

УДК 004.891.3

*О. С. Гайденко,  
(асистент кафедри «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології транспорту», Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій);*

*Г. М. Голуб, к.т.н.,  
(доцент кафедри «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології транспорту», Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій)*

### МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ ЗАЛІЗНИЦІ

*З метою раціональнішого використання технічного оснащення комп'ютерної мережі системи електропостачання залізничного транспорту та впровадження додаткового функціоналу, запропоновано модель інтелектуальної інформаційної системи керування мережею електропостачання залізниці, яка відповідає останнім тенденціям інтелектуалізації систем керування у галузі електроенергетики.*

***Ключові слова:** інтелектуалізація, інформаційна система, діагностування, управління, оптимізація, електроспоживання, мережа.*

**Вступ.** Через постійне подорожчання енергоресурсів, пошук шляхів їх економії привів до масової інтеграції мікропроцесорних пристроїв у систему електропостачання залізничного транспорту. В свою чергу за роки роботи цими пристроями зібрано великий об'єм даних, що характеризують різні аспекти роботи системи тягового електропостачання та можуть використовуватися для пошуку нової інформації, на основі якої за допомогою сучасних інформаційних технологій може бути розширено сферу застосування впровадженої комп'ютерної техніки, звідки виникає необхідність пошуку нових рішень щодо подальшої інтелектуалізації системи електропостачання [1,2].

**Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми.** Проведений та висвітлений у роботах [3-10] аналіз тенденцій інтелектуалізації систем керування в сфері електроенергетики довів доцільність розвитку інформаційної системи мереж електропостачання залізничного транспорту України відповідно до світових напрямків реформування в даній галузі та необхідність у системному підході щодо розробки структурних та функціональних моделей інтелектуальної інформаційної системи.

**Мета роботи.** Метою роботи є розробка моделі інтелектуальної інформаційної системи керування електропостачанням залізниці, орієнтованої на економію коштів при закупівлі електроенергії.

© Гайденко О. С., Голуб Г. М., 2018

**Матеріали та методи дослідження.** Інтелектуальні інформаційні системи керування (ІСК) застосовують для вирішення широкого кола завдань, зокрема моніторингу, діагностики, прогнозування, підтримки прийняття рішень тощо. Дозволяють створювати ІСК технології, до яких належать: експертні системи, штучні нейронні мережі, нечітка логіка, еволюційні методи та генетичні алгоритми. Основною відмінністю ІСК від інших систем управління є наявність механізму системного опрацювання даних, автоматичного виявлення певних закономірностей з подальшим їх накопиченням, що може бути доповнений інструментами самонавчання на основі здобутого досвіду. Таким чином ІСК здатні в деяких випадках надавати користувачеві «готові» рішення на рівні людини-експерта. Архітектурною особливістю ІСК, що відрізняє їх від інших систем, є наявність засобів накопичення та обробки знань для виконання необхідних функцій в умовах динамічності вхідних даних або їх невизначеності за випадкового зовнішнього впливу (зміни завдань, параметрів зовнішнього середовища, характеристик об'єкта керування тощо).

Основним технічним засобом ІСК є цифрові керуючі системи, що здійснюють контроль, управління та вирішення завдань штучного інтелекту. Очевидно, що така складна система повинна використовувати можливості сучасної інформаційної техніки, яка істотно підвищує рівень інтелектуалізації.

ІСК акумулюють у собі високий рівень автоматизації не лише процесів підготовки інформації для прийняття рішень, а й власне процесів вироблення варіантів рішень, що опираються на отримані ІСК знання.

Мережа електропостачання залізничного транспорту – складний і масштабний розосереджений об'єкт управління, що зумовлює складну структуру ІСК з підконтрольними системами.

З розвитком системи тягового електропостачання було інтегровано велику кількість мікропроцесорного обладнання (датчиків, цифрових лічильників тощо), які здатні накопичувати в базах даних інформацію, що може бути використана не лише для за прямою метою її збору (здебільшого для діагностики), а поряд з тим і для реалізації інших інтелектуальних функцій. Завдяки технологіям обробки даних *data mining*, розвиваючи інформаційну систему мережі електропостачання залізничного транспорту в рамках єдиного інформаційного простору, стало можливим впровадження в інтелектуалізованій інформаційній системі керування комплексу інтелектуальних методів мінімізації плати за спожиту електроенергію, що може заощаджувати у масштабах витрат електроенергії галузю великі кошти.

Класична теорія керування містить у собі три елементи (планування, організацію та власне керування), які базуються на розвитку системи та прогнозуванні діяльності, яке є складовою частиною планування, у процесі чого виробляються управлінські рішення, що враховують перехід об'єкта з початкового в якийсь новий стан, сформований під впливом ряду зовнішніх і внутрішніх факторів.

Виходячи з цього та зважаючи на тенденції розвитку інформаційних технологій в сфері енергетики та на стан їх впровадження в залізничній галузі України, розвивати ІСК господарства електропостачання Укрзалізниці пропонується за моделлю, зображеною на рис. 1, спрямованою на підвищення рівня інтелектуалізації існуючої

## ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

системи керування, шляхом розширення її функціональних можливостей, метою яких є суттєва в масштабах галузі економія витрат на закупівлю електричної енергії.

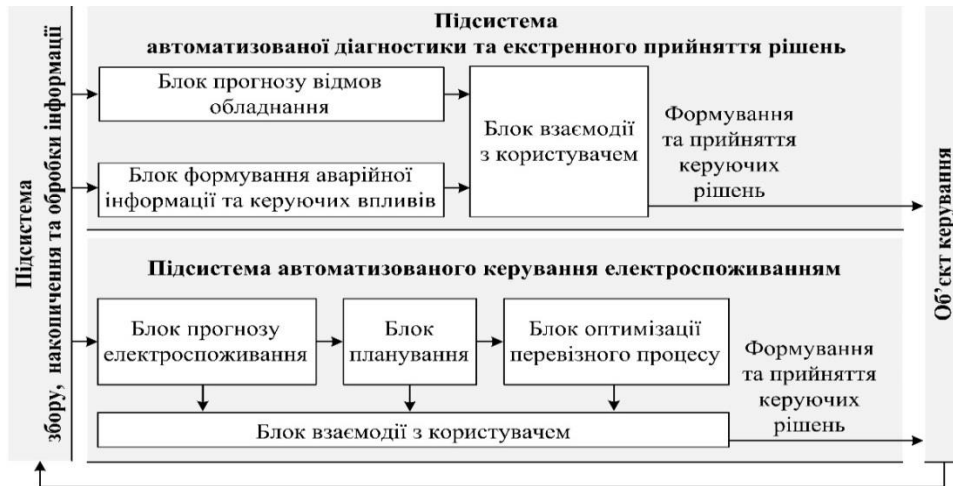


Рис. 1. Модель інтелектуальної інформаційної системи керування електропостачанням залізниці

Структура запропонованої ПСК являє собою сукупність складних підсистем із власними напрямками діяльності.

Підсистема збору, накопичення та обробки інформації об'єднує в собі фізичні пристрої реєстрації первинних даних, їх зберігання та передачі до інших підсистем, а також алгоритми їх обробки та отримання знань. Така підсистема для забезпечення інтелектуалізації системи керування на рівні потреб та технологій сьогодення передбачає отримання даних із зовнішніх джерел, які можуть знадобитися для вирішення конкретних управлінських завдань.

Підсистема автоматизованої діагностики та екстреного прийняття рішень орієнтована на зменшення людського фактору в роботі оперативного персоналу при ліквідації нештатних та аварійних режимів функціонування мережі електропостачання відповідно концепції Smart Grid. Складається вона з «Блоку прогнозу відмов обладнання», призначенням якого є визначення залишкового ресурсу силових пристроїв та «Блоку формування аварійної інформації та керуючих впливів». «Блок формування аварійної інформації та керуючих впливів» відповідає за інформування диспетчера про настання нештатного режиму та надання зареєстрованих даних про поточний режим функціонування, надання пропозицій щодо можливих шляхів усунення аварії за необхідності втручання людини-диспетчера, тобто через «Блок взаємодії з користувачем» він виконує функції системи підтримки та прийняття рішень (СППР).

Сучасна СППР дає змогу передбачати ступінь впливу ухвалених рішень на подальший розвиток об'єкта керування.

У випадках коли можна усунути наслідки настання нештатного режиму без залучення оперативного персоналу підсистема автоматизованої діагностики та

екстреного прийняття рішень має самостійно ліквідувати їх завдяки інтелектуальним алгоритмам.

Підсистема автоматизованого керування електроспоживанням складається зі взаємопов'язаних блоків – прогнозування, планування, та оптимізації перевізного процесу, які надають інформацію у вигляді готових звітів і рішень через блок взаємодії з користувачем.

Розглянемо призначення окремих блоків детальніше.

«Блок прогнозування» призначений надавати на основі даних, що надходять з БД прогнозовані значення електроспоживання по окремих тягових підстанціях та, за можливості, по окремих фідерах. Надані значення електроспоживання надходять у блок планування та у звітному вигляді на «Блок взаємодії з користувачем».

Метою «Блока планування» є економія витрат на закупівлю електричної енергії на основі отриманих прогнозних значень, зокрема через розгляд доступних тарифів на електроенергію та поточного розкладу руху поїздів.

«Блок оптимізації перевізного процесу» необхідний за потреби, яка визначається «Блоком планування», адаптувати графік руху поїздів під умови тарифу на електроенергію в автоматизованому режимі.

До функцій підсистеми автоматизованого керування електроспоживанням відносяться також автоматичне формування річних, квартальних та місячних електричних балансів по відокремленим об'єктам керування (це може бути ТП, її окремих фідер чи, навіть, окремих цех або будь-який інший стаціонарний споживач, що живиться від даного фідера та має власні пристрої автоматизованого обліку).

На основі цих балансів здійснюється аналіз використання електроенергії, її втрат, визначаються шляхи економії.

Разом із блоками планування та оптимізації перевізного процесу, «Блок взаємодії з користувачем» утворюють СППР. У класичному розумінні СППР являє собою сукупність інтелектуальних інформаційних застосунків та засобів, які використовуються для опрацювання даних, їх аналізу та надання результатів кінцевому користувачу.

Блоки планування та оптимізації перевізного процесу надають сформовані керуючі впливи користувачеві системи для їх затвердження чи корегування.

**Висновки.** Запропоновано структуру ПСК, яка може бути основою розширення системи автоматизованого керування на об'єктах мережі електропостачання Укрзалізниці з метою раціональнішого використання технічного оснащення та впровадження додаткового функціоналу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Гайденко О.С.* Методологічні концепції розвитку інформаційних технологій оперативного керування тяговими електромережами / Збірник наукових праць «Транспортні системи і технології». – № 25. – К.: ДЕДУТ, 2014. – С. 153-160.

1. *Гайденко О.С.* Особливості комп'ютерного моніторингу, аналізу та управління технологічними процесами енергопостачання залізниць // Зб. наук. праць «Моделювання та інформаційні технології». – вип. 76. – Київ: ППМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2016. – С. 82-88. ISSN 2309-7647

2. *Sand Kjell* Next Generation Control Centres – State of art and future scenarios version 2.0 / *Kjell Sand, Poul Heegaard* // Norwegian University of Science and Technology. Trondheim. – 2015. – 46 p. – ISBN 978-82-7200-052-2.

3. L. Kotzur, P. Markewitz, M. Robinius, D. Stolten, Impact of different time series aggregation methods on optimal energy system design / L. Kotzur, P. Markewitz, M. Robinius, D. Stolten //, ArXiv:1708.00420 [Cs, Math]. – 2017.
4. Gomez O. Reliability analysis of substation monitoring systems based on branch PMUs / O. Gomez, C. Portilla, M. A. Rios // IEEE Transactions on power systems.– Vol. PP. – №99. –2014. – P. 1-8.
5. Chakraborty A. Introduction to wide-area control of power systems / A. Chakraborty, P. P. Khargonekar // American control conference (ACC), 17-19 June 2013. – Washington, DC. : IEEE. – 2013 – P. 6758-6770. – ISBN 978-1-4799-0177-7.
6. Almas M. S. Open source SCADA implementation and PMU integration for power system monitoring and control applications / M. S. Almas, L. Vanfretti, S. Lovlund, J. O. Gjerde // 2014 IEEE : PES General meeting, conference and exposition, 27-31 July 2014. – Washington, DC. : IEEE, 2014. – P. 1-5.
7. Kahrobaee S. Reliability assessment for smart grid and future power distribution systems [Txt] / S. Kahrobaee, S. Asgarpoor // Technologies for Sustainability (SusTech), IEEE Conference on. – 2015. – P.160-164.
8. Golub G. M. Reliability control of failure-free operation of power supply system of railroad and its components by methods of intellectualization and informatization. *Metallurgical and Mining Industry*. 2017. № 5 P. 8 – 13.
9. Stasiuk A.I. Mathematical Models of Computer Intellectualization of Technologies for Synchronous Phasor Measurements of Parameters of Electric Networks/ A.I. Stasiuk, L.L. Goncharova//Cybernetics and Systems Analysis. – 2016. – V.52, Issue 5. – PP. 825–830.

## REFERENCES

1. Haidenko, O. (2014). *Metodologichni koncepcii rozvytku informaciyh tehnologiy operatyvnogo keruvannya tyagovymy elektromerejamy [Methodological concepts of information technology operational control traction electric power supply]*. Zbirnyk naukovykh prac' DETUT: Serija «Transportni systemy i tehnologii'», vol. 25, pp. 153-160.
2. Haidenko, O. (2017). *Osoblyvosti komp'yuternoho monitorynhu, analizu ta upravlinnja tehnolohichnymy procesamy enerhopostačannja zaliznyc' [Specialization of computer monitoring, analysis and management of technological processes energy power supply for railroads]*. Zbirnyk naukovykh prac' «Modeljuvannja ta informacijni tehnologiji», Kyiv: IPME im. H.E. Puhova NAN Ukrainy, vol. 76, pp. 82-88.
3. Sand, K., Heegaard, P. (2015). *Next Generation Control Centres – State of art and future scenarios version 2.0*. Norwegian University of Science and Technology. Trondheim. 46 p.
4. Kotzur, L., Markewitz, P., Robinius, M., Stolten, D. (2017). *Impact of different time series aggregation methods on optimal energy system design*, ArXiv:1708.00420 [Cs, Math].
5. Gomez, O., Portilla, C., Rios, M. A. (2014). *Reliability analysis of substation monitoring systems based on branch PMUs*. IEEE Transactions on power systems. Vol. PP, №99, P. 1-8.
6. Chakraborty, A., Khargonekar, P. P. (2013). *Introduction to wide-area control of power systems*. American control conference (ACC), Washington, DC. : IEEE. P. 6758-6770.
7. Almas, M. S., Vanfretti, L., Lovlund, S., Gjerd, J. O. (2014). *Open source SCADA implementation and PMU integration for power system monitoring and control applications*. IEEE : PES General meeting, conference and exposition, Washington, DC. : IEEE, P. 1-5.
8. Kahrobaee, S., Asgarpoor, S. (2015). *Reliability assessment for smart grid and future power distribution systems*. Technologies for Sustainability (SusTech), IEEE Conference on, P.160-164.
9. Golub, G. M. (2017). *Reliability control of failure-free operation of power supply system of railroad and its components by methods of intellectualization and informatization*. *Metallurgical and Mining Industry*, № 5, P. 8–13.
10. Stasiuk, A. I., Goncharova, L. L. (2016). *Mathematical Models of Computer Intellectualization of Technologies for Synchronous Phasor Measurements of Parameters of Electric Networks*. *Cybernetics and Systems Analysis*, V.52, Issue 5, PP. 825–830.

*О. С. Гайденко,*

*(ассистент кафедры «Автоматизация и компьютерно интегрированные технологии транспорта», Киевский институт железнодорожного транспорта Государственного университета инфраструктуры и технологий )*;

*Г. М. Голуб, к.т.н.,*

*(доцент кафедры «Автоматизация и компьютерно интегрированные технологии транспорта», Киевский институт железнодорожного транспорта Государственного университета инфраструктуры и технологий )*

### **МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

*С целью рационального использования технического оснащения компьютерной сети системы электроснабжения железнодорожного транспорта и внедрение дополнительного функционала, предложена модель интеллектуальной информационной системы управления сетью электроснабжения железной дороги, которая отвечает последним тенденциям интеллектуализации систем управления в области электроэнергетики.*

***Ключевые слова:** интеллектуализация, информационная система, диагностирование, управление, оптимизация, электропотребления, сеть.*

*Oles Haidenko*

*(Assistant of department «Automation and Computer-Integrated Technologies of Transport department», State University of Infrastructure and Technologies);*

*Halyna Holub, PhD*

*(Associate Professor of department «Automation and Computer-Integrated Technologies of Transport department», State University of Infrastructure and Technologies)*

### **MODEL OF THE CONTROL INTELLECTUAL INFORMATION SYSTEM BY RAILROAD ELECTRICAL POWER SUPPLY**

*Based on the analysis of the needs and the state of development of devices that provide intellectualization of energy, the model of intelligent information system of the railway power supply network management system is proposed. The model corresponds to the latest trends in the intellectualization of control systems in the electric power industry. The development of the model was carried out with the purpose of rational use of the technical equipment of the computer network of the system of electricity supply of rail transport and the introduction of additional functional. The model focuses on the development of an existing information system based on the concept of Smart Grid and a single information space. The feature of the proposed model is a subsystem of automated control of power consumption, which is based on the implemented information gathering devices and the automated system of commercial electricity accounting. The subsystem is intended to save money by using a differentiated tariff for the zones of the day.*

***Keywords:** intellectualization, information system, diagnostics, management, optimization, power consumption, network.*