

України. При випадкових відмовах діаметр мережі є незмінним. В більшості випадків, якщо на одній із позакласних сортувальних станцій буде зупинена робота, то майже завжди будуть знайдені інші сортувальні або дільничні станції, які зможуть перерозподілити роботу для збереження майже всіх зв'язків в мережі.

Запропонований підхід до аналізу системи організації та просування вагонопотоків на мережі залізниць України на основі методів аналізу складних мереж довів свою ефективність та потребує подальшого розвитку.

#### Список використаних джерел

1. Watts, D.J. "Networks, dynamics, and the small-world phenomenon" *American Journal of Sociology*, 105(2). 493-527. Sep.1999.
2. Réka, A., Barabasi, A.-L., "Statistical mechanics of complex networks", *Reviews of Modern Physics*, 74. 47-97. Jan. 2002.
3. Newman M.E.J. "The structure and function of complex networks", *SIAM REVIEW*, 45. 167-256. 2003.

*Штомпель М. А., д.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

УДК 621.391

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КІБЕРБЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ МЕРЕЖЕВОГО ЕКРАНУВАННЯ

На даний момент існують різноманітні механізми та технології забезпечення кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури підприємств та організацій, у тому числі на залізничному транспорті. Типовим рішенням для розмежування інформаційних потоків у інформаційно-телекомунікаційних мережах є застосування технології мережевого екранування [1, 2]. У роботі розглянуто основні види мережевих екранів та особливості їх використання при організації захищених зон у інформаційно-телекомунікаційній інфраструктурі. Проаналізовано функціональні можливості та представлено основні етапи конфігурування програмних мережевих екранів. Розроблено імітаційну модель інформаційно-телекомунікаційної мережі з використанням технології мережевого екранування у спеціалізованому програмному середовищі. У результаті проведених досліджень визначено особливості реалізації фільтрації інформаційних потоків та забезпечення заданого рівня кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних мереж на основі мережевого екранування.

#### Список використаних джерел

1. Kizza, J. M. Guide to Computer Network Security: 4th edition [Text] / Joseph Migga Kizza. – New York: Springer, 2017. – 569 p.
2. Easttom, C. Computer Security Fundamentals: 2nd edition [Text] / C. Easttom. – Indianapolis: Pearson, 2012. – 350 p.

*Яцько С. І., к.т.н., доцент, Ващенко Я. В., к.т.н.,  
Сидоренко А. М., аспірант (УкрДУЗТ)*

### ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ НА ЕЛЕКТРИФІКОВАНОМУ МІСЬКОМУ ТА ПРИМІСЬКОМУ ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Електричний моторвагонний рухомий склад є одним з основних представників міського та приміського транспорту. У зв'язку з постійною потребою суспільства в мобільності для нього характерним є повторно-короткочасне тягове електроспоживання з фазами реалізації рекуперативного гальмування. При цьому висока інтенсивність та частота їх протікання супроводжує виникнення суттєвих енергетичних втрат в елементах тягової енергосистеми. Сьогодні, монотонне зростання вартості енергоносіїв вимагає проведення оптимізації енергетичних затрат електричним тяговим рухомим складом, під-час експлуатації, для збереження за залізничним транспортом одного з провідних місць на ринку транспортних послуг.

На сьогодні одним з перспективних інструментів підвищення енергоефективності на транспорті є використання електричних накопичувачів енергії на борту транспортного засобу, в якості енергоакумлюючих пристроїв, енергії отриманої в ході електричного гальмування.

Використання емнісного накопичувача енергії на борту транспортних засобів, дозволяє реалізувати функції не лише буферу для енергії електричного гальмування а й виступати в якості додаткового джерела живлення тягового електроприводу транспортного засобу в моменти реалізації режиму тяги (рис. 1).

Підвищення енергоефективності в такий спосіб перебуває не лише в площині без бар'єрного протікання рекуперативного гальмування, не викликаючи необхідність транзиту потужності по тяговій мережі, а й розкриває можливість додатково зменшити протікання струму по тяговій мережі під час розгону транспортного засобу, що сприяє зниженню не рівномірності споживання електроенергії, мінімізуючи додаткові втрати в елементах тягової енергосистеми.

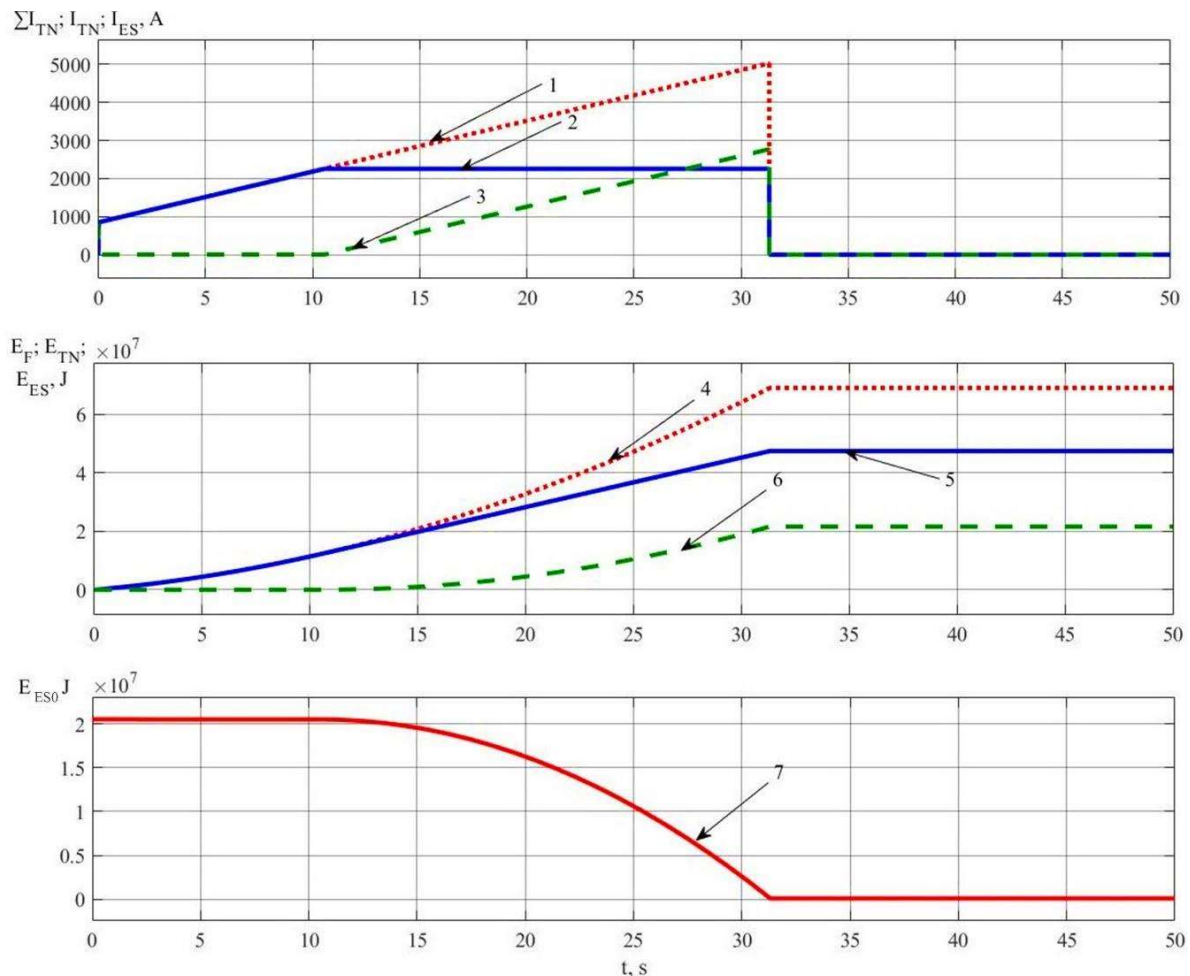


Рис. 1. Осцилограми протікання оптимізації транзиту потужності через контактну мережу за рахунок бортового накопичувача енергії: 1 – струм споживання тяговим рухомих складом  $\sum I_{TN}$ ; 2 – струм тягової мережі  $I_{TN}$ ; 3 – струм бортового накопичувача енергії, як додаткового джерела живлення тягового електроприводу  $I_{ES}$ ; 4 – енергія, що споживається тяговим електроприводом  $E_F$ ; 5 – частка енергії, що споживається тяговим електроприводом з тягової мережі  $E_{TN}$ ; 6 – енергія, що споживається тяговим електроприводом з додаткового джерела живлення тягового електроприводу під-час оптимізації транзиту потужності з тягової мережі  $E_{ES}$ ; 7 – залишок енергії в бортовому накопичувачі  $E_{ES0}$

Таким чином використання бортового накопичувача енергії в якості додаткового джерела живлення тягового електрообладнання дозволяє вирішити комплекс питань пов'язаних не лише з використанням надлишкової рекуперативної енергії, а й сприяти зниженню нерівномірності енергоспоживання в системі тягового електропостачання.

#### Список використаних джерел

1. S. Yatsko, A. Sidorenko, Ya. Vashchenko, B. Liubarskyi, B. Yeritsyan, "Method to Improve the Efficiency of the Traction Rolling Stock with Onboard Energy Storage" *International Journal of Renewable Energy Research*, vol. 9, no. 2.

2. S. Yatsko, B. Sytnik, Y. Vashchenko, A. Sidorenko, B. Liubarskyi, I. Veretennikov, and M. Glebova, "Comprehensive approach to modeling dynamic processes in the system of underground rail electric traction," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 1, no. 9.

3. Z. Yang, Z. Yang, H. Xia, F. Lin, and F. Zhu, "Supercapacitor State Based Control and Optimization for Multiple Energy Storage Devices Considering Current Balance in Urban Rail Transit," *Energies*, vol. 10, no. 4, p. 520, Apr. 2017.