

УДК 004.4:003.26:681.326.3

*Омельчук І.А., викладач
Пількевич І.А., д-р.техн.наук, професор
Мірошніченко С.І., викладач
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова*

МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Інтенсивний розвиток сучасних вимірювальних та інформаційних систем дозволяють автоматизувати і дистанціювати процеси управління різноманітними об'єктами. То ж 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 провідних країнах світу почали інтенсивно 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 військовому напрямку. Значна потреба ширшого використання роботизованих систем присутня в сухопутних військах, які є найбільш «контактними» (перебувають у постійній бойовій взаємодії з військовими підрозділами супротивника) і при цьому зазнають найбільш відчутних втрат у військових діях. Розвиток сучасних військових технологій зумовлює стрімке впровадження в практику ведення бойових дій широкого спектру наземних дистанційно керованих систем різноманітного призначення, однак висвітлення проблеми автоматизації процесів керування цими комплексами шляхом функціонування мобільних роботів на рівнях управління оператором, та адаптації їх до умов бойового застосування безпосередньо в місцях виконання ними поставлених задач.

Останнім часом з'явилося кілька потужних світових шкіл та проєктів щодо розробки та впровадження автоматичних систем та їх складових.

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

Метою даної роботи є розробка та впровадження алгоритму системи стабілізації курсової стійкості наземних роботизованих комплексів. В основу алгоритму покладено аналізування значення відцентрових сил та побудову лінії прогнозного тренду щодо їх поведінки. На основі цих даних проводиться програмний аналіз стабільності траєкторії, або обирається варіант реагування на поведінку колісного агрегату на зміну траєкторії, що були спричинені характеристиками дорожнього покриття чи рельєфу.

Також маючи результати замірів сил реакції рухомого агрегату на початку маневру є можливість побудувати лінію тренду для даного конкретного моменту руху з прогнозуванням розвитку подій. Отже маючи масив замірів на початку маневру можна математично прогнозувати розвиток події та поведінку рухомого апарата [4].

Математичний апарат та методика прогнозування розвитку сил реакції під час виконання маневру, що пропонується побудовано на основі статистичної обробки даних вимірювання відцентрових сил що діють на рухомий апарат.

На сьогоднішній день методи статистичного моделювання широко використовуються в економічних розрахунках та прогнозах [5]. Враховуючи, що використання вимірювань під час руху рухомого агрегату є циклічним, результати вимірювань отримані під час руху можуть бути розглянуті як дискретний стохастичний часовий ряд з певним кроком. Виміряні значення сил що діють на апарат який рухається постійно змінюються, відповідно часовий ряд в умовах конкретної дорожньої обстановки також є різним і визначає поведінку рухомого об'єкту в конкретний момент часу. Очевидно, що для кожного відрізка шляху, і маневру цей ряд є індивідуальним.

Як вказано в [5], експонентну середню S_t можна виразити через значення часового ряду x

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

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

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 ряду. Причому вага падає експоненційно залежно від давнини (віку)

спостереження. Це й пояснює, чому величина S_t названа експонентною середньою.

Отже, використовуючи дану математичну модель можна з великим ступенем імовірності спрогнозувати розвиток сил реакції що діятимуть на наземний комплекс при виконанні маневру в конкретних умовах, і застосувати завчасно дії, щодо коригування курсу рухомого агрегату.

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

Висновки. Використовуючи запропонований метод можна значно покращити тактико технічні характеристики наземних рухомих роботизованих комплексів.

Також, використовуючи математичне прогнозування, та застосування коригуючих керувальних дій завчасно, є можливість підвищити швидкість виконання маневрів, 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 / Зінко 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://zbirnyk.vaodessa.org.ua/images/zbirnyk_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 (дата звернення: 05.11.2024).
3. Папуша Д., Чепюк 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> (дата звернення: 05.11.2025).
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>