

РОЗРОБКА СИСТЕМНОЇ МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В ПРОЕКТАХ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТУ

Кульбовський І. І., Голуб Г. М., Скляренко І. Ю., Бамбура О. В., Соловійова О. В.

1. Вступ

Основними складовими підвищення оперативності управління є зменшення часу на сприйняття інформації про зовнішні і внутрішні ситуації, оцінку і аналіз цих змін, формування адекватних змінам рішень, погодження і прийняття конкретних управлінських рішень, організацію їх реалізації. Оперативність управління залежить від:

- наявності інформації про імовірні точки дестабілізації зовнішніх і внутрішніх ситуацій та відповідних цим ситуаціям управлінських рішень [1];
- ступеня досконалості засобів і методів прогнозування ситуацій;
- контролю і аналізу їх стану;
- формування ним адекватних рішень;
- ступеня досконалості організації управління, у тому числі раціональності організаційної структури управління.

Результативність управління у цілому визначається:

- ступенем зацікавленості кожного робітника сфери управління у результативності рішень, що приймаються, досягнення високих кінцевих результатів;
- ступенем скоординованості дій усіх управлінських служб структурних підрозділів.

Сучасний та світовий досвід показує, що процес організації управління, який характеризується високим рівнем централізації надає перевагу адміністративним методам організації роботи підприємств залізничного транспорту [2, 3]. При такому управлінні домінуючим способом передачі інформації є директивний, що в умовах ринкової економіки призводить до зниження ефективності системи управління. На сучасному етапі одним із найбільш вагомих факторів, що впливає на ефективність діяльності підприємств залізничного транспорту, стає інформаційний механізм, який знаходиться на стадії утворення [4].

Тому актуальним є покращення організації управління розподільними системами електропостачання (РСЕ), яке спрямоване, з одного боку, на підвищення оперативності прийняття і організацію реалізації управлінських рішень, планування ремонтних робіт, а з другого – на забезпечення їх оптимальності. Пріоритет розв'язку та постановки задач становить основу системної математичної моделі вдосконалення проектів інфраструктури транспорту, а саме розподільних систем електропостачання структурних підрозділів служб залізничного транспорту.

Таким чином, *об'єктом дослідження* є система електропостачання залізничного транспорту, яка є частиною об'єднаної системи і відноситься до

класу територіально-розподілених електричних об'єктів. Основною складовою системи є електричні мережі, які являють собою ключову технологічну ланку транспортного процесу. А *мета роботи* полягає в розробці інформаційної моделі системи управління процесами поточного утримання та ремонту. Це забезпечить впровадження єдиної бази даних нормативно-довідкової інформації, ведення оперативних електронних журналів з електронним підписом для автоматизації роботи диспетчерського персоналу та інших служб, що беруть участь у процесах управління.

2. Методика проведення дослідження

Докорінне поліпшення якості ремонту та поточного утримання РСЕ, значна економія трудових, матеріальних і фінансових ресурсів, які нерозривно пов'язані з покращенням організації управління на всіх рівнях ієрархії системи можливе шляхом розробки системних моделей, які будуються на множині задач Z_{jk} .

Аналіз діючих систем управління виробництвом, якістю ремонту та методик їх розробки дозволив виявити ряд суттєвих проблем, а також важливі перспективні напрямки і завдання підвищення результативності таких систем.

Підвищення якості і ефективності управління ремонтним виробництвом пов'язане з організацією процесів управління на:

- досягнення заданих кінцевих результатів функціонування;
- забезпечення на єдиній інформаційній основі багатофункціональної єдності процесів виробництва та управління по всіх етапам формування, прийняття і реалізації управлінських рішень [5].

Основними завданнями підвищення ефективності управління процесами ремонту та поточного утримання розподільних систем електропостачання є:

- створення наукового і організаційно технологічного потенціалу, який забезпечив би на єдиній інформаційній основі вирішення завдань оптимального управління виробництвом;
- створення типових уніфікованих програмно-методичних засобів, які забезпечують ефективну реалізацію обчислювальної техніки;
- розробка інформаційної технології управління [6, 7].

Інформаційна технологія управління виробничими процесами ремонту і поточного утримання РСЕ забезпечує на основі інформації опису об'єкту управління діагностику його поведінки, а також прийняття ефективних управлінських рішень на усіх ієрархічних рівнях організаційної структури управління. Центральне місце при розробці інформаційної технології відводиться питанню постановки та вирішенню нових задач оптимізації процесами управління ремонтом та поточним утриманням РСЕ. Обов'язковими при організації оптимізаційних процедур є формування моделей економічного стимулювання окремих виконавців і структурних підрозділів служби електропостачання (ПСЕ), орієнтованих на високі кінцеві результати [8]. Для забезпечення необхідного рівня якості ремонту та поточного утримання електрообладнання РСЕ виникає необхідність оптимізації процесів управління виробничими процесами ремонту, планування чисельності виробничого персоналу.

3. Результати досліджень та обговорення

Одним із основних напрямків поліпшення системи управління якістю поточного утримання та ремонту РСЕ є підвищення ступеня повноти й точності загальної і спеціальної інформації про вимоги до механізмів дії на стан об'єкта управління та його окремих елементів.

Для підвищення результативності системи управління вже на початкових стадіях їх проектування особлива увага приділяється розробці повної інформаційної моделі об'єкта управління з урахуванням його взаємозв'язку з зовнішнім середовищем і з установленими параметрами цілей [9]. Інформаційна модель (рис. 1) є основою для побудови бази даних системи управління і повинна у процесі функціонування цієї системи постійно уточнюватись.



Рис. 1. Інформаційна модель системи управління процесами поточного утримання та ремонту розподільних систем електропостачання (РСЕ)

База даних містить у загальному вигляді наступну інформацію про:

– технологічні процеси ремонту та поточного утримання РСЕ і взаємозв'язок цих процесів;

– структуру параметрів цілей, їх взаємозв'язок, залежність від стану виробничих процесів;

– механізми взаємодії виконавців робіт між собою із зовнішнім середовищем у процесі виконання технологічних операцій.

Формування, зберігання і оновлення інформації у системі управління повинні бути організовані таким чином, щоб забезпечити можливість швидкого проведення системного аналізу різних ситуацій, можливість формування найбільш ефективних управлінських рішень [10, 11].

До числа основних задач підвищення якості ремонту і поточного утримання РСЕ та ефективності управління виробництвом можна віднести:

– Z_{01} – удосконалення процесів використання виробничо-технологічного потенціалу;

– Z_{02} – визначення та оптимізація використання технологічного обладнання і оснащення;

– Z_{03} – автоматизація й механізація виробничих процесів ремонту та поточного утримання електрообладнання РСЕ;

– Z_{04} – поліпшення технології і підвищення технологічної оснащеності виробничих процесів ремонту та поточного утримання РСЕ;

– Z_{05} – впровадження нових матеріалів, використання вторинних ресурсів;

– Z_{06} – удосконалення і розвиток методів впливу людського фактору на процеси ремонту та поточного утримання РСЕ;

– Z_{07} – прогнозування, оцінка та оптимізація технологічного рівня виробництва;

– Z_{08} – розробка критеріїв якості та ефективності використання виробничо-технологічного потенціалу;

– Z_{09} – дослідження та оптимізація структури фондів підприємства;

– Z_{10} – забезпечення сучасними технологічними процесами;

– Z_{11} – організація забезпечення кадрами;

– Z_{12} – удосконалення управління процесами ремонту та поточного утримання енергогосподарства в результаті впровадження нових інформаційних технологій та засобів обчислювальної техніки;

– Z_{13} – формування механізмів визначення системних характеристик ремонту електрообладнання;

– Z_{14} – моделювання процесів ремонту РСЕ;

– Z_{15} – оптимізація процесів управління ремонтом РСЕ;

– Z_{16} – прогнозування стану служби електропостачання;

– Z_{17} – організація тендеру на вибір проектів ремонту обладнання РСЕ;

– Z_{18} – удосконалення структури управління;

– Z_{19} – розробка систем раціонального використання трудових, матеріальних, фінансових та інших ресурсів;

– Z_{20} – розробка критеріїв надійності в забезпеченні роботи електрообладнання;

– Z_{21} – розробка системи організації та управління енергозберігаючих комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Вирішення приведених вище завдань забезпечує ефективну реалізацію факторів підвищення якості ремонту та поточного утримання РСЕ, а також поліпшення ефективності управління виробництвом, обумовлює раціональне використання основних виробничих фондів й матеріальних ресурсів [12].

Для забезпечення системної ефективності функціонування виробничо-технологічного потенціалу (ВТП) РСЕ виникає необхідність вирішення множини задач:

$$\{Z_{01}, Z_{02}, Z_{03}, Z_{04}, Z_{05}, Z_{06}, Z_{07}, Z_{08}, Z_{09}, Z_{10}, Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}, Z_{15}, Z_{16}, Z_{17}, Z_{18}, Z_{19}, Z_{20}, Z_{21}\}. \quad (1)$$

Всі вище перераховані задачі є одними із складових ВТП підрозділів електропостачання.

Системні дослідження передбачають аналіз стану всіх ланок системи електропостачання, моделювання виробничих процесів, формування виробничо-технологічних структур, розробку ефективних механізмів взаємодії структурних підрозділів, які забезпечують реалізацію системних цілей та ефективне функціонування.

Системний підхід до вирішення задач підвищення ефективності РСЕ і якості ремонту забезпечує [13, 14]:

- створення раціональних інформаційних, виробничо-технологічних та функціональних структур РСЕ;
- формування системних критеріїв для оцінки діяльності виробничо-технологічних структур;
- створення ефективної системи формування комплексних, цільових, науково-технічних програм впровадження в РСЕ досягнень науково-технічного прогресу.

Неефективне функціонування підрозділів обумовлене наступними причинами:

- відсутністю науково-методичних засобів оцінки ефективності використання виробничо-технологічного потенціалу технічних об'єктів;
- відсутністю ефективних механізмів організації виробничих процесів РСЕ.

Таким чином, оптимізація функціонування РСЕ вимагає суттєвої перебудови господарського механізму на основі системних досліджень і моделювання виробничих процесів.

Ефективність функціонування РСЕ досягається на основі реалізації такої формули системного аналізу:

«Виробничо-технологічний потенціал» → «Процеси цільового використання виробничо-технологічного потенціалу» → «Система організації, яка реалізує ці процеси» → «Результати функціонування системи організації».

Основні задачі забезпечення системної ефективності РСЕ формуються в результаті складної взаємодії структурних підрозділів ВТП ремонту електрообладнання і побудови на цій основі системних моделей (2)–(6).

Системна модель функціонування структурних підрозділів служби електропостачання може бути записана на множині задач проектів Z_{jk} .

Логічна структура множини задач проектів $Z_{jk}^{(i)}$ формується індивідуально для кожного ПСЕ з урахуванням його специфіки, тобто:

$$P_{jk} \rightarrow Z_{jk}^{(i)} : Z_{jk}^{(i)} \in Z_{jk}; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K; i=1,2,\dots,I. \quad (2)$$

Ефективність вирішення множини задач Z_{jk} по рівням ієрархії визначається за допомогою вектора функції:

$$E = E\{R_{jk}^{(i)}, \bar{R}_{jk}^{(i)}, G_{jk}^{(i)}, \bar{G}_{jk}^{(i)}\}; \quad (3)$$

$$j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K; i=1,2,\dots,I,$$

де $R_{jk}^{(i)}, \bar{R}_{jk}^{(i)}$ – відповідно, фактичні та нормативні значення матеріальних, трудових, фінансових і інформаційних ресурсів i -го найменування, витрачених на вирішення задач;

$G_{jk}^{(i)}, \bar{G}_{jk}^{(i)}$ – відповідно, фактичний та заданий рівні якості функціонування об'єктів та процесів ВТП.

Основними методами забезпечення ефективного використання ВТП ПСЕ є:

- максимальна орієнтація на кінцеві результати діяльності;
- системне вирішення множини задач;
- максимальне ресурсо-забезпечення функціонування ПСЕ.

$$F_{ПСЕ} = F_{ПСЕ}(F_{1i}, F_{2i}, F_{3i}, \dots, F_{qi}); \quad (4)$$

$$i=1,2,\dots,N; q=1,2,\dots,Q,$$

де $F_{ПСЕ}$ – математична модель функціонування на i -му проміжку часу;

F_{qi} – математична модель функціонування окремих виробничих процесів ПСЕ на i -му проміжку часу.

$$F_{qi} = f(Z_{jk}^{(i)}; q=1,2,\dots,Q; i=1,2,\dots,N; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K). \quad (5)$$

$$\begin{aligned} D_{si} &\rightarrow D_{jk} \{d_{jk} : d_{jk} \in D_{jk}; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K\}; \\ D_{ji} &\rightarrow Z_{jk} \{z_{jk} : z_{jk} \in Z_{jk}; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K\}; \\ Z_{ji} &\rightarrow M_{jk} \{m_{jk} : m_{jk} \in M_{jk}; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K\}; \\ M_{ji} &\rightarrow A_{jk} \{a_{jk} : a_{jk} \in A_{jk}; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K\}; \\ A_{ji} &\rightarrow P_{jk} \{p_{jk} : p_{jk} \in P_{jk}; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K\}; \\ P_{ji} &\rightarrow S_{jk} \{s_{jk} : s_{jk} \in S_{jk}; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K\}; \\ S_{ji} &\rightarrow H_{jk} \{h_{jk} : h_{jk} \in H_{jk}; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K\}, \end{aligned} \quad (6)$$

де D_{si} , D_{jk} – відповідно, системна і локальні цілі функціонування ПСЕ на i -му проміжку часу;

Z_{jk} – множина задач, які необхідно поставити і вирішити на даному проміжку часу для забезпечення необхідного рівня ефективності функціонування ПСЕ;

S_{jk} – множина систем (підсистем), що реалізує множину задач Z_{jk} на даному проміжку часу;

P_{jk} – програмно-методичні засоби вирішення задач Z_{jk} ;

M_{jk} – множина методів вирішення задач Z_{jk} ;

A_{jk} – множина алгоритмів вирішення задач Z_{jk} ;

H_{jk} – результати вирішення множини Z_{jk} на даному проміжку часу.

Отже, вирішенням проблеми підвищення ефективності функціонування ПСЕ має бути вдосконалення виробництва, поліпшення організації праці й управління, впровадження нових технологій, сучасних матеріалів та прогресивних засобів виробництва.

4. Висновки

Зроблено аналіз основних аспектів роботи підрозділів, за результатами якого виявлено причини та фактори, які впливають на неефективність функціонування підрозділів. За результатами досліджень наведені шляхи їх вирішення, зокрема ефективного функціонування структурних підрозділів служб в проектах інфраструктури транспорту, а саме служби електропостачання. Наведені основні задачі підвищення якості ремонту і поточного утримання ПСЕ та ефективності управління виробництвом.

Представлено інформаційну модель системи управління процесами поточного утримання та ремонту ПСЕ, з урахуванням взаємозв'язку з зовнішнім середовищем і з установленими параметрами цілей, яка дозволить підвищити результативність системи управління вже на початкових стадіях їх проектування.

Розроблена математична модель функціонування ПСЕ як суб'єкта управління проектами підтримки належного стану господарства електропостачання. Ця модель є основою для постановки і вирішення у системній єдності множини задач ремонту та поточного утримання електрообладнання за певний проміжок часу.

Література

1. Кульбовський, І. І. (2010). Розробка системної моделі планування робіт у колійному господарстві метрополітену та організації її використання. *Транспортні системи і технології*, 16, 134–141.
2. Prasad, M. D., Shekhar, B. R. (2010). Impact of Service Quality Management (SQM) Practices on Indian Railways – A Study of South Central Railways. *International Journal of Business and Management*, 5 (9), 193–146. doi: <http://doi.org/10.5539/ijbm.v5n9p139>

3. Yong-fu, S. (2014). Exploration on Engineering Management Practice of China's High Speed Railways. *Frontiers of Engineering Management*, 1 (3), 232–240. doi: <http://doi.org/10.15302/j-fem-2014043>
4. Dewi Pamungkas, T. Y., Muthohar, I. (2017). The Issues of Track Maintenance Management in Indonesia (Based on Study of the British Railways). *Journal of the Civil Engineering Forum*, 3 (1), 51–60. doi: <http://doi.org/10.22146/jcef.26573>
5. Кульбовський, І. І. (2010). Методика побудови системної моделі функціонування виробно-технологічного потенціалу підрозділів колійного господарства метрополітену. *Транспортні системи і технології*, 17, 61–66.
6. 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*, 52 (5), 825–830. doi: <http://doi.org/10.1007/s10559-016-9883-5>
7. Kulbovskiy, I. I., Holub, H. M., Kyiashko, V. T., Andonova, S. (2018). Information model of railway transport power supply system computer monitoring data flow. *Metallurgical and Mining Industry*, 2, 31–36.
8. Василевська, А. (2012). Управління проектами підприємства із застосуванням інформаційних технологій. *Вісник Київського національного торговельно-економічного університету*, 1, 99–105.
9. Полякова, О. М., Шраменко, О. В. (2017). Сучасні тенденції розвитку транспортно-логістичної інфраструктури в Україні і світі. *Вісник економіки транспорту і промисловості*, 58, 126–134.
10. Тесля, Ю. М., Єгорченкова, Н. Ю., Білощицький, А. О. (2010). Інформаційна технологія управління проектами на базі ERPP (enterprise resources planning in project) та APE (administrated projects of the enterprise) систем. *Управління розвитком складних систем*, 1, 16–20.
11. Suchetha, C., Ramprabhakar, J. (2018). Optimization Techniques for Operation and Control of Microgrids – Review. *Journal of Green Engineering*, 8 (4), 621–644. doi: <http://doi.org/10.13052/jge1904-4720.847>
12. Онишкевич, О. В. (2016). Актуальність проектного підходу в управлінні підприємством. *Економіка та суспільство*, 6, 203–207.
13. Єгорченкова, Н. Ю., Єгорченков, О. В. Частоколенко, І. П. (2016) Особливості проектного управління на приладобудівному підприємстві. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*, 2, 78–83.
14. Плугина, Ю. А. (2010). Управление развитием как оптимальная модель управления предприятием. *Вестник экономики транспорта и промышленности*, 30, 89–93.