

*Яцько С.І., к.т.н.*

## ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ НЕЧІТКОГО КОНТРОЛЕРА СИСТЕМИ ПРИЦІЛЬНОГО ГАЛЬМУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ

Задачі, що можуть бути розв'язані за допомогою систем прицільного гальмування, та пріоритети при їх впровадженні залежать від багатьох факторів та від специфіки транспортної системи, в якій намічається їх впровадження. До списку задач можна включити як зниження витрат енергії на тягу, так і оптимізацію графіків руху або підвищення провізної здатності системи [1].

Для електропоїздів приміського сполучення та метрополітенів характерними режимами роботи є пуск, вибіг та гальмування [2]. При ручному гальмуванні машиніст електропоїзда обирає момент початку гальмування «з запасом» на випадок власної помилки або неправильного вибору режиму гальмування. Для регулювання гальмівної сили при прицільному гальмуванні задаються різні рівні уповільнення, а у разі, якщо можна задавати лише один його рівень, застосовується ступінчасте гальмування. Режим гальмування вибирається в залежності від неузгодженості між програмною швидкістю поїзда і дійсною, а в деяких системах - і від похідної цього неузгодження.

Розрахункова траєкторія прицільного гальмування у функції шляху будується на основі значення середнього уповільнення поїзда. Практично питання зупинки потяга метрополітену у заданій точці є багатофакторним, оскільки траєкторія гальмування повинна відповідати одночасно декільком критеріям, які часто містять протиріччя між собою або певні невизначеності. Наприклад, з умови забезпечення комфорту пасажирів, швидка зміна режимів гальмування неприпустима, так як вона призводить до неприємних поштовхів під час руху; поточна швидкість руху поїзда метрополітену може бути виміряна лише з певною похибкою. Тому взагалі можна вважати, що швидкість потяга при реалізації гальмування на підході до станції є функцією  $V = f(V', a, j, \dots)$ , де  $V'$  – початкова швидкість на підході до станції, км/год;  $a$  – значення уповільнення при гальмуванні,  $m/c^2$ ;  $j$  – поштовх,  $m/c^3$  тощо.

Задача прицільного гальмування електропоїзда метрополітену може бути вирішена за допомогою використання контролера на основі нечіткої логіки для вибору величини гальмівного уповільнення у кожний момент часу. У порівнянні з традиційним алгоритмом управління, наприклад, за допомогою PID-контролера, контролер на основі

нечіткої логіки має низку переваг. Основною перевагою останнього є відсутність потреби у математичному описі системи для оптимального управління та прийняття адекватних рішень, особливо в умовах непрогнозованих змін. За відсутності математичного опису поведінки системи оптимально встановити коефіцієнти управління класичного PID-регулятора неможливо [3]. Додатковою перевагою нечіткого контролера є можливість одночасного урахування декількох вхідних змінних, причому кількість входів та виходів обмежується лише допустимим розміром набору правил.

В рамках дослідження створена математична модель-фреймворк для розробки та тестування системи забезпечення автоматичного прицільного гальмування поїзда метрополітену на базі нечіткого контролера. У якості прикладу розглянуто систему на основі нечіткого контролера з алгоритмом Мамдані. Проведене моделювання показало, що система прицільного гальмування з нечітким контролером забезпечує задовільну точність зупинки потяга навіть при наявності істотних відхилень вимірних значень вхідних параметрів від фактичних. Висновки з моделювання є особливо актуальними в контексті зменшення капіталовкладень на впровадження систем автоведення поїздів взагалі та автоматичного прицільного гальмування зокрема.

*Г. І. Нестеренко,*

*М. І. Музикін*

*В. В. Підхлібний*

УДК 656.2

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПОЇЗДІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Ефективна відсіч російським загарбникам під час широкомасштабного вторгнення РФ на територію нашої країни значною мірою залежить від здатності вітчизняного транспорту оперативно здійснювати всі види перевезень у необхідних обсягах задля задоволення потреб Збройних сил України та інших утворених відповідно до законів України військових формувань, національної економіки та цивільного населення. Одним з найбільш ефективних видів перевезень є контрейлерні перевезення.

Для того, щоб говорити про доцільність використання контрейлерних поїздів в умовах воєнного стану, спочатку слід розглянути їх переваги, фактори їх розвитку в Україні, а також тенденцію їх розвитку в Україні [1-2].

Переваги контрейлерних перевезень: висока швидкість і гарантія доставки вантажів відповідно до графіка руху поїзда (так звана технологія «just in time»); безпека перевезення за будь-яких погодних умов; скорочення часу проходження прикордонного та митного контролів; збереження транспортного засобу та економія паливно-мастильних матеріалів; збереження автомобільних доріг; збереження навколишнього середовища; економія витрат на оформлення товаросупровідних документів; для перевезень автопоїздів залізницею практично не існує обмежень, що висувається до їх маси; розвантаження міжнародних автомобільних доріг.

Певні фактори також сприяють розвитку контрейлерних перевезень: сезонні обмеження руху великотонажних автомобілів; обмеження часу перебування водіїв за кермом автомобіля згідно діючих нормативно-правових актів з охорони праці; вимоги до безпеки перевезення вантажу.

Варто відзначити, що контрейлерні перевезення можуть здійснюватися не за однією, а за двома технологіями: 1). доставка автопоїздів на залізничних платформах при супроводі їх водіями, або 2). доставка лише напівприцепів без сидельних тягачів і водіїв. Основною необхідною умовою в організації комбінованих перевезень, до яких як раз таки відносяться контрейлерні перевезення, є наявність відповідних технічних засобів.

Оператором комбінованих перевезень на залізницях України є філія «Центр транспортного сервісу ЦТС «Ліски» АТ «Українська залізниця» (ЦТС «Ліски» АТ «УЗ»), що володіє терміналами у Києві, Дніпрі, Харкові, Одесі, Чопі та здійснює комплексне транспортно-експедиційне обслуговування, використовуючи переваги комбінованих перевезень. 31 березня 2023 року, вже під час воєнного стану, АТ «Українська залізниця» відправило у тестовий експериментальний рейс контрейлерний вагон. Контрейлерний вагон вирушив за маршрутом Київ-Ліски – Чоп з метою фінального затвердження так званої, тимчасової схеми навантаження та подальшого розвитку контрейлерних перевезень в Україні. Тестовий рейс виконувався на спеціалізованій контрейлерній платформі філії АТ «Українська залізниця» – ЦТС «Ліски» АТ «УЗ» з додатково облаштованим місцем для кріплення автомобільного вантажного напівприцепа.

На наш погляд, незважаючи на скептицизм деяких вчених, в Україні в умовах воєнного стану розвиток контрейлерних перевезень має велику перспективу. Цю думку поділяють також профільні спеціалісти АТ «УЗ». Забезпечення курсування контрейлерних поїздів та ведення їх за твердими нитками графіку руху поїздів призведе до скорочення логістичних витрат, підвищення якості

логістичного обслуговування, вирішить питання нехватки водіїв вантажних автомобілів.

Наразі стало відомо, що АТ «УЗ» планує запровадити інноваційну транспортну технологію – інтермодальний сервіс. Це дозволить об'єднати перевезення контейнерних, контрейлерних поїздів, тобто мова йде про комбіновані перевезення. Все це буде запроваджено на базі рухомого складу ЦТС «Ліски» АТ «УЗ». Це робиться з чіткою метою – інтеграція в європейську транспортну систему контейнерних поїздів шляхом розвитку інтермодальних перевезень територією України. 11 жовтня 2023 АТ «Українська залізниця», австрійська залізнична компанія Rail Cargo Austria та німецький вагонний оператор VTG у рамках дії меморандуму між АТ «Українська залізниця» та RCA, що було підписано у вересні 2023 року, успішно виконали тестовий інтермодальний рейс з перевезення вантажних автомобільних напівприцепів в складі контрейлерного поїзда за міжнародним маршрутом Київ-Ліски – Будапешт. Наразі також опрацьовуються питання щодо зменшення тривалості митного оформлення імпорто-експортних операцій при здійсненні інтермодальних перевезень.

Таким чином запровадження інтермодальних перевезень за участю залізничного та автомобільного видів транспорту можливо здійснювати в умовах воєнного стану. Більш того, використання контрейлерних перевезень зможе зацікавити іноземних інвесторів та розширити існуючу «клієнтську базу» вантажовідправників АТ «Українська залізниця».

#### Список використаних джерел

1. Кузьменко А. І., Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Стрелко О. Г. Аналіз впливу плану та поздовжнього профілю колії на умови експлуатації контрейлерних поїздів. *Системи та технології*. № 2(62). 2021. С. 116-141.
2. Музикін М. І., Телуєва В. С. Переваги та недоліки залізничного та автомобільного транспорту в умовах воєнного стану. *Матеріали 19 науково-практичної Міжнародної конференції «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика»*. Харків : УкрДУЗТ, 2022. С. 160-162.

Приходько С.І., д.т.н.

Штомпель М.А., д.т.н., (УкрДУЗТ)

УДК 621.391

#### ЗАСТОСУВАННЯ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ НА