на електродвигун, КПД якого значно вище, що значно підвищить скритність пересування;
- зниження рівня шуму від двигуна внутрішнього згоряння, який демаскує, за рахунок використання менш шумної силової установки на електротязі.

### **3. Тенденція розробки НРК у ролі транспортного засобу НРП**

У ролі транспортного засобу НРК використовують для:

- доставки (або поповнення) військово-технічного майна (ВТМ) на бойові позиції взводних опорних пунктів, що перебувають у зоні вогневого впливу противника, без втрати людей та вантажу;

- перевезки важкого вантажу вслід за підрозділом, залишаючи військовослужбовцю лише його невеликий рюкзак із самим необхідним. Якщо піхотинець у часи Першої світової війни носив на собі близько 27 кг вантажу, то сьогодні цей вантаж складає вже близько 60 кг [7]. Результати стрільб, які були проведені військовослужбовцями після здійснення маршу з навантаженням у 50 кг на відстань 20 км, показали, що число промахів по мішенях зросло на 26 % у порівнянні з результатами контрольних стрільб, а точність влучення у центр мішені знизилася на 33 %. На думку експертів, у майбутньому ця проблема тільки збільшиться [7];

- евакуації поранених з поля бою. НРП має знайти пораненого на полі бою, завантажити його на транспортний засіб, за можливості, надати йому першої медичної допомоги й направити пораненого у встановлене місце;

- евакуації гусеничної та колісної техніки безпосередньо з поля бою. НРП має забезпечити виявлення пошкодженої техніки, автоматичне зчеплення з нею й транспортування її до пункту збору пошкоджених машин.

Кожен транспортний засіб для доставки та поповнення матеріально-технічних засобів повинен мати робототехнічний пристрій для проведення вантажно-розвантажувальних робіт, який здатний ідентифікувати матеріально-технічні засоби за складськими кодами.

Сьогодні відбувається впровадження елементів нових технологій до оснащення в сфері складської й транспортної логістики. Автономні пристрої для автоматизації складів і виробничих приміщень уже стали доступні й активно впроваджуються по всьому світу.

#### **4. Розробка крокуючих НРК та екзоскелетів**

Під час бойових дій в Афганістані занепокоєння викликала нездатність колісних та гусеничних транспортних засобів пересуватися там, де пересуваються солдати, яким вони призначені допомагати. Так виникла нова тенденція – створення та застосування крокуючих НРК та екзоскелетів.

Розроблений за замовленням Пентагона для морської піхоти крокуючий робот Bigdog, не було прийнято на озброєння, а витрачені на створення робота 42 млн. доларів не окупилися. Пов'язане це, насамперед, з обмеженими можливостями робота, крім цього, він занадто гучний і повністю демаскує позиції й переміщення морських піхотинців. Командування морської піхоти не влаштувала й полегшена версія Bigdog – робот Spot, оскільки його корисне навантаження не більше 18 кг, отже він не може використовуватися ними у ролі транспортного засобу, хоча й має низку переваг [6].

Мета застосування екзоскелетів полягає в збільшенні витривалості й сили людини. Розрізняють два типи екзоскелетів: пасивного живлення, що не мають джерел й працюють завдяки зусиллям оператора, і силові, які використовують різні приводи. Сьогодні провідні позиції в розробці екзоскелетів займають США, Японія, Ізраїль.

Найвідомішими проектами екзоскелетів для військового застосування є HULC (DARPA, Каліфорнійський університет у Беркли, Lockheed Martin) і XOS Exoskeleton (DARPA, Sarcos, Raytheon), які, за заявами американської преси, доведені до етапу підготовки до виробництва. Основним технологічним бар'єром для використання активних екзоскелетів є відсутність належних автономних джерел енергії. Найефективніші акумуляторні батареї поки не забезпечують час роботи, необхідний для практичного застосування пристрою. Наприклад, зразок екзоскелета HULC дозволяє переносити вантаж до 90 кг, але працює він лише протягом усього однієї години.

Перспективним представляється використання екзоскелетів і для професійного застосування під час гасіння пожеж, розбору завалів, ліквідації наслідків стихійних лих, розмінування.

#### **Тенденція зростання впливу базових технологій на розвиток робототехніки**

Американські фахівці вважають, що для відтворення всіх здатностей людини комп'ютер повинен здійснювати порядку 100 трлн. операцій у секунду й мати достатню оперативну пам'ять. На сьогодні можливості мікропроцесорної техніки у десятиро менше. У зв'язку із цим, принципово важливого значення набуває нарощування швидкодії й мініатюризація розроблювальних мікропроцесорів. Зараз мінімальні розміри процесорів на основі кремнієвих напівпровідників обмежені технологіями їх виробництва, що базуються на ультрафіолетовій літографії. За даними доповіді апарата міністра оборони США, ці граничні розміри в 0,1 мкм будуть досягнуті вже 2018–2020 рр. Разом із тим, альтернативою ультрафіолетовій літографії може стати застосування оптичних, біохімічних і квантових технологій створення перемикачів і молекулярних процесорів.

На думку фахівців, процесори, розроблені з використанням методів квантової інтерференції, зможуть збільшити швидкість обчислень у тисячі разів, а нанотехнології – у мільйони разів.

Крім необхідності розвитку обчислювальних систем і систем зв'язку, розвиток робототехніки вимагає використання найсучасніших технологій для створення [6]:

- трансгенних біополімерів, що застосовуються для розробки ультралегких, надміцних, еластичних матеріалів з підвищеними характеристиками малопомітності для корпусів НРК;
- покриття з наночастинок електропровідних полімерів, що дозволять на їхній основі розробляти систему динамічного камуфляжу для НРК та інших засобів збройної боротьби;



- мікроелектромеханічних систем, що поєднують у собі мікроелектронні й мікромеханічні елементи;
- водневих двигунів, що дозволяють знизити гучність НРК, – «інтелектуальних матеріалів», що виконують певну функцію під дією зовнішніх впливів;
- магнітних наночастинок, здатних забезпечити прорив у розробці пристроїв зберігання інформації, суттєво розширивши обсяг пам'яті НРК. Потенціал технології досягається за рахунок використання спеціальних наночастинок розміром 10–20 нм, – 400 Гбит на см<sup>2</sup> [6].

Володіння такими базовими технологіями – запорука успіху в забезпеченні необхідного ступеня роботизації військ.

### Висновки

На думку закордонних фахівців, необхідно продовжити вдосконалення розвідувальних можливостей НРК, збільшити час автономної роботи до доби та більше, нарощувати ударний потенціал, оснащуючи НРК, в тому числі, не смертними видами зброї, домагатися максимальної уніфікації апаратури й підсистем різних типів НРК.

Тенденції розвитку базових технологій повинні стати основними науковими дослідженнями з НДР (ДКР), що спрямовані на підвищення автономності управління, збільшення радіуса дії, розвитку засобів технічного зору у комбінації з алгоритмічним забезпеченням для автоматичного розпізнавання цілей і формування сценаріїв бойового застосування. На порядку денному – реалізація здатності НРК сприймати голосові команди управління, самостійно вибирати маршрут пересування й адаптувати його з урахуванням поточної обстановки. Крім того, пріоритетним завданням є поліпшення перешкодо-захищеності каналів передачі даних і команд управління в умовах групового застосування НРК.

Однією з основних тенденцій сучасного розвитку НРК (НРП) ВП є поступовий перехід від дистанційно-керованих до напівавтономних, а в перспективі – до автономних. Це дозволить усунути основні недоліки дистанційно-керованих комплексів.

Для підвищення ефективності бойового застосування НРК необхідно впровадження системи його впізнавання за принципом «свій-чужий».

Розвиток робототехніки суттєво залежить від прогресу базових технологій, особливо від розвитку обчислювальних систем і систем зв'язку, а також вимагає використання найсучасніших технологій створення спеціальних матеріалів. З вирішенням зазначених проблем спектр застосування НРК буде значно розширюватися на основі створення як багатоцільових, так і спеціалізованих роботів.

Незважаючи на нинішню економічну непривабливість багатьох проектів, а іноді – і їх безперспективність, як це відбулося з роботом Bigdog, передові країни світу продовжують проводити довгострокову політику в галузі розвитку НРК військового призначення, яка дозволить не тільки зменшити чисельність їх армій, але й значно підвищить їх бойові можливості.

### Перспективи подальших досліджень

На сьогодні у ЗС України відсутнє єдине наукове обґрунтування структури, складу та призначення систем НРК для СВ. Внаслідок цього, метою подальших досліджень є: наукове обґрунтування переліку необхідного типу зразків НРК (НРП); подальший розвиток методологічних основ обґрунтування ТТХ та ОТВ до таких зразків; розробка методик оцінки бойового застосування зразків роботизованого озброєння.

### Список використаних джерел

1. *Каляев И. Боевым роботам нужна программа / И. Каляев, И. Рубцов // Национальная оборона. – 2016. (oborona.ru/includes/periodics/defense/2012/0801/20258963/detail.shtml 07.04.2016).*
2. *Сердюк П. Средства связи с наземными роботизированными системами – современное состояние и перспективы / П. Сердюк, В. Слюсар // Электроника: 2014. – НТБ №7 (00139). – С. 1–9.*

3. Hunziker D., Gajamohan M., Waibel M., D'Andrea R. *Rapyuta: The RoboEarth Cloud Engine*. – 2013. [robearth.org/uploads/RCE2013.pdf](http://robearth.org/uploads/RCE2013.pdf).
4. Соломенин Е. Перспективы обеспечения опознавания целей в коалиционных операциях НАТО / Е. Соломенин, А. Ярыгин // *Зарубежное военное обозрение*, – 2012, – № 7. – С. 27–30.
5. Ветлугин Р. Робототехнічні комплекси СВ США й погляди військових фахівців на їхнє застосування / Р. Ветлугин, А. Васильків // *Закордонний військовий огляд*. – 2016, – №6, – С. 55–59.
6. Макаренко С.И. Робототехнические комплексы военного назначения – современное состояние и перспективы развития / С.И. Макаренко // *Системы управления, связи и безопасности*. – 2016.-№2, – С. 73–132.
7. Боевые роботы и шагающие роботы, военные роботы и транспортные роботы для вооруженных сил. Главная страница. – УК «АЛЬЯНС. ВЕНЧУРНЫЙ БИЗНЕС» // *Технологии и инновации. Роботы и боевые машины на службе в вооруженных силах*. 11.01.2011.

**Рецензент:** Скачков В.В., д.т.н., проф., Військова академія (м. Одеса)

### **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И БАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ РАЗРАБОТКИ, ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ СТРАН МИРА**

С.С. Ковалишин, Ю.К. Монахов, И.В. Симоненкова

*На основе анализа тактико-технических характеристик и базовых технологий в сфере разработки, производства и применения НРК (НРП) военного назначения передовых стран мира определены основные тенденции их развития для разработки основных направлений роботизации СВ Вооруженных Сил Украины.*

**Ключевые слова:** наземный роботизированный комплекс, тенденции, программа развития НРК, технологии, разработка, производство, внедрение в войска, применение.

### **TRENDS OF THE DEVELOPMENT TACTICIAN-TECHNICAL FEATURES AND BASE TECHNOLOGY IN AREA OF THE DEVELOP, PRODUCTION AND USING OVERLAND ROBOTIZED MILITARY COMPLEX LEADING COUNTRIES OF THE WORLD**

S. Kovalishin, U. Monahov, I. Simonenkova

*On base of the analysis tactician-technical features and base technology in sphere of the development, production and using overland robotized complex (NRC) that platforms (NRP) of the military leading countries of the world are determined main trends of their development for development of the main trends to robotization of the Land troopses of Armed Power of the Ukraine.*

**The Keywords:** overland robotized complex, trends, program of the development NRC, technologies, development, production, introduction in troops, using.