

3. Cohesion Policy and the United Kingdom 2014–2020. URL: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/information/cohesion-policy-achievement-and-future-investment/factsheet/united_kingdom_en.pdf.

4. McCann Ph., Ortega-Argilés R. Smart specialisation in European regions: issues of strategy, institutions and implementation. *European Journal of Innovation Management*. 2014. Vol. 17 (4). P. 409–427. URL: <https://doi.org/10.1108/EJIM-05-2014-0052>.

СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНОЇ ІННОВАЦІЇ – СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ВЕДЕННЯ ПОЇЗДІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Палант Олексій Юрійович,
*доктор економічних наук, провідний науковий
співробітник НДІ правового забезпечення
інноваційного розвитку НАПрН України*

Стаматін В'ячеслав Володимирович,
*генеральний директор
КП «Харківський метрополітен»*

The scientific report is devoted to the study of the problems of solving the implementation of the system of automatic management of subway trains and their ways in the framework of the formation and implementation of the Strategy of regional innovation.

Keywords: Strategies of development of regional innovations, system of automatic management of subway trains.

Научный доклад посвящен изучению проблем решения внедрения системы автоматического ведения поездов метрополитена и путей их в рамках формирования и реализации Стратегии развития региональных инноваций.

Ключевые слова: Стратегии развития региональных инноваций, система автоматического ведения поездов метрополитена.

Актуальність дослідження проблем функціонування й розвитку транспортних систем мегаполісів обумовлена досить великою кількістю факторів, ключовим з яких є надання транспортних послуг населенню, постійним підвищенням їх якості, безпеки й комфорту перевезення пасажирів. Цим вимогам відповідає розроблювальна за участю авторів система автоматичного ведення поїздів (САВП) метрополітену.

Як відомо, лінії метрополітену являють собою ряд перегонів між станціями. Рух поїздів організований за графіком із зупинками на кожній станції для посадки й висадки пасажирів. Метрополітену властиві висока швидкість поїздів, що курсують, і значний пасажиропотік. Метрополітен – це суцільно міський вид транспорту, бо будівництво й експлуатація метрополітенів передбачає значні капіталовкладення. Отже економічно його розміщення виправдане тільки у великих містах, де є необхідний пасажиропотік.

Лінії метрополітену, як правило, проходять уздовж містоутворюючих осей, що автоматично робить їх каркасом міської пасажирської транспортної мережі. Інші види міського транспорту найчастіше виконують функцію підвозу до станцій метрополітену, погоджуючи із ним графіки руху, й намагаються будувати маршрути так, щоб не дублювати лінії метрополітену.

Автоведення – система часткового або повного автоматичного керування поїздом без безпосередньої постійної участі машиніста. Система автоматичного ведення поїздів застосовується на локомотивах і моторвагонному рухомому складі. Для метрополітенів вона заснована на точному обліку відстані між станціями й технічно реалізується за рахунок світловідображення-світлопоглинання спеціальних складних технічних пристроїв, що оснащені комплексом програмного забезпечення. Зазвичай її встановлюють у кабінах машиністів на головних вагонах поїздів. Функція автоведення крім розв'язання завдань плавного гальмування й рушання поїздів на станціях вирішує завдання по оптимізації швидкості й інтервальному регулюванню руху, що покликано привести до зменшення витрати електроенергії й підвищити пропускну здатність ліній метрополітену. У якості системи безпеки вона здійснює контроль над поведінкою машиніста й у

зможі припинити його можливі неправомірні дії, здатні привести до важких наслідків.

У світі системи автоведення поїздів метрополітену досить поширені. Вони поступово, але впевнено замінюють людину в кабіні вагона метро. Існує велика кількість подібних систем, але в рамках даних тез ми на них докладно зупинятися не будемо.

Керуюча система автоведення поїздів являє собою програмно-апаратний комплекс, яка покликана забезпечити автоматизоване керування електропоїздами з одночасним розрахунками оптимальних алгоритмів витрати електроенергії при гальмуванні й наборі швидкості на станціях, що, крім іншого, дає переваги в точності виконання графіка руху й дотримання оптимального режиму інтенсивності руху поїздів.

Існує цілий ряд класифікацій САВП. По місцю розташуванню їх ділять на автономні й централізовані. Залежно від типів поїздів – на системи для метрополітенів, приміських електропоїздів, окремо для пасажирських і для вантажних поїздів. По виду програмного забезпечення – на стаціонарні, вмонтовані в пам'ять САВП, такі, що здійснюють програмування в реальному режимі часу при русі поїзда (і як підвид такі, що циклічно розраховують оптимальні параметри). По місцю розташування блоків керування – на бортові й підлогові (останні практично зжили себе, тому що утрудняли експлуатацію й ремонт верхнього профілю колії). По апаратній реалізації – на побудовані на спеціалізованих пристроях і побудовані на мікропроцесорах. Також їх класифікують по ступеню автоматизації, по оснащеності внутрішньою автоматикою – на повністю автоматичні й частково автоматичні.

Примітно, що централізовані системи автоведення поїздів уперше були застосовані саме на лініях метрополітенів. Ці системи дозволяють із високою точністю виконувати графіки руху, де погрішність прибуття на станцію не повинна перевищувати $\pm 2,5$ секунди. Вони добре себе зарекомендували при невеликих довжинах ліній і можливості організації кабельних каналів зв'язку в тунелях, однотипності рухомого складу й маломінливих кліматичних показниках. Централізовані САВП передають інформацію із центрального поста

управління на поїзди, а наявність інформації про місце розташування всіх поїздів на лінії дозволяє швидко й гнучко реагувати на виникаючі ситуації. До недоліків цієї системи можна віднести необхідність постійного чіткого з'єднання всіх каналів зв'язку – між усіма поїздами на лінії й центральним постом управління, що технічно досить складно й не завжди досяжне.

Для метрополітенів САВП в обов'язковому порядку забезпечені автоматичними (автоматизованими) пристроями прицільного гальмування, що обумовлено великою кількістю зупинок, невеликими перегонами між станціями й необхідністю точної зупинки на платформі, яка має обмежену довжину.

Система автоматичного керування поїздами практично включає людський фактор і вважається набагато більш безпечною з точки зору руху, і, крім відчутного ефекту для пасажирів, передбачає значну економію – до 10 % – споживаної електроенергії. Наприклад, за рік Харківський метрополітен використовує близько 100 млн. кВт-год. електроенергії. Отже, така система окупить себе досить швидко. У наступному році її планують запустити на Салтівській лінії, а протягом двох-трьох років – на всіх лініях Харківського метрополітену.

Основною перевагою систем автоведення поїздів метрополітену є суміщення в ній декількох функцій:

- 1) забезпечення безпеки пасажироперевезень;
- 2) дотримання графіків руху поїздів;
- 3) економія електроенергії;
- 4) «м'яка» експлуатація рухомого складу й рейкового господарства.

В інших роботах авторів більш докладно описані вище перераховані переваги САВП.

САВП залежно від обставин може працювати в одному із трьох режимів:

- 1) автоведення – коли система повністю управляє рухомим складом, використовуючи системи керування головного вагона, зв'язуючись зі ЦПУ й іншими засобами автоматизації, розташованими поза поїздом;

2) кнопочового контролера – коли керування здійснює машиніст через клавіатуру системи автоведення;

3) порадирика – коли система лише допомагає машиністові в керуванні.

У кожному з них САВП самостійно розраховує й виводить на екран комп'ютера інформацію про стан ведення поїзду в енергооптимальному режимі.

Розроблювальна за участю авторів поїзна апаратура в складі СВАП забезпечує наступні режими ведення поїздів:

HAND – ручний режим керування за допомогою контролера машиніста під контролем поїзної апаратури автоматичного регулювання швидкості (АРШ);

AVTO – автоматичний режим керування веденням поїзда під контролем поїзної апаратури АРШ.

Передбачається можливість переходу з ручного режиму ведення поїзда в автоматичний і навпаки залежно від призначених параметрів стоянки на поточній станції й параметрів ведення поїзда на перегоні (ділянці шляху), що лежить попереду.

Усе це тією чи іншою мірою сприяє зменшенню витрат електроенергії внаслідок оптимізації динаміки на розгінно-гальмовому відрізку шляху, яке буде контролюватися електронікою без шкоди для безпеки перевезень. Основна економія електроенергії на метрополітені може бути досягнута тільки за рахунок зниження витрат електроенергії на тягу поїздів за рахунок оптимізації режимів ведення поїздів. А це одна із цілей створення й впровадження системи автоматичного ведення поїздів на лініях метрополітену.

І ще. При державному регулюванні тарифів для міського електричного транспорту їх формування здійснюється на основі бази витрат на транспортні послуги, лівову частину в яких становить плата за спожиту електроенергію. Цінова нестабільність і недосконалість системи ціноутворення на енергоносії в комбінації з незадовільним станом енергетичного господарства галузі й недосконалістю законодавчої бази не дає можливість підприємствам транспорту вийти із кризи (криза пасажирської транспортної системи нашої країни докладно розглянута в інших роботах авторів [1–3]). Тому, як не можна

більш актуальним представляється якнайшвидше впровадження в постійну експлуатацію системи автоведення поїздів метрополітену, зокрема в м. Харкові.

Виконання графіка руху поїздів, розрахованого на підставі нормативів по організації й безпеки руху поїздів, – найважливіший показник роботи метрополітену (регламент його роботи й Правила технічної експлуатації розміщені в Наказі Міністерства транспорту України № 854 від 04.11.2003 «Про затвердження нормативно-правових актів з питань безпеки руху на метрополітенах України» [4]). Рух поїздів за графіком сьогодні забезпечується чіткою організацією й виконанням технологічних процедур у роботі станцій, електродепо, тягових підстанцій, пунктів технічного обслуговування, диспетчерських дільниць та інших підрозділів метрополітену.

Зараз одне з найважливіших і мабуть одне із самих відповідальних напрямків роботи метрополітену – автоматичне регулювання руху поїздів – покладене на службу автоматики, телемеханіки й зв'язку (АТЗ). Промислове відеоспостереження, найскладніша комп'ютерна мережа, пасажирська автоматика (забезпечує пропуск на станції метрополітену пасажирів: платних – після оплати проїзду, пільгових – при наявності пільгової безконтактної електронної карти), зв'язок і сигналізація – усе це також зона відповідальності служби АТЗ.

Сьогодні за графіком руху поїздів стежать самі машиністи. Їм у допомогу надана єдина система часу в метрополітені. У торцях пасажирських платформ установлені електронні інтервальні годинники, що дозволяє машиністам електропоїздів дотримуватися графіка руху з достатньою точністю.

При впровадженні режиму автоведення графік руху буде реалізований таким чином, що поїзна апаратура одержавши інформацію про швидкість і місцезнаходження кожного з поїздів при необхідності включає додаткову тягу, за рахунок чого дистанція між поїздами стає мінімально можливою, а саме – рівній довжині гальмового шляху, що суттєво підвищує пропускну здатність лінії метрополітену, а графік руху «ущільнюється». Виходячи з вимог дотримання графіка руху й забезпечення регулювання міжпоїзних інтервалів (із прийнят-

ними відхиленнями) САВП задає розрахунковий час ходу поїзда по перегону, що розташований попереду, реалізований по оптимальній траєкторії. Причому порядок вибору режимів керування поїздом, від якого залежить траєкторія руху, визначається за критерієм оптимальності, а мінімальний час ходи – з міркування реалізації.

Оскільки підприємства метрополітену можна розглядати як соціально-економічну систему, де соціальні ролі людей узгоджуються з їх економічними інтересами, то й ефективність функціонування підприємства можна розділити на економічну й соціальну складові. Економічні вигоди підприємства зокрема визначаються як економічний ефект від впровадження САВП.

Соціальний ефект у більшості випадків не піддається вирахуванню й може бути описаний без застосування кількісних показників. Він виражається в поліпшенні умов праці частини працівників підприємства внаслідок автоматизації процесу керування поїздами, а саме: здійснюється інформаційна підтримка робочого процесу машиніста, знижується негативний вплив психофізіологічних факторів діяльності в складних виробничих ситуаціях; забезпечується підвищення рівня ведіння поїздів машиністами з недостатнім досвідом, відбувається навчання машиністів енергооптимальному ведінню з одночасним підвищенням безпеки руху й виключається людський фактор, який може привести до тяжких наслідків – псуванню основних засобів, створенню аварійних ситуацій, що загрожують здоров'ю й життю пасажирів, адже система автоматичного керування поїздами практично виключає людський фактор і вважається набагато більш безпечною для пасажирів. До позитивних соціальних наслідків на рівні пасажирів відноситься функція САВП, що забезпечує можливість точної координації часу приходу поїздів на станції, що забезпечить пересадку пасажирів з і на маршрути наземного пасажирського транспорту без затримок на очікування. Значно підвищується рівень обслуговування пасажирів за рахунок точного дотримання розкладу й гарантованого оголошення назв станцій (ще одна функція САВП). До негативних соціальних наслідків впровадження подібних систем можна віднести такі: звільнення частини працівників (не бажаючих пройти перекваліфікацію) через переформатування системи ведення

поїздів метрополітену, непередбачувану реакцію деяких працівників на зміни, що відбуваються, напруженість у колективі через необхідність перерозподілу посадових обов'язків і повноважень при розв'язанні нових для підприємства завдань. До інших позитивних соціальних наслідків можна віднести, наприклад, факт залучення фахівців, що володіють спеціальними знаннями, вміннями й навичками, для технічного обслуговування системи й складання програмного забезпечення САВП.

Україна, рухаючись по шляху євроінтеграції, прагне мати передову транспортну систему й передову невід'ємну її частину – міський пасажирський електричний транспорт. Багато зроблено на цьому шляху, ще більше має бути зроблено.

ЛІТЕРАТУРА

1. Палант О. Ю. Стратегія системної модернізації міського електричного транспорту : монографія. Харків: Золоті сторінки, 2016. 360 с.
2. Водовозов Є. Н. Димченко О. В., Палант О. Ю., Таратуєв Ю. О. Проблеми реструктуризації підприємств наземного електричного транспорту. Харків: Золоті сторінки, 2018. 208 с.
3. Палант О.Ю. Теоретико-методологічні засади управління системною модернізацією підприємств міського електричного транспорту : автореф. дис. ... д-ра екон. наук. Харків, 2017. 38 с.
4. Про затвердження нормативно-правових актів з питань безпеки руху на метрополітенах України: Наказ Міністерства транспорту України № 854 від 04.11.2003. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0509-04>.