

УДК 621.1

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

ПРИНЦИПИ ФОРМУЛЮВАННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДО СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Розроблено основні тактико-технічні характеристики до систем управління наземних роботизованих комплексів.

Ключові слова: наземний роботизований комплекс, система управління, система навігації, система управління пересуванням, система управління спеціальним обладнанням.

Постановка проблеми

Практична потреба оснащення Збройних Сил України наземними роботизованими комплексами (НРК) визначається, виходячи з прогнозованого характеру перспективних війн і збройних конфліктів, з урахуванням розв'язання специфічних задач, а саме:

- зниження бойових втрат особового складу та озброєння і військової техніки (ОВТ);
- додання нової якості зразкам ОВТ, що перебувають на озброєнні;
- поширення функціональних можливостей військовослужбовців;
- зниження негативного впливу людського фактору на результативність протиборства за

рахунок автоматизації найбільш відповідальних, трудомістких та небезпечних операцій.

На сьогодні у Міністерстві оборони України розроблено концепцію застосування НРК. До того ж необхідно також організувати розробку нормативно-технічної документації та державних військових стандартів, що встановлюють єдині вимоги до НРК військового призначення, а також обґрунтування оперативного-тактичних вимог (ОТВ) і тактико-технічних характеристик (ТТХ) до них.

Військовий НРК – це сукупність функціонально поєднаних систем, найважливішою з яких є система управління, від якої залежать основні ТТХ та ОТВ до НРК в цілому.

Наведені у статті вимоги до системи управління НРК є базовим переліком вихідних даних щодо призначення, складу, ролі та місця системи управління для обґрунтування у подальшому ТТХ та ОТВ до базових зразків НРК військового призначення [1].

Аналіз останніх досягнень і публікацій

На сьогодні жорстко встановленого методичного апарату формування ОТВ до зразків НРК та його систем практично не існує. Найчастіше під час розробки ОТВ покладаються на методи системного аналізу, моделювання та досвід фахівців. Але сутність обґрунтування ОТВ до зразка озброєння та його систем полягає у пошуку компромісу: з одного боку необхідно забезпечити досягнення певного рівня ефективності бойового застосування зразка в заданих умовах бойових дій, а з іншого – його техніко-економічну реалізацію [1, 3].

Постановка задачі та її розв'язання

Метою роботи є визначення переліку основних ТТХ до системи управління наземних роботизованих комплексів для формування ОТВ, а також основних показників, які впливають на рівень ефективності застосування НРК в певних умовах бойових дій [4]. Для досягнення мети необхідно описати склад системи управління НРК, принципи її функціонування, проаналізувати та визначити основні параметри, від яких залежать ОТВ до НРК.

Виклад основного матеріалу дослідження

Будь-який наземний роботизований комплекс (далі – робот, НРК) може бути представлений у вигляді, показаному на рис. 1.

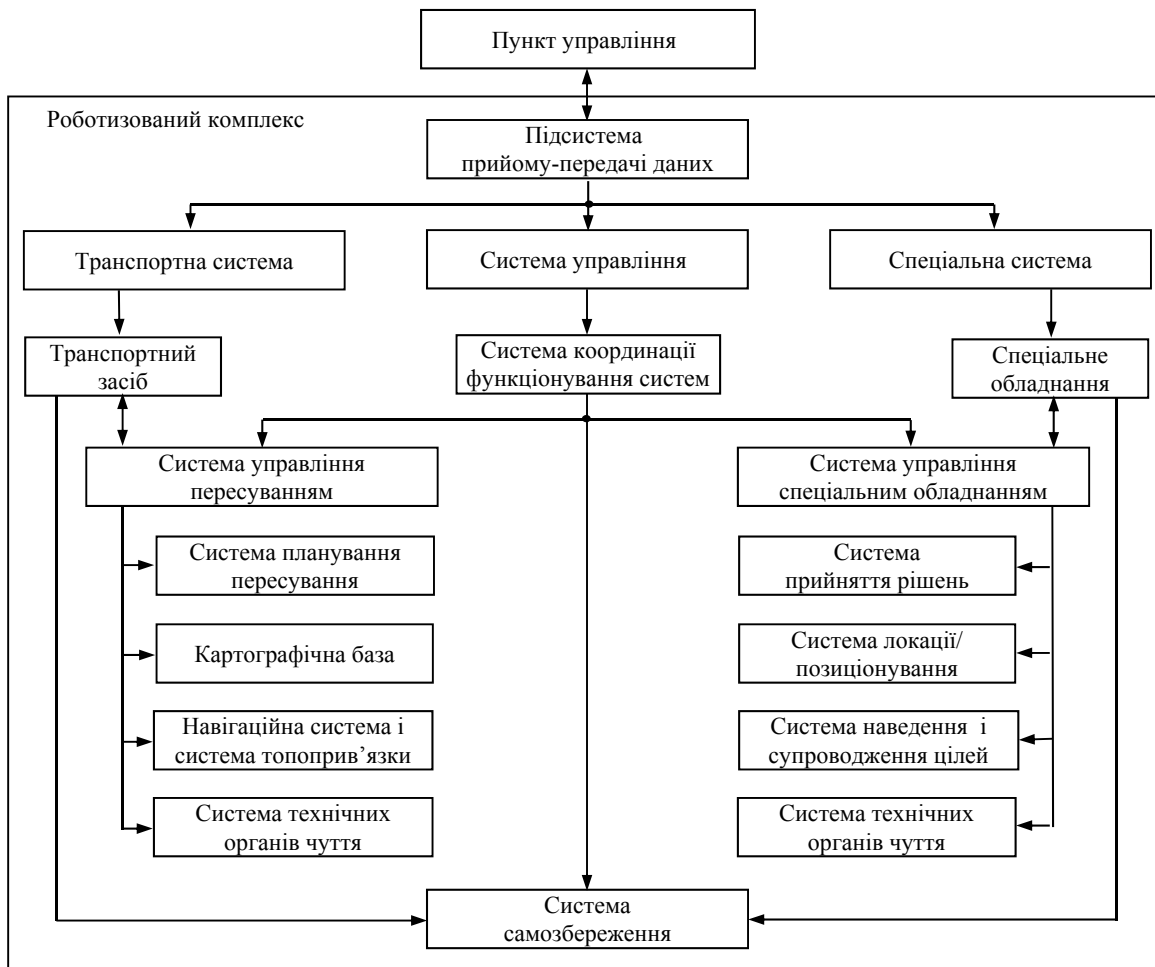


Рис. 1. Узагальнена структура наземного роботизованого комплексу

Система управління НРК забезпечує управління пересуванням і функціонуванням спеціального обладнання НРК, а також адаптивне управління ходовою частиною й енергетичною установкою з урахуванням взаємодії транспортної системи з навколишнім середовищем.

Складність системи управління визначається складністю завдання, ступенем невизначеності зовнішнього середовища й необхідним ступенем автономності НРК.

Система управління НРК містить у собі (рис. 1):

- пункт управління (ПУ) оператора НРК (пульт управління, відеопереглядові пристрої, ЕОМ для обробки інформації);
- комплект апаратури прийому-передачі даних (ППД), який забезпечує двосторонній зв'язок НРК з пунктом управління оператора для передачі інформації та керівних команд;
- систему управління пересуванням робота, яка призначена для реалізації таких програмних траєкторій руху, що приводять робота в заплановану точку місцевості з урахуванням його динамічних характеристик;
- систему управління спеціальним обладнанням, яка призначена для управління елементами спеціального обладнання, необхідного роботу для виконання завдань за призначенням;
- систему самозбереження, яка призначена для запобігання зіткненню НРК з перешкодами, його перекиданню на схилах та потраплянню в неприпустимі зовнішні умови;
- систему координації функціонування систем робота, яка призначена для забезпечення нормального його функціонування за рахунок своєчасного увімкнення та вимкнення систем робота та перемикання режимів його роботи.

Однією з особливостей побудови системи управління НРК є її побудова за ієрархічним багаторівневим принципом, коли з підвищенням ієрархічного рангу підсистеми підвищується її ступінь інтелектуальності (рис. 2).

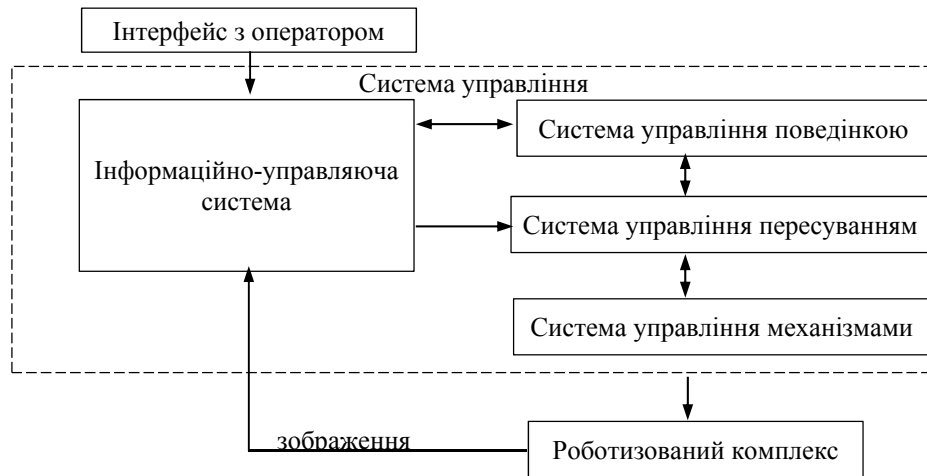


Рис. 2. Структура системи управління НРК

Вищою ланкою цієї ієрархії є система управління поведінкою, далі йде система управління пересуванням, а система управління виконавчими механізмами є нижчою ланкою цієї ієрархії. Умовно рівні ієрархії можна поділити на стратегічний, тактичний і виконавчий.

Система управління поведінкою (стратегічний рівень) призначена для формування раціональної поведінки робота для виконання завдання, поставленого перед ним. На виході ця система формує цільовказівку для системи управління пересуванням: цільова точка маршруту, необхідний стан приводів робота, команди управління режимами роботи інформаційно-управляючої системи.

Система управління пересуванням (тактичний рівень) призначена для планування таких програмних траєкторій руху робота, які б приводили його у цільовий стан у недетермінованому середовищі, враховуючи його динамічні характеристики. Цільовий стан для цієї системи формує система управління поведінкою. На виході ця система формує необхідне командне значення швидкостей лінійного руху й повороту робота.

Система управління виконавчими механізмами (виконавчий рівень) вирішує завдання управління виконавчими механізмами робота і реалізує інтерфейс із апаратною частиною робота – електричними й механічними пристроями, необхідними для роботи НРК.

Інформаційно-управляюча система (ІУС), базуючись на оперативній інформації, що надходить від системи технічних органів чуття, системи навігації (СН) та інших сенсорів, визначає місцезнаходження робота у просторі. Далі оператор або система управління забезпечують пересування НРК до запланованої точки місцевості. ІУС також повинна контролювати стан агрегатів і вузлів робота.

Функції оператора в системі управління НРК визначають її складність.

У роботах 1-го покоління оператор бере активну участь в управлінні на всіх трьох ланках, аж до безперервного ручного управління виконавчими механізмами. Це спрощує конструкцію системи управління, але ускладнює роботу оператора.

У роботах 2-го покоління управління нижньою ланкою покладене на бортову систему. Загальним для роботів 2-го покоління є автоматизоване управління з використанням зворотного зв'язку для відстежування поточного стану робота і стану зовнішнього середовища.

3-тє покоління роботів залишає людині тільки стратегічну ланку управління: система спілкування з оператором зводиться до видачі завдання й прийняття звіту про його виконання. Автоматична система повинна бути універсальною, гнучкою, з широтою можливостей інтелекту. При

цьому прийняттю будь-яких додаткових рішень, які розв'язуються за допомогою системи штучного інтелекту, вимагає не тільки розробки спеціальних алгоритмів прийняття рішення, але й спеціалізованих технічних засобів – нових технічних органів чуття і виконавчих органів, тобто кожне таке завдання є складною науково-технічною проблемою. Отже, одним з найперспективніших напрямків робототехніки є роботи 3-го покоління – автономні роботизовані комплекси (АРК).

Найчастіше оптимальним рішенням є комбінація автоматичного й автоматизованого управління. Однак майже завжди необхідно забезпечити короткочасне, але повністю автономне функціонування робота (передусім його системи управління пересуванням) на випадок раптового припинення радіозв'язку у разі потрапляння НРК у зону радіотіні, або в аварійній позаштатній ситуації, за оперативного корегування дій робота у випадку зміни ситуації.

Командне управління здійснюється оператором на нижньому рівні управління роботом через управління окремими приводами в режимі управління пересуванням і швидкістю. Точність такого управління визначається вмінням оператора, на якого покладається зоровий зворотний зв'язок у контурі управління. Швидкодія при цьому дуже низька, оскільки, по-перше, для одержання певної точності таке управління ведеться, зазвичай, за зниженої швидкості, а, по-друге, тому що в цьому випадку для переміщення НРК або робочого органа маніпулятора в чергову позицію приводи включаються по черзі, послідовно. Крім того, управління роботом вимагає від оператора постійної уваги, що досить втомливо. У деяких умовах (зокрема, у тумані, в диму, вночі) оператори часто втрачають орієнтування, що відзначається нездатністю робота приймати самостійні рішення і вимагає організації й постійної підтримки телевізійного каналу та радіоканалів зв'язку з оператором.

Для збільшення дальності зв'язку доцільно використовувати ретранслятори. Автоматизоване встановлення ретрансляторів передбачає, що роботизований засіб, насамперед наземний, у разі послаблення сигналу від пункту управління буде виштовхувати зі свого вантажного відсіку або скидати з платформи на ґрунт ретранслятор. Отже, за допомогою роботів можна створити мережу ретрансляторів, що забезпечать роботу технічних засобів у єдиному інформаційному полі, та збільшити дальність стійкого зв'язку з оператором під час роботи в важких умовах.

Зв'язок оператора і НРК реалізується через кабель або канали зв'язку. Дистанційне управління роботою НРК оператором можливо здійснювати по радіо (на відстані до 10000 м), по волоконно-оптичній лінії зв'язку (на відстані до 400 м) або по кабелю (на відстані до 200 м).

Доцільнішою є розробка комбінованих систем з можливостями автоматичного та дистанційного супервізорного управління. Таким чином, система управління НРК повинна забезпечити:

через оператора – ручне управління пересуванням робота і спеціальним обладнанням, пошук орієнтирів на місцевості та їх ідентифікацію на основі отриманої інформації від системи технічних органів чуття НРК;

через систему навігації – обчислення місця розташування НРК та повернення його до місця останньої топоприв'язки у разі втрати зв'язку з оператором.

Бажано, щоб система технічних органів чуття складалася з декількох підсистем, які працюють на різних фізичних принципах, що дозволяють будувати моделі видимої зони.

Розробку роботів доцільно починати зі створення простих, дешевих екземплярів, що управляються оператором, тобто роботів 1-го покоління. Отже, людина (оператор) є на сьогодні невід'ємною частиною системи управління.

Система управління пересуванням НРК

Управління пересуванням мобільних роботів – це транспортне завдання, яке не має принципової специфіки щодо робототехніки. Це стосується й самої системи управління пересуванням роботів.

Пересування робота відбувається за рахунок планування його пересування оператором на основі інформації, що безупинно надходить від технічних органів чуття і навігаційної системи.

Функціональна схема системи управління пересуванням НРК 1-го, 2-го та 3-го покоління наведена на рис. 3.

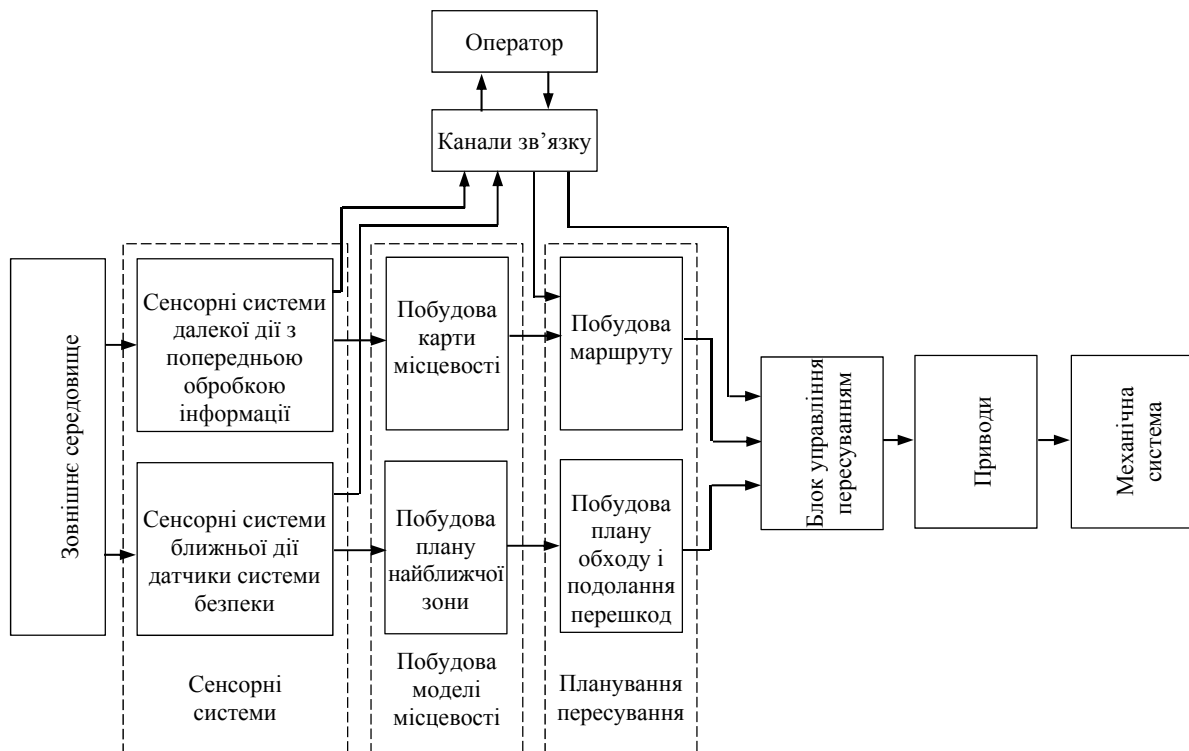


Рис. 3. Функціональна схема системи управління пересуванням на місцевості роботизованого комплексу

Управління роботом 1-го покоління виконує оператор. За інформацією про зовнішнє середовище, що отримана через відеопереглядові пристрої від основної камери, оператор забезпечує пошук орієнтирів на місцевості та їх ідентифікацію, будує маршрут і забезпечує пересування НРК за заданим маршрутом для виконання певної технологічної операції. Таким чином, на виході системи оператор формує потрібне командне значення швидкостей лінійного руху та азимутального повороту робота.

Залучення оператора до управління роботом 3-го покоління, тобто АРК, обмежується лише постановкою йому завдань. АРК самостійно будує модель місцевості та планує маршрут пересування нею. Модель місцевості не лише складається з апріорних даних, а й уточнюється в ході пересування робота, на основі отриманої від нього сенсорної інформації. Така модель повинна мати як мінімум два рівні за масштабом:

- перший – у межах досяжності сенсорних систем;
- другий – для місцевості безпосередньо попереду робота.

Модель першого рівня місцевості слугує для прокладання маршруту пересування до заданої цілі. Варіантами цілей можуть бути:

- пошук конкретних об'єктів (за заданими ознаками);
- досягнення істинної точки на місцевості, заданої координатами;
- пересування за заданим маршрутом для виконання певної технологічної операції.

Друга, докладніша, модель найближчої ділянки місцевості необхідна для уточнення особливостей маршруту безпосередньо попереду робота, включаючи перешкоди, не відзначені на карті місцевості першого рівня. У цілому – це завдання забезпечення безпеки переміщення. Однак для гарантованого вирішення останнього завдання цього може виявитися недостатньо й буде потрібна спеціальна система забезпечення безпеки, яка:

- контролює кути нахилу шасі робота, не допускаючи перевищення їх критичних значень, обумовлених можливістю перекидання;
- контролює небезпечні вертикальні провали й тріщини безпосередньо попереду робота;
- оцінює властивості ґрунту відносно його прохідності;

– забезпечує аварійну зупинку робота за сигналом дистанційного або контактного датчика перешкод, які виникають безпосередньо попереду робота.

Блок управління пересуванням здійснює управління тяговими приводами й приводами повороту шасі.

Блок побудови маршруту синтезує траєкторію пересування, оптимізуючи її за мінімумом витрат енергії, що особливо важливо для роботів з автономним енергоживленням, або за мінімумом часу виконання завдання, якщо в постановку завдання входить умова забезпечення максимальної швидкодії.

Блок побудови карти (плану) місцевості відображає її у формі, зручній для вирішення завдання вибору маршруту, зокрема, з виокремленням нездоланих перешкод і небезпечних або незрозумілих ділянок.

Якщо виконання завдання вимагає знання більшої ділянки місцевості, ніж дають сенсорні системи в початковому положенні НРК, тобто до початку переміщення, карта місцевості формується й передається в блок побудови маршруту фрагментами, в міру пересування робота. Такими ж ділянками послідовно здійснюється й синтез траєкторії пересування. У цьому випадку перше наближення для всієї траєкторії робиться за наявної апріорної інформації про місцевість або, як мінімум, визначається лише загальний напрямок руху. На нижньому загальносистемному рівні системи управління знаходиться канал управління пересуванням у близькій зоні, якій реалізує алгоритми забезпечення безпеки руху.

Для управління пересуванням НРК 1-го покоління доцільно використовувати 2 кольорові камери. Основна камера повинна бути розміщена на верхньому плечі маніпулятора та встановлена на обертовій головці, що робить можливим обертання камери в горизонтальній і вертикальній площинах. Камера оснащена об'єктивом зі змінним фокусом з можливістю автоматичного регулювання діафрагми, а також з можливістю ручного дистанційного регулювання різкості та фокуса. Друга рухома камера призначена для забезпечення безпеки переміщення. Камера розміщена попереду пересувної платформи на сервомоторі, що контролює кут нахилу платформи, завдяки чому поле зору змінюється разом з підняттям або опусканням переднього колеса робота. Отже, вона контролює кути нахилу шасі робота, не допускаючи перевищення їх критичних значень, обумовлених можливістю перекидання, та дозволяє оператору уникати критичних ситуацій під час управління НРК.

Два спеціальних датчики торкання, які розташовані на передньому буфері НРК, забезпечують аварійну зупинку робота за сигналом контактного датчика перешкод, які виникають безпосередньо попереду робота.

Доцільно мати 3-тю камеру, резервну, яка може бути розміщена на обертовій основі маніпулятора та спрямована назад. Поле зору оператора змінюється разом з обертанням основи маніпулятора.

Навігаційна апаратура повинна забезпечувати виконання бойових завдань НРК та мати наступні характеристики.

Похибка у визначенні власних координат не повинна перевищувати розміру автономного апарата, оскільки у роботів 3-го покоління можливі зіткнення з пристроями такого ж або меншого розмірів та інші конфлікти із середовищем. Базова модель робота, яка розроблена під час виконання цієї НДР, має розмір 1,2 м у ширину та 1,5 м у довжину та радіус зони застосування до 10 км. Тому для цього робота середньоквадратична похибка не повинна перевищувати для визначення:

- координат місцезнаходження – 1 м;
- швидкості – 0,1 км/год.

Активні навігаційні системи (АНС). До них належать: інерційні навігаційні системи (ІНС) на гіростабілізованих платформах; безплатформні інерціальні навігаційні системи (БІНС); одометричні навігаційні системи (ОНС), на базі яких можливо створення інтегрованих (комплексних) систем.

АНС цілком автономні, не випромінюють назовні і не потребують ззовні жодної інформації, вони повністю захищені від перешкод, мають велику миттєву точність і забезпечують продукування безперервної навігаційної інформації. У той самий час, вони інтегрують систематичну складову похибки і потребують контрольного орієнтування, що є їх основним недоліком.

Недоліками ІНС є висока вартість, складність налаштування перед початком руху, необхідність частих зупинок на опорних пунктах з відомими координатами для проведення корекції шляху. Точність ІНС значною мірою залежить від плавності ходу рухомого об'єкта та наявності опорних пунктів за маршрутом пересування.

Останнім часом окреслилась тенденція переходу від ІНС на гіростабілізованих платформах до БІНС, які мають низку переваг перед механічними:

Найпростіший варіант активного навігаційного пристрою – одометр.

Сучасні ОНС мають граничну відносну похибку визначення координат, близько 1,3% від пройденого шляху. В найближчі роки активні системи, розраховані на навігацію в реальних природних умовах, навряд чи подолають поріг точності у 5 м.

Вищевказане переконує в тому, що ІНС та ОНС не можуть використовуватися як основні системи навігації для НРК. Це стало передумовою розробки інтегрованих навігаційних систем.

Пасивні навігаційні системи. До пасивних навігаційних систем належать супутникові радіонавігаційні системи (СРНС), головним призначенням яких є глобальна та оперативна навігація, забезпечення можливості визначення (уточнення) параметрів рухомого об'єкта.

На сьогодні працюють (або готуються до розгортання) наступні системи супутникової навігації.

GPS – належить МО США. Пристрої, які підтримують навігацію по GPS, є найпоширенішими у світі. Також вона відома під ранньою назвою NAVSTAR.

ГЛОНАСС – належить МО РФ. Система має деякі технічні переваги, порівняно з GPS. Передбачається глибока модернізація системи на період до 2025 р., але з урахуванням нинішньої ізоляції РФ міжнародною спільнотою, можливо, що плани так і не будуть реалізовані, принаймні, у повному обсязі.

GALILEO – європейська система, що перебуває на етапі створення супутникового угруповання. Планується повністю розгорнути супутникове угруповання до 2020 року. GALILEO – це частина європейського проекту глобальної навігаційної супутникової системи GNSS, який реалізується у два етапи: GNSS-1; GNSS-2. Крім країн Європейського Союзу в проекті беруть участь: Китай, Ізраїль, Південна Корея, Україна і Росія.

Порівняємо деякі особливості діючих СРНС (GPS і ГЛОНАСС).

Обидві системи мають подвійне призначення – військове і цивільне, тому випромінюють два види сигналів: один зі зниженою точністю визначення координат (~100 м) для цивільного застосування та інший, високої точності (~10–15 м і точніше), для військового застосування. Зазначимо, що в системі ГЛОНАСС точність відкритого каналу в 2,5 рази вище, ніж у GPS.

Максимально можлива точність досягає $\pm 2-3$ м за горизонталлю, а за висотою – від $\pm 10-50$ м до $\pm 100-150$ м. Висотомір буде точніше, якщо проводити калібрування цифрового барометра за найближчою точкою з відомою точною висотою.

Для підвищення точності навігації рекомендується використовувати EGNOS, яка додає до сигналів GPS і ГЛОНАСС свої сигнали – від трьох європейських геостационарних супутників. Ця надлишкова інформація дозволяє збільшити точність визначення координат об'єктів, порівняно з GPS (диференційне вимірювання відстаней між двома точками з великою точністю). На сьогодні існують такі безкоштовні системи диференціального вимірювання: американська система WAAS, європейська система EGNOS, засновані на декількох геостационарних супутниках передавачах корекції, дозволяють отримати високу точність (до 30 см).

Після закінчення розгортання системи GALILEO вона буде визначати в реальному часі місце розташування об'єкта з точністю в розмірі до одного метра, що дозволить значно підвищити точність визначення місця розташування НРК.

У ході експлуатації СРНС, а також накопичення реальних даних про можливості використання її для споживачів, виявилися серйозні недоліки:

- недостатня надійність та достовірність системи;
- закриття країнами-власниками можливості користування СРНС у разі загострення політичної ситуації споживачами інших країн;

– навігаційна інформація, що надходить з АК СРНС, дискретна та має нестабільну миттєву точність;
– у різних регіонах Землі, на місцевості зі складним рельєфом сигнал СРНС може прийматися нерівномірно та з завадами.

Отже, така система ще не може використовуватися як основа в завданнях навігації малих НРК.

Спільна обробка інформації від ОНС і СРНС дозволяє використовувати переваги кожної СН, компенсувати їх недоліки та забезпечувати безперервне визначення навігаційних параметрів об'єктів та координат цілей.

Система управління спеціальним обладнанням НРК

На сьогодні одним з основних типів спеціального обладнання роботів є механічні маніпулятори, які виконані у вигляді кінематичних ланцюгів з ланок, що створюють кінематичні пари з кутовим або поступальним відносним переміщенням і системою приводів, зазвичай, окремих для кожного ступеня рухливості. Маніпулятори закінчуються робочим органом.

Мінімально необхідна кількість ступенів рухливості для переміщення робочого органа в просторі робочої зони дорівнює трьом. Однак, для розширення маніпуляційних можливостей і реалізації складніших траєкторій переміщення, а також для підвищення швидкодії маніпулятори, зазвичай, забезпечують декількома надлишковими ступенями рухливості, хоча це ускладнює та здорожчує роботу. Сучасні маніпулятори в середньому мають 4-6 ступенів рухливості, але існують і маніпулятори з 8-9 такими ступенями.

Важливим компонентом маніпуляторів є системи зрівноважування, які здійснюють статичне розвантаження приводів від ваги елементів конструкції маніпулятора й корисного вантажу, що дозволяє суттєво знизити зусилля й потужність приводів. Існують два способи такого зрівноважування.

Перший спосіб заснований на застосуванні вантажів і пружин, що врівноважують вагу елементів конструкції та корисного вантажу. Очевидний недолік врівноважування за допомогою вантажів полягає у збільшенні маси маніпулятора й відповідному зниженні швидкодії. Часто як вантажі для врівноваження використовуються елементи конструкції самого маніпулятора. У цьому випадку зазначений раніше недолік зникає. Універсальним варіантом пасивного зрівноважування є використання пружин.

Другий спосіб зрівноважування заснований на застосуванні для компенсації ваги частин маніпулятора простих нерегульованих додаткових двигунів, що діють паралельно з основними й розвивають зусилля, рівне статичному навантаженню від цих частин.

Робочі органи маніпуляторів слугують для безпосередньої взаємодії з об'єктами зовнішнього середовища й поділяються на захватні пристрої та спеціальний інструмент.

Вантажопідйомність збалансованих маніпуляторів обмежується вагою у 2500 кг. Маніпулятори, вантажопідйомністю понад 250 кг, мають гідравлічний привод. За вантажопідйомності 100–250 кг використовується електропривод, а за меншої вантажопідйомності – пневматичний привод.

Система управління спеціальним обладнанням мобільних роботів, склад якої визначається видом завдання та призначенням мобільного робота, повинна прийняти рішення на застосування спеціального обладнання, відповідно до призначення, на основі даних систем позиціонування та технічних органів чуття (сенсорні пристрої) і забезпечити виконання його за допомогою спеціального обладнання робота. Під час виконання технологічних операцій оператор, одержуючи від системи технічного зору (через кольорову камеру, яка розміщена на захваті маніпулятора) інформацію про об'єкт і хід виконання робіт, безперервно здійснює ручне управління виконавчими механізмами маніпулятора і транспортного засобу.

Основні вимоги до систем управління спеціальним обладнанням НРК полягають у можливості забезпечити якісну роботу спеціального обладнання під час виконання у повному обсягу завдань, що поставлені перед НРК.

Сенсорні пристрої НРК та інтерфейс з оператором

З вищевикладеного витікає, що система технічних органів чуття НРК повинна бути оснащена 2-ма датчиками торкання, розташованими на передньому буфері, та 4-ма кольоровими камерами (2 камери для управління пересуванням, резервна камера та камера маніпулятора), об'єднаними в корпусах з подвійними галогенними рефлекторами, що уможливує роботу за недостатнього освітлення або в повній темряві.

Інтерфейс між оператором і НРК повинен бути виконаний у вигляді екранного меню, яке дозволяє передивлятися зображення з камер та інтерпретувати дані від датчиків. Для управління пересуванням і спеціальним обладнанням НРК робоче місце оператора повинне оснащуватись переносним пультом управління, який виконаний у вигляді джойстика.

Висновки

НРК на сьогодні широко застосовуються у військовій справі. Їх розробка повинна базуватися на вихідних даних, основними з яких є ТТХ та ОТВ до зразка роботизованого комплексу.

У статті наведено склад системи управління, визначені основні її параметри та показники, що впливають на ефективність застосування НРК, розроблені вимоги щодо взаємодії з системами управління інших об'єктів, запропоновані базові принципи формування вимог до систем управління роботизованих комплексів, що дозволить замовнику НРК надавати розробникам ОТВ вихідні дані з чітким визначенням призначення зразка, умов застосування і використання його систем.

Перспективи подальших досліджень

На сьогодні в Збройних Силах України відсутнє наукове обґрунтування структури і складу систем НРК для Сухопутних військ. Внаслідок цього метою подальших досліджень є: наукове обґрунтування переліку необхідного типу зразків наземних роботизованих комплексів (систем); подальший розвиток методологічних основ обґрунтування ТТХ та ОТВ до таких зразків; розробка методик оцінки бойового застосування зразків роботизованого озброєння.

Список використаних джерел

1. Григор'єв О.П. Модель обґрунтування оперативно-тактичних вимог і тактико-технічних характеристик до наземних бойових робототехнічних комплексів./ О.П. Григор'єв, О.І. Кравчук, Набок В.К. // Збірник наукових праць. Військова академія (м. Одеса). – № 2 (2): Технічні науки. – 2014. – 128–135 с.
2. Юревич Е.И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. – 2 изд. перераб и доп. – Петербург : СПб. БХВ, 2005. – 416 с.
3. Інструкція з формування оперативно-стратегічних і оперативно-тактичних та загальних вимог до озброєння та військової техніки Збройних Сил України // Воєнно-наукове управління Генерального штабу Збройних Сил України. – Київ, 2016. – 7 с.
4. Робочі матеріали про науково-дослідну роботу шифр «Астра». – Одеса : Військова академія, 2016. – 70 с.

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

ПРИНЦИПЫ ФОРМУЛИРОВАНИЯ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

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

Разработаны основные тактико-технические характеристики к системе управления наземных роботизированных комплексов.

Ключевые слова: наземный роботизированный комплекс, система управления, система навигации, система управления движением, система управления специальным оборудованием.

PRINCIPLES OF THE DEFINING TACTICIAN-TECHNICAL CHARACTERISTICS TO MANAGERIAL SYSTEM OVERLAND ROBOTIZED COMPLEX

S. Kovalishin, U. Monahov, I. Simonenkova

The main tactician-technical characteristics are designed to managerial system overland robotized complex.

Keywords: overland robotized complex, managerial system, system to navigations, managerial system by motion, managerial system by special equipment.