DOI: https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.13.1.50-60
УДК 331.451:620.267:674

Р.В. Зінько[1]
П.І. Казан[2]
Д.Є. Хаустов[2]
О.С. Білик[1]
[1]*Національний університет «Львівська політехніка», Україна*
[2]*Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАЛОГО РОЗВІДУВАЛЬНОГО РОБОТА ТА ВАРІАНТІВ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Кожен зразок малого розвідувального робота, використовуваний у бою, повинен володіти одночасно усіма бойовими властивостями, що забезпечують максимальну його ефективність в оптимальному співвідношенні між ними. Ігнорування будь-якої з властивостей або нарощування однієї властивості за рахунок інших не дозволить ефективно реалізувати його бойові можливості. Підбирати відповідні властивості пропонується на стадії проектування шляхом використання представленої у статті методики дослідження експлуатаційних властивостей на основі математичного моделювання, що дозволить сформувати задані тактико-технічні характеристики, які визначатимуть межі й можливості застосування майбутнього робота. Також розглянуто варіанти застосування малого розвідувального робота під час виконання розвідувальних дій у населеному пункті та в ході утримання вузла загороджень.

Ключові слова: *малий розвідувальний робот, проектування, математичне моделювання, бойове застосування.*

Постановка проблеми

Військова робототехніка – сьогодні одна з найрозвиненіших сфер військової справи. Це хороший приклад, можливо, не найдосконаліших, але цілком працездатних і ефективних технологій, що створюються безпосередньо для військових дій. Роботизовані комплекси (системи) військового призначення оснащуються різним озброєнням, засобами відеоспостереження, маніпуляторами і так далі. Залежно від оснащення міняється призначення машини. Найчастіше їх використовують для виконання розвідувальних дій, завдань з розмінування та інших специфічних бойових завдань переважно як допоміжний засіб з метою збереження здоров'я та життя військовослужбовців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У публікаціях [1-9] проводиться огляд сучасних розробок дистанційно керованих роботизованих комплексів військового призначення, принципів їх побудови та перспективних напрямів розвитку у збройних силах, розглядаються питання роботизації існуючих озброєння і військової техніки (ОВТ).

Програма «Бойові системи майбутнього» (FCS) [1] передбачає розробку системи озброєння, в якій кожному зразку відводяться певна роль і місце, тобто створюються не окремі види озброєння, а взаємозв'язана система, об'єднана єдиним інформаційним простором. У цій системі значне місце відводиться роботизованим комплексам, які здатні в значній мірі замінити людину. Так у планах розробників [2] бойова частина систем FCS повинна була включати дві надсистеми (FCS Network, Future Force Warrior) і 18 системотворних компонентів, у тому числі й наземні дистанційно-керовані машини без екіпажів Unmanned Ground Vehicles (UGV).

Крім забезпечення мобільності, метою прийняття UGV на озброєння залишається забезпечення безпеки військовослужбовців, зниження втрат серед особового складу під час ведення бойових дій [3].

Перед розробниками UGV постають дуже складні завдання, пов'язані з управлінням автономними або дистанційними комплексами (системами) озброєння і шасі з використанням лазерної, мікропроцесорної техніки, а також радио- і телевізійних пристроїв. Рішення цих завдань на етапі проектування UGV практично неможливе без теоретичних досліджень комплексу «Система управління-UGV-довкілля» з використанням математичного моделювання робочих процесів [4, 5].

Для дослідження ефективності бойових дій з використанням роботизованих комплексів як методична основа застосовується методологія системного аналізу, що використовує поняття, концепції і формально-математичний апарат кібернетики і теорії складних систем [6].

Перспективність застосування дистанційно керованих машин без екіпажів (мобільних роботів) полягає в комплексному підході до їх створення, виробництва та застосування. І особливої важливості набуває етап конструювання та проектування, коли потрібно врахувати основні параметри та характеристики машин, які необхідні для їх застосування за призначенням [7-9].

Отже, дистанційно керовані машини без екіпажів будуть займати значне місце серед ОВТ збройних сил розвинутих країн вже у ближчому майбутньому. Тому, параметри їх ефективного застосування повинні максимально визначається та закладатися вже на стадії розробки, що можна забезпечити шляхом використанням методів математичного моделювання, новітніх систем та середовищ проектування й конструювання.

Мета статті. Представлення методики дослідження експлуатаційних властивостей і тактико-технічних характеристик малого розвідувального робота на основі математичної моделі руху та варіантів його застосування розвідувальними підрозділами Збройних Сил України.

Виклад основного матеріалу дослідження

Використання малого розвідувального робота (МРР) передбачається у різних природно-кліматичних умовах: на пересічні місцевості, на ґрунтах з низькою несучою здатністю, при низьких температурах, у пустелі, на піщаних і болотистих ґрунтах, каменистому ґрунті, при підвищеній температурі і запиленості повітря, а також в умовах високогір'я.

Умови застосування, а також система загальних вимог до ОВТ, визначають і вимоги до МРР. Система загальних вимог встановлює взаємопов'язаний, у міру узагальнення (загальновидовий, міжвидовий, видовий) та розукрупнення (системи, комплекси, зразки, їх складові частини), комплекс узагальнених технічних вимог Міністерства оборони до усіх видів (типів) ОВТ, зокрема і до наземних роботизованих комплексів (НРК), по напрямах [10]:

– умовах їх бойового застосування (стійкості до вражаючих чинників зброї, радіоелектронному захисту, помітності, живучості та ін.);

– умовах експлуатації (стійкості до дії кліматичних чинників, безпеки, стійкості до вібраційних і ударних завантажень та ін.);

– умовах конструювання й виробництва;

– сумісності ОВТ в умовах бойового застосування й експлуатації (електромагнітній і радіоелектронній сумісності, транспортуванню, зберіганню, ремонту та ін.).

Нормативно-технічні документи системи загальних вимог спрямовані на підвищення технічного рівня, якості і надійності ОВТ, а також на скорочення номенклатури виробів, витрат на їх створення та експлуатацію. До НРК висуваються військово-технічні, експлуатаційно-технічні, конструктивні і виробничо-технічні вимоги. На підставі цих вимог здійснюється розробка технічного завдання, а також визначаються основні параметри проектованого МРР.

Кожен зразок МРР, використовуваний у бою, повинен володіти одночасно усіма бойовими властивостями в оптимальному співвідношенні між ними, що забезпечують максимальну його ефективність. Ігнорування будь-якої з властивостей або нарощування однієї властивості за рахунок інших не дозволить повністю реалізувати бойові можливості.

Перед початком розрахунків необхідно визначити, які основні сили діють на МРР при прямолінійному русі [11, 12]. Розрахункова схема представлена на рис. 1.

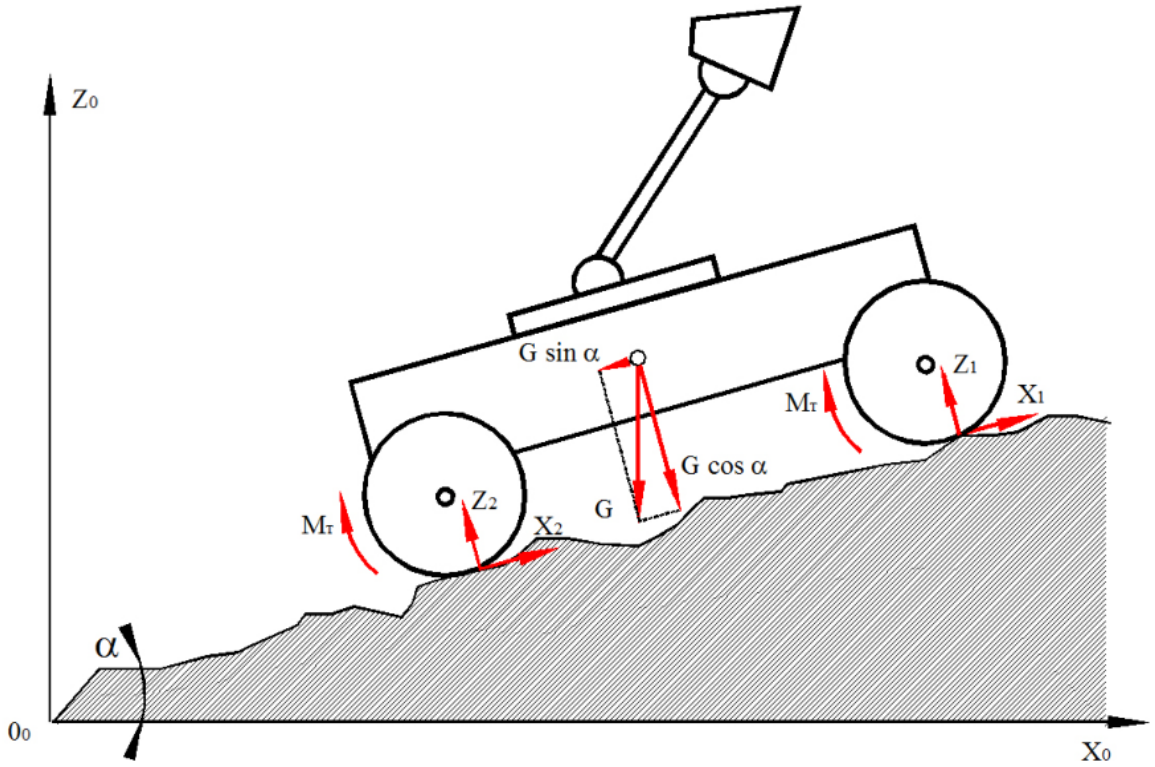

Рис. 1. Сили, що діють на МРР під час руху

Отже, при русі на МРР діють: F_t – сила тяги двигуна; F_K – сила опору кочення; $F_П$ – сила опору підйому.

Для забезпечення переміщення робота необхідне виконання умови:

$$F_t >= F_K + F_П \quad (1)$$

Тяговий баланс сил:

$$F_t >= f \cdot m \cdot g \cdot \cos a + m \cdot g \cdot \sin \alpha, \quad (2)$$

де

f – коефіцієнт опору кочення (в середньому f=0,02);

m – маса робота в кг. Приймаємо масу робота 12 кг;

g – прискорення вільного падіння (g=9,8 м/с^2);

α – кут підйому поверхні руху.

Необхідна потужність електромеханічного приводу:

$$РДВ = Ft \cdot v \quad (3)$$

v – швидкість робота. Приймаємо максимально необхідну швидкість пересування V=7 км/год.

За отриманою формулою розрахуємо необхідну потужність електродвигуна для забезпечення пересування зі швидкістю 3,5, 5 та 7 км/год.

Розрахункова схема модель поступального (прямолінійного) руху електромеханічного приводу МРР, оснащеного синхронним двигуном з постійними магнітами, показана на рис. 2. Електромеханічний привод, представлений електродвигуном, редуктором і тяговим колесом, може бути в подальшому доповнений блоками керування, підсилювачами та іншими елементами [13]. Рівняння руху системи «електродвигун – редуктор – колесо – маса малого робота, що рухається поступально» з урахування пружно-дисипативних властивостей шини та втрат енергії на тертя в опорах колеса матиме вигляд:

$$\begin{cases} J_{mw}\cdot\ddot{\varphi}_{mw}+\left(\mu_{mw}\cdot\dot{\varphi}_{mw}+M_f\cdot\operatorname{sgn}\left(\dot{\varphi}_{mw}\right)\right)+c_t\cdot\left(\varphi_{mw}-\varphi_m\right)+\mu_t\cdot\left(\dot{\varphi}_{mw}-\dot{\varphi}_m\right)=M_{mw};\\ J_m\cdot\ddot{\varphi}_m-c_t\cdot\left(\varphi_{mw}-\varphi_m\right)-\mu_t\cdot\left(\dot{\varphi}_{mw}-\dot{\varphi}_m\right)=0, \end{cases} \tag{4}$$

де J_{mw} – момент інерції мотор-колеса; $\varphi_{mw}=\varphi_{mw}(t)$ – закон руху колеса; M_f – сумарний момент опору, спричинений сухим тертям в опорах колеса та тертям кочення колеса по опорній поверхні; μ_{mw} – коефіцієнт в'язкого опору в опорах колеса; c_t – жорсткість шини; μ_t – коефіцієнт опору при деформуванні (закручуванні) шини; M_{mw} – крутний момент на валу привідного електродвигуна; J_m – приведений момент інерції обертових мас, еквівалентний повній масі автомобіля, що рухається поступально; $\varphi_m=\varphi_m(t)=x(t)/r_k$ – закон руху обертових мас, який еквівалентний повній масі МРР, що рухається поступально; x(t) – закон поступального руху МРР; r_k – радіус кочення колеса.

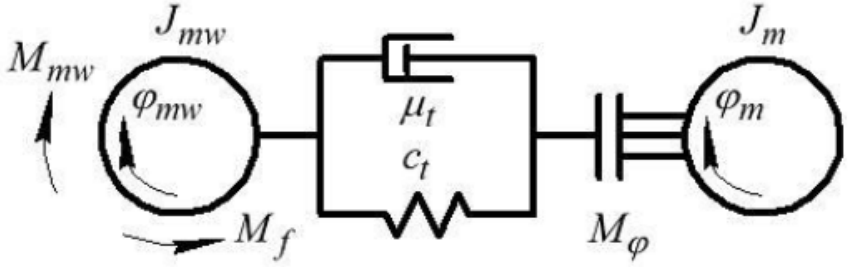

Рис. 2. Розрахункова схема математичної моделі руху МРР

$$M_f=f_{\sup}\cdot R_z\cdot r_{sh}+\begin{cases} 0,\ \text{if}\ \begin{cases} c_t\cdot\left(\varphi_{mw}-\varphi_m\right),\ \text{if}\ c_t\cdot\left(\varphi_{mw}-\varphi_m\right)<f_{grip}\cdot R_z\cdot r_k,\\ f_{grip}\cdot R_z\cdot r_k,\ \text{if}\ c_t\cdot\left(\varphi_{mw}-\varphi_m\right)\geq f_{grip}\cdot R_z\cdot r_k; \end{cases} \leq f_{rot}\cdot R_z\cdot r_k,\\ f_{rot}\cdot R_z\cdot r_k,\ \text{if}\ \begin{cases} c_t\cdot\left(\varphi_{mw}-\varphi_m\right),\ \text{if}\ c_t\cdot\left(\varphi_{mw}-\varphi_m\right)<f_{grip}\cdot R_z\cdot r_k,\\ f_{grip}\cdot R_z\cdot r_k,\ \text{if}\ c_t\cdot\left(\varphi_{mw}-\varphi_m\right)\geq f_{grip}\cdot R_z\cdot r_k; \end{cases} > f_{rot}\cdot R_z\cdot r_k \end{cases} \tag{5}$$

Тимчасові характеристики приведених процесів отримані при управлінні тяговим електричним двигуном контроллером з наступним законом управління.

$$u(t)=2\Delta(t)+0.1\int_0^t\Delta(t)dt+2\frac{d}{dt}\Delta(t) \tag{6}$$

Потужність, що витрачається на рух (тягова потужність МРР), яка повинна надійти на привідні колеса для подолання опору руху, обчислюється за формулою

$$N_k=P_k\dot{x} \tag{7}$$

де P_k – окружна сила, що розвивається колесом.

Математична модель руху МРР записана в середовищі Matlab Simulink.

Записана математична модель руху МРР, сформований єдиний дослідний цикл і вхідні дані дали можливість провести комп'ютерне моделювання руху в можливих умовах експлуатації МРР. На рис.

3 представлено єдиний дослідний цикл. Він містить набір окремих ділянок і відтворює тестувальний цикл випробовування реального полігону. Результатом моделювання руху спроектованого МРР представлені графіки перехідних процесів (поточної швидкості, тягової потужності електромеханічного приводу, зміни крутного моменту на колесі під час руху в заданому циклі) при зміні швидкісного режиму руху МРР, які представлено на рис. 4 – рис. 7.

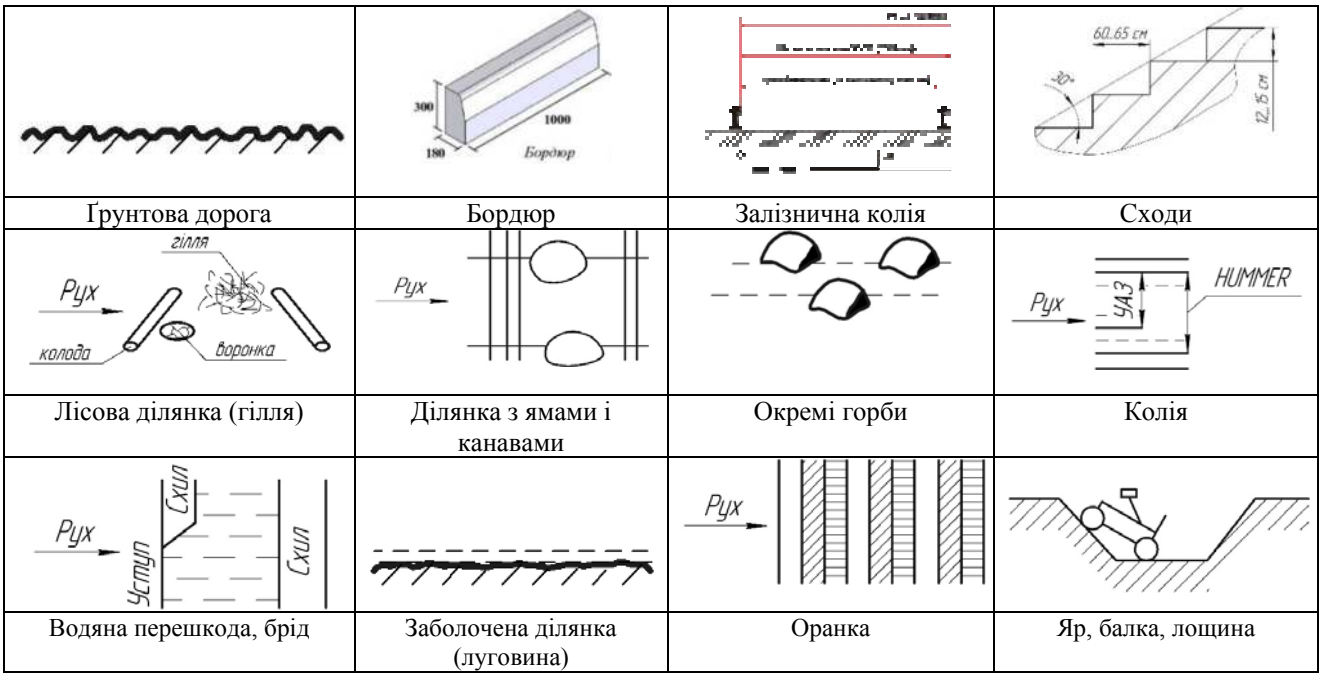

Рис. 3. Єдиний дослідний цикл для дослідження експлуатаційних властивостей МРР

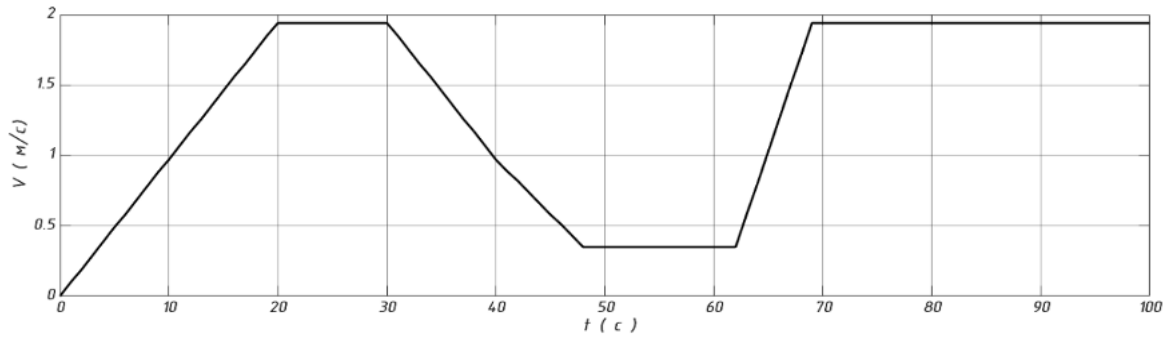

Рис. 4. Курсова швидкість МРР

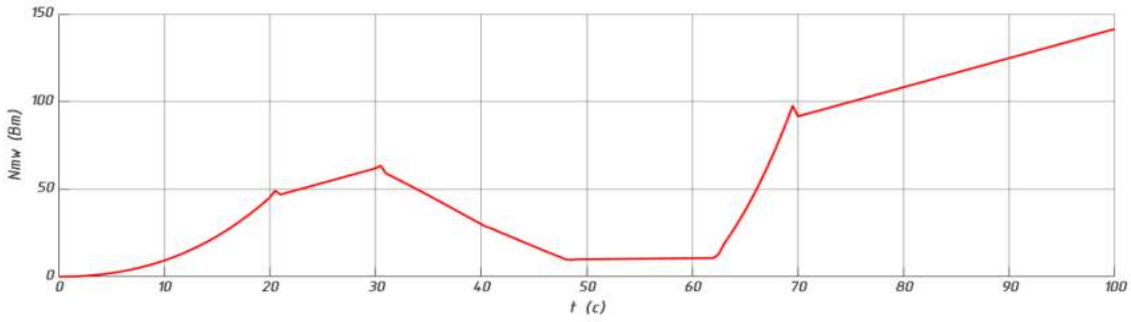

Рис. 5. Тягова потужність електромеханічного приводу МРР

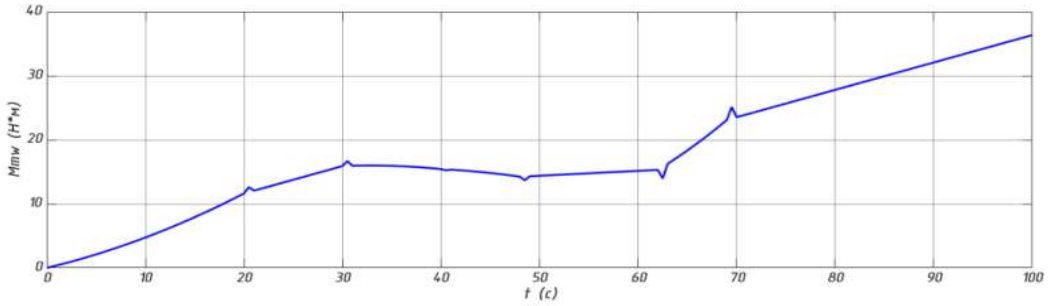

Рис. 6. Зміна крутного моменту на колесі під час руху в заданому циклі

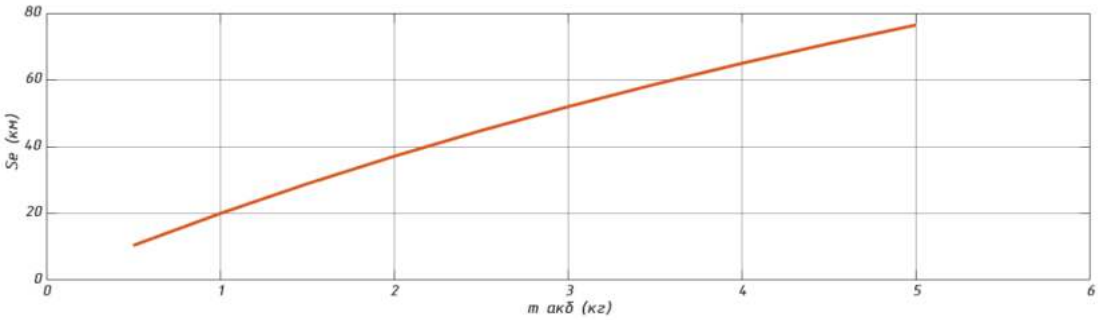

Рис. 7. Графік залежності пробігу МРР від маси комплекту батарей

Отриманий у результаті дослідження пробіг МРР на одній зарядці в єдиному дослідному циклі характеризує його енергетичні властивості, що залежать від конструктивних параметрів елетромеханічної трансмісії і витрат енергії на рух в циклі, є достатнім, а зазначені конструктивні параметри – прийнятними для створення типового малого робота у даному класі таких машин.

На основі багаторазового математичного моделювання та натурних випробувань експериментальних зразків МРР побудовано тривимірну залежність потужності від маси та усталеної швидкості (рис. 8).

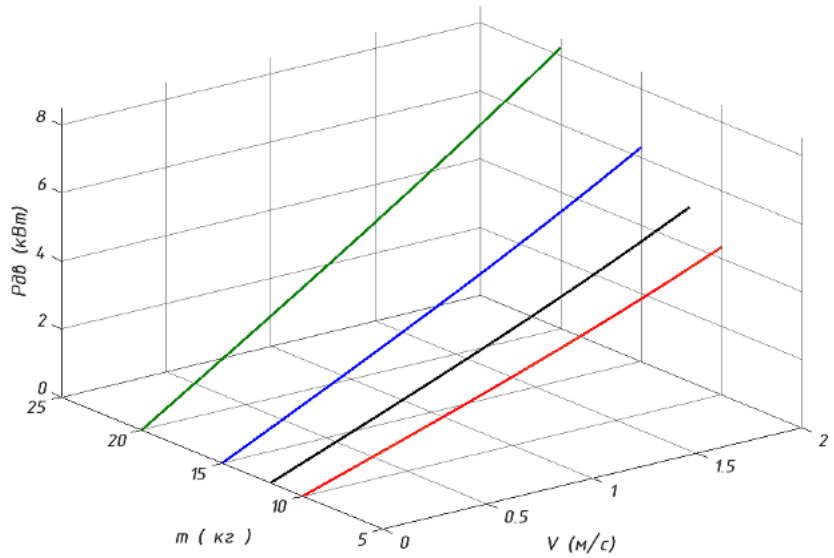

Рис. 8. Залежність потужності від маси та усталеної швидкості

Результати дослідження демонструють, що збільшення маси МРР призводить до збільшення потужності електродвигуна для підтримки однакової усталеної швидкості руху. А збільшення усталеної швидкості веде до збільшення потужності електродвигуна за експонентною залежністю за

однакової маси МРР. Результати дослідження демонструють, що залежність витрати енергії тяговими акумуляторними батареями від маси МРР та усталеної швидкості руху має незначно виражений мінімум (рис. 9).

Мінімальна витрата енергії від тягових акумуляторних батарей (ТАБ) становить за усталеної швидкості МРР дещо менше 0,1 м/с (0,36 км/год.). Це значення швидкості підтверджується натурними випробуваннями створеного дослідного зразка. Максимальна витрата енергії від тягових акумуляторних батарей визначена за максимально розрахованої усталеної швидкості 2 м/с (7,2 км/год.), яка перевищує мінімальний показник витрати енергії від ТАБ за усталеної швидкості 0,9 м/с (0,36 км/год.) майже у 2 рази для будь-якої маси МРР. Витрата енергії від ТАБ за мінімально розрахованої швидкості 0,1м/с (0,36 км/год.) у 1,7 разу перевищує мінімальну витрату енергії для будь-якої маси МРР.

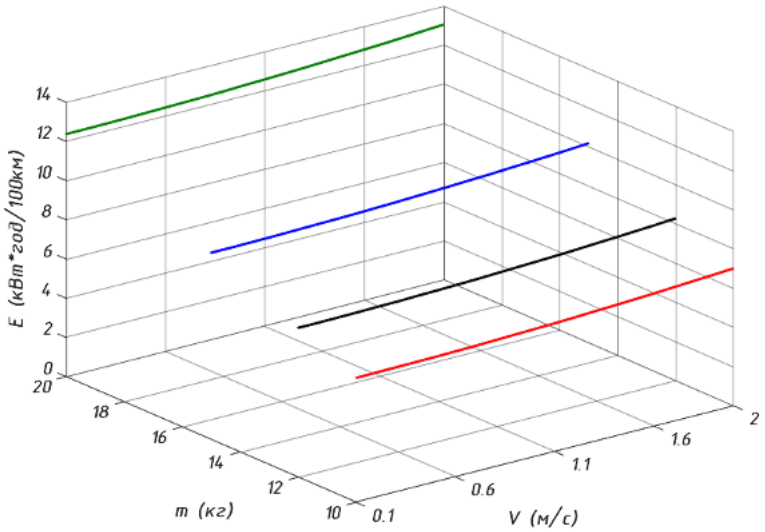

Рис. 9. Залежність витрати енергії блоку тягових акумуляторних батарей від маси та швидкості МРР

На основі проведених досліджень були сформовані тактико-технічні характеристики МРР, з урахуванням яких виготовлено експериментальний зразок з наступними параметрами (рис. 10):

- габаритні розміри – 650 мм х 450 мм х 200 мм;
- маса – 12 кг;
- швидкість руху – 10 км/год.;
- подоланні перешкоди на підйом – 45°; стінки – 0,4 м;
- максимальна дальність управління по радіо – 1 км;
- час автономної роботи в русі – 10 год.;
- час автономної роботи на бойовому чергуванні – 7 діб.

Отримані ТТХ МРР дали можливість визначити межі його застосування під час виконання завдань.

Рис. 10. Спроектований МРР

Основним призначенням МРР є заміна військовослужбовців у випадках небезпеки для їх життя або здоров'я. При цьому МРР повинен забезпечувати виконання поставленого завдання, пов'язаного з розвідкою і збором інформації, щонайменше в такому ж обсязі і якості як військовослужбовець. Прикладом застосування МРР можуть бути дії дозору під час розвідки у населеному пункті.

Тактичною одиницею застосування МРР є «двійка», яка складається з командира і оператора. Крім визначеного для виконання бойового завдання спорядження, «двійка» має у своєму розпорядженні один МРР і один безпілотний літальний апарат типу «мультикоптер». «Двійка» може входити до складу відділення розвідувального підрозділу, або додаватися для виконання специфічних завдань.

МРР транспортується у заплічному рюкзаку. У комплектність входить: МРР, рюкзак, пульт керування, запасний комплект акумуляторів, зарядний пристрій.

Площа застосування враховує дальність стійкого сигналу керування, характеристики території та час функціонування МРР (рис. 11).

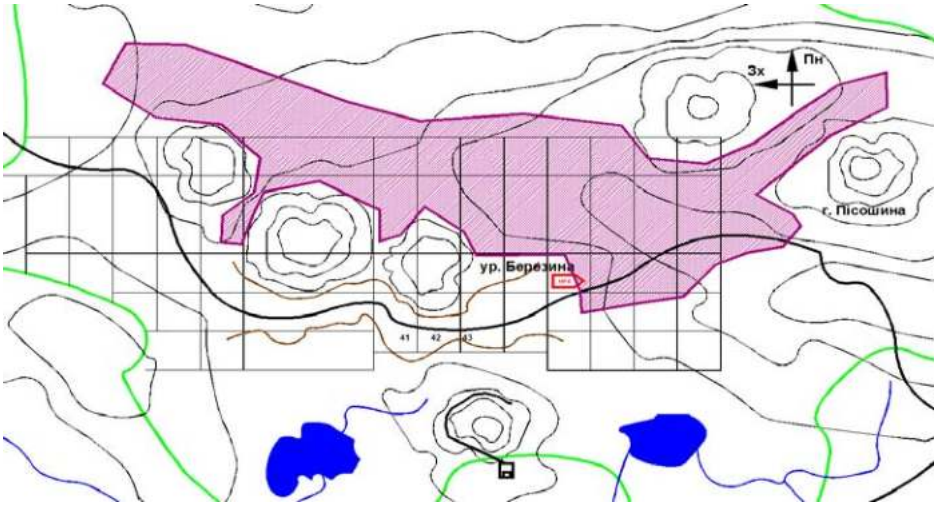

Рис. 11. Межі застосування МРР на заданій території

Під час висування на вихідні позиції МРР переносяться у заплічному рюкзаку. Перед початком використання оператор проводить розгортання – витягує робота з рюкзака, перевіряє його стан, після чого доповідає про готовність до застосування.

Застосування МРР під час розвідки населеного пункту. Розвідка населеного пункту розпочинається з огляду його околиці дозорним відділенням (пішими дозорцями) [14]. Перш, ніж зайти в населений пункт над ним на висоті пролітає мультикоптер. На основі його огляду попереду висувається МРР, який рухається скритно між об'єктами населеного пункту. Пройшовши певну відстань, МРР зупиняється і чекає прибуття дозорного відділення. Потім проходить наступний відрізок шляху (рис. 12).

До отримання від дозорного відділення сигналу «Шлях вільний» розвідувальний дозор розташовується поза населеним пунктом потай, перебуваючи у готовності підтримати дозорне відділення вогнем. У населеному пункті особлива увага звертається на будівлі біля перехресть, верхні поверхи будинків та інші місця, де можуть бути встановлені вогневі засоби противника. У таких випадках попереду направляється МРР на основі інформації, отриманої з мультикоптера.

Застосування МРР під час утримання вузла загороджень. Вузол загороджень – це комплекс комбінованих загороджень, що влаштовуються на місцевості на основних дорожніх напрямках, переважно на перетинах доріг, у дефіле, міжгір'ї і т. д. з прилеглими обходами та об'їздами. Вузли загороджень звичайно влаштовуються на найбільш доступних для дій військ противника напрямках. У вузлі загороджень переважно створюються мінно-вибухові загородження, мінуються й готуються

до руйнування ділянки доріг та дорожні споруди, влаштовуються невибухові загородження, готуються до руйнування або зруйновані важливі об'єкти (шляхопроводи, тунелі, дамби і т. д.) у поєднанні з наявними природними перешкодами.

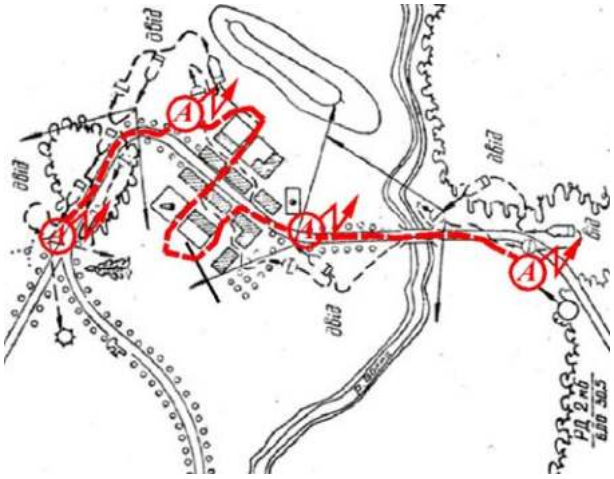

Рис. 12. Дії дозорного відділення в населеному пункті з застосуванням МРР

Завданням МРР є забезпечення додаткової інформації, пов'язаної з поточною ситуацією на вузлі загороджень, а також дублювання позаштатної ситуації (наприклад, спрацювання звукового сигналу від детектора руху, встановленого на МРР при появі рухомих об'єктів в зоні спостереження).

Як правило, вузли загороджень мають перекривати дорожній напрямок і прилеглі об'їзди на 1-1,5 км по фронту і 2-3 км в глибину. На рис. 13 – рис. 14 показано формування вузлів загороджень із застосуванням МРР, які можуть розміщуватися як з мінімальним рівнем рухливості, так і здійснювати рух за заданими маршрутами.

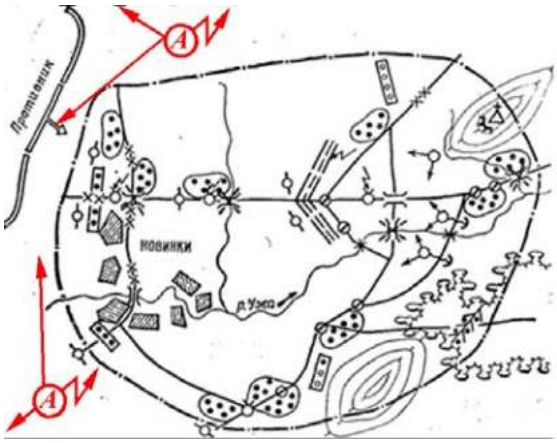

Рис. 13. Вузол загороджень на дорожньому напрямку на середньо пересіченій місцевості

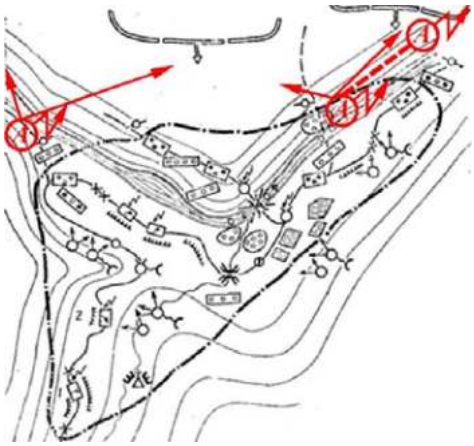

Рис. 14. Вузол загороджень в горах (на серпантині)

Висновки

МРР є спеціальним засобом військової розвідки, який використовується з метою добування відомостей про противника – збору розвідданих, пошуку цілей і цілевказання, спостереження за обстановкою тощо.

На основі аналізу умов застосування, спеціалізації та з урахуванням системи загальних вимог до ОВТ були сформовані вимоги до експериментального зразка МРР, а представлена методика дослідження експлуатаційних властивостей і ТТХ на основі математичної моделі руху дозволила підбирати потрібні властивості на стадії проектування.

Розглянуті варіанти застосування МРР під час виконання завдань розвідувального дозору у населеному пункті та в ході утримання вузла загороджень показують підвищення ефективності виконання завдань розвідувальними підрозділами та зменшення ризику людських втрат.

Список використаних джерел

1. Зубов В. Перспективы развития вооружений. Боевая система будущего [Текст] // Обозрение армии и флота. — 2009. — № 3. — С. 44-47.

2. Challenges in Developing and Demonstrating Future Combat System's Network and Software [Текст] // US Future Combat & Weapon Systems Handbook. — International Business Publications, 2009. — С. 90. — 300 с.

3. Зубов В. Тяжелые и средние дистанционно управляемые машины военного назначения // Зарубежное военное обозрение. - 2010. – №8. – С. 49 -53.

4. Наумов В.Н. Современные гусеничные машины как объект роботизации. / В.Н. Наумов, К.Ю. Машков, И.В. Рубцов // Оборонная техника.– М.: Изд-во МГТУ им. Н.Є Баумана, 2009. – №1-2. – С. 43-48.

5. Машков К.Ю. Роботы боевого обеспечения. / К.Ю. Машков, В.Н. Наумов, С.Ю. Шакрыл // Оборонная техника.– М.: Изд-во МГТУ им. Н.Є Баумана, 2010. – №1-2. – С. 62-65.

6. Баштанов А.Ф. Комплексный подход к решению проблемы повышения эффективности боевых действий пехотных подразделений за счет применения роботизированых систем. / А.Ф. Баштанов, А.Г. Полушин // Оборонная техника.– М.: Изд-во МГТУ им. Н.Є Баумана, 2010. – №1-2. – С. 59-61.

7. Буренок В.М. Развитие военных технологий XXI века: проблемы планирование, реализац. / В.М. Буренок, А.А. Ивлев, В.Ю. Корчак. - Тверь: Изд-во «КУПОЛ», 2000. - 624с.

8. Зінько Р. В. Перспективи використання мобільних роботизованих комплексів в широкому спектрі вирішення задач мілітарного спрямування / Р. В. Зінько, П. І. Ванкевич, А.Д. Черненко, О.В. Федін, Є.Г. Іваник // Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). – 2018, №1(9). С. 17-28.

9. Зінько Р.В. Принципи використання мобільних роботів військового призначення. / Р.В. Зінько. П.І. Ванкевич. Міжнародна науково-технічна конференція "Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ" 11-12 травня 2017 року. .Львів: НАСВ, 2017. – с 8.

10. Василенко О.В. Методичні основи обґрунтування вимог до технічних показників перспективних систем озброєння та їх складових частин з різною функціональною значимістю // О.В. Василенко, Б.Н. Ланецький, О.П. Ковтуненко // Зб. наук. праць ЦНДІ ОВТ. – 2009. – К.: ЦНДІ ОВТ, 2009. – Вип. 22. – С. 32-46.

11. Козлова Т.А. Анализ методик расчета конструктивных параметров электромобиля // Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции (04 сентября 2016 г., г. Ижевск) «Новая наука: теоретический и практический взгляд» – Стерлитамак: АМИ, 2016 – 249.

12. Смирнов А.Г., Эйдинов А.А., Яковлев А.И. Расчет характеристик электропривода периодического действия на постоянном токе: Сб. науч. тр./НАМИ - 1964.- Вып. 65.- С. 76-96.

13. Зінько Р.В, Корендій В. Моделювання руху привідного мотор-колеса електромобіля / Зінько Р, Корендій В. // XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Вібрації в техніці та технологіях» 11–12 жовтня. Львів: НУ «ЛП». 2018 – с 56-57.

14. Тактика: підручник / В.В. Вішняков, Г.А. Дробаха, А.А. Каленський, Є.Б. Смірнов - К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. - 735 с.

Рецензент: Зубков А.М. д.т.н., професор, Науковий центр Сухопутних військ, Національна академія сухопутних військ, м. Львів

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОГО РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНОГО РОБОТА

Р. Зинько, П. Казан, Д. Хаустов, О. Билык

Каждый образец малого разведывательного робота (МРР), используемый в бою, должен владеть одновременно всеми боевыми свойствами в оптимальном соотношении между ними, что обеспечивает максимальную его эффективность. Игнорирование любого из свойств или наращивания одного свойства за счет других не позволит полностью реализовать боевые возможности МРР. Подобрать соответствующие свойства целесообразно на стадии проектирования, используя возможности математического моделирования. Это позволит сформировать заданные тактико-технические характеристики МРР. Его характеристики определяют пределы и возможности применения. Приведены примеры применения МРР при разведке населенного пункта и при удержании узла заграждений.

Ключевые слова: *малый разведывательный робот, проектирование, математическое моделирование, боевое приложение.*

FEATURES OF APPLICATION OF SMALL RECONNAISSANCE ROBOT

R. Zinko, P. Kazan, D. Khaustov, O. Bilyk

A small intelligence robot (SSR) is a special military intelligence means. It is used to obtain information about the enemy – the collection of intelligence, the search for targets and target indication, observation of the situation, etc.

The use of a small intelligence robot is assumed in various natural and climatic conditions: in temperate terrain, on soils with low bearing capacity, at low temperatures, in the desert, on sandy and marshy soils, on rocky soils, in elevated temperature and dustiness of air, and also in conditions highlands

In the article an overview of modern developments of remotely controlled robotic military complexes, principles of their construction and perspective directions of development in the armed forces are reviewed.

The issues of robotization of existing weapons and military equipment are considered. Every sample of a SSR used in combat action must possess all combat characteristics at once in an optimal ratio between them, ensuring its maximum effectiveness. Ignoring any of the properties or enhancing one property at the expense of others will not enable the full realization of the small surveillance robot. It is reasonable to select the relevant properties at the design stage, using the possibilities of mathematical modeling. The set of tactical and technical characteristics of the SSR allowed forming this. Its characteristics determine the scope and possibilities of application.

The mathematical model of the SSR motion is written in the Matlab Simulink environment. Recorded mathematical model of SSR motion, formed single test cycle and input data allowed to conduct computer simulation of motion in possible conditions of operation of small surveillance robot. The single trial cycle presented contains a set of individual sites and reproduces the testing test cycle of a real polygon.

On the basis of the developed tactical and technical characteristics of the SSR, the experimental sample was made.

An example of the use of SSR for the intelligence of the settlement and at keeping the node of barriers has been provided. The efficiency of performing intelligence units' tasks and reducing the risk of human losses are shown.

Keywords: *small surveillance robot, design, mathematical modeling, combat use.*