

УДК 004.4:003.26:681.326.3

*Омельчук І.А., викладач,
Пількевич І.А., д.т.н., професор,
Мірошніченко С.І., викладач*

Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Інтенсифікація розвитку сучасних вимірювальних та інформаційних систем дозволяють автоматизувати і дистанціювати процеси управління різноманітними об'єктами. Саме тому ХХІ сторіччя принесло людству чергову технологічну революцію. Мікроконтролери, смартфони, системи передачі даних, стрімкий розвиток інформаційних мереж істотним чином змінив буття кожної країни та родини. За минулі 10-15 років в багатьох країнах світу інтенсивно почали з'являтися різноманітні зразки роботизованих комплексів наземного базування або в обмеженому розумінні UGV (unmanned ground vehicles), що стало результатом розвитку сучасних інформаційно вимірювальних технологій. Роботизовані системи широко впроваджуються і в військовій сфері. Значна потреба поширення застосування роботизованих систем наявна в сухопутних військах, які є найбільш «контактними» (переувають у постійній бойовій взаємодії з військовими підрозділами супротивника) і при цьому зазнають найбільш відчутних втрат у військових діях.

Розвиток сучасних військових інформаційних технологій зумовлює швидке впровадження в практику бойового застосування широкого спектру наземних керованих систем різного спектру застосувань, однак вирішення проблематики автоматизації керування цими комплексами на рівнях управління оператором, та адаптації їх до умов застосування в бойових умовах безпосередньо в місцях виконання ними поставлених задач є актуальним питанням сьогодення.

Останнім часом з'являються потужні світові школи та проекти щодо розробки та впровадження автоматичних роботизованих систем та їх складових компонентів.

Велика кількість закладів наукового, військового та цивільного спрямування працюють над розробкою та вдосконаленням роботизованих комплексів [1], їх тягових і маневрових характеристик [2], розробці систем керування рухомими апаратами [3].

Метою даної роботи є розробка алгоритму стабілізації курсової стійкості наземних рухомих апаратів під час їх руху. В основу дії запропонованого алгоритму покладено аналізування вимірних значень відцентрових сил які виникають під час руху комплексу та побудову на

основі цих даних лінії прогнозного тренду щодо їх подальшої поведінки та розвитку. На основі замірів та математичних обрахунків проводиться програмний аналіз стабільності існуючої траєкторії, та обирається варіант реагування на поведінку колісного агрегату при можливій зміні траєкторії, що була спричинена характеристиками дорожнього покриття чи особливостями рельєфу.

Також маючи результати замірів сил що виникають під час руху агрегату на початку маневру є можливість побудувати математичну модель тренду для даного моменту руху з прогнозуванням розвитку подій. Отже володіючи масивом результатів замірів сил реакції на початку виконання маневру можна провести математичне прогнозування розвитку траєкторії руху рухомого апарата [4].

Математичний апарат прогнозування розвитку сил реакції, що виникатимуть під час виконання маневру побудовано на основі методу статистичної обробки результатів вимірювання відцентрових сил що виникають рід час руху апарату.

Методи статистичного моделювання широко розповсюджені та використовуються при прогнозуванні в різних сферах діяльності [5]. Враховуючи систематичність проведення вимірювань під час руху наземного роботизованого комплексу, результати вимірювань отримані під час руху можуть бути розглянуті у вигляді дискретного стохастичного часового ряду з певним кроком в часі. Виміряні значення сил що діють на апарат який рухається є змінною величиною, відповідно часовий ряд в конкретних дорожніх умовах також є різним і визначає траєкторію рухомого об'єкта в конкретний момент часу. Цілком очевидним є те, що для кожного відрізка шляху і особливостей маневру цей ряд є індивідуальним.

Як вказано в [5], значення експонентної середньої S_t можна виразити через значення часового ряду x

$$\begin{aligned} S_t &= \alpha x_t + \beta S_{t-1} = \alpha x_t + \alpha \beta x_{t-1} + \beta^2 S_{t-2} = \dots = \\ &= \alpha x_t + \alpha \beta x_{t-1} + \alpha \beta^2 x_{t-2} + \dots + \alpha \beta^{t-1} x_1 + \beta^t S_0 = \alpha \sum_{i=0}^{t-1} \beta^i x_{t-i} + \beta^t S_0, \end{aligned} \quad (1)$$

де N – кількість членів ряду; S_0 – деяка величина, що характеризує початкові умови з яких починається застосування формули при $t = 1$; α – параметр згладжування ряду, $\alpha = \text{const}$, $0 \leq \alpha \leq 1$; $\beta = 1 - \alpha$.

Отже,

$$S_t = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i x_{t-i}. \quad (2)$$

Таким чином, величина S_t є зваженою сумою всіх членів часового ряду. Причому питома вага обрахованого значення експоненційно зменшується залежно від тривалості проведених спостережень. Саме цей фактор пояснює, назву величини S_t експонентною середньою.

Отже, запровадиши запропоновану математичну модель можна з достатньою ступінню імовірності оцінити розвиток сил реакції які можуть виникати під час виконання маневру наземним комплексом в умовах цього застосування і зреагувати завчасно щодо коригування його курсу.

Такими діями може бути або швидка коригуюча зміна положення керованих коліс, або коригуванням курсової стійкості динамічним способом [5].

Висновки. Використовуючи запропонований алгоритм є можливість суттєво покращити тактико технічні характеристики наземних роботизованих комплексів.

Також, при застосуванні математичного прогнозування, та застосування коригуючих керувальних дій завчасно, є можливість підвищити швидкість виконання маневрів наземними комплексами що значно ускладнить виявлення та ураження комплексу на полі бою, і дасть змогу підняти його показники живучості.

Список використаних джерел:

1. Перспективи використання мобільних роботизованих комплексів в широкому спектрі вирішення задач мілітарного спрямування / Зінько Р. В., Ванкевич П. І., Черненко А. Д. та ін. // Збірник наукових праць Військової академії. Одеса, 2018. Вип. № 1 (9). С. 17–27. URL:http://zbimyk.vaodessa.org.ua/images/zbimyk_9/03.pdf
2. Грубель М. Г., Крайник Л. В., Боднар М. Ф. Оцінка тягово-швидкісних характеристик військової автомобільної техніки за умов руху бездоріжжям методами імітаційного моделювання // озброєння та військова техніка, 2019. № 3. С. 46–52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2019_3_6.
3. Папуша Д., Чеплюк Л. Автоматизована система управління рухом робота для дослідження небезпечних приміщень // Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення – 2017 : тези доп. II Міжнар. наук.-техн. конф. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/154.pdf>.
4. Бобошко О. А. Наукові основи підвищення показників маневреності автомобілів: дис. на здобуття ступеня доктора технічних наук за спец. 05.22.02 – Автомобілі і трактори / Харківський нац. автомобільно-дорожній університет. Харків, 2019. 332 с. URL:<https://uacademic.info/ua/document/0519U001087>
5. Бідюк П. І. Ймовірісно-статистичні методи моделювання і прогнозування : [монографія] / П. І. Бідюк, О. П. Гожий. – Миколаїв : Чорноморський державний університет ім. Петра Могили, 2014. – 440 с. URL:<https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream.pdf>