

В. Г. СИЧЕНКО, докт. техн. наук, проф., Дніпропетровський національний ун-т залізничного транспорту;
Д. В. МІРОНОВ, аспірант, Дніпропетровський національний ун-т залізничного транспорту.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБЛАДНАННЯ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ

Вступ. На залізницях України в останні роки активно впроваджується швидкісний рух поїздів. При цьому велика робота проводиться в напрямку досягнення більшої економічної ефективності. У зв'язку з цим проводиться оптимізація діяльності підприємств шляхом їх реструктуризації. Але досягти високих економічних показників без розвитку матеріально-технічної бази та підвищення якості її експлуатації неможливо. Удосконалення процесу технічного обслуговування і порядку ведення господарської діяльності передбачають відмову від системи планово-попереджувального ремонту і усунення людського фактору шляхом впровадження систем, що виконують дистанційний автоматизований контроль і діагностування в режимі реального часу і дозволяють виконувати обслуговування об'єктів за їх поточним станом [1].

Прикладом таких систем може слугувати автоматизована система моніторингу технічного стану обладнання тягових підстанцій [2]. Дана система призначена для моніторингу фактичного залишкового ресурсу енергетичного обладнання, а також для ведення інформаційної бази даних енергетичного устаткування. Автоматизована система забезпечує виконання наступних функцій:

- ведення інформаційної бази даних показників працездатності та ремонтної статистики обладнання;
- розрахунок і графічне відображення критичного і залишкового ресурсів обладнання;
- розрахунок і графічне відображення ремонтних пріоритетів обладнання;
- формування технічної документації за результатами діагностичних та ремонтних робіт;
- формування відкоригованого графіка ремонтно-профілактичних робіт.

Оцінка доцільності впровадження даної системи та фінансові витрати на її впровадження є важливою задачею з точки зору підвищення економічної ефективності системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) обладнання тягових підстанцій (ТП) електрифікованих залізниць.

Мета та завдання. Оцінити ефективність автоматизованої системи моніторингу технічного стану обладнання тягових підстанцій, визначити витрати на впровадження даної системи та її строк окупності.

Визначення оптимального об'єму і вартості робіт з ТО і Р обладнання тягових підстанцій. Потребу обладнання у відновленні протягом всього періоду його експлуатації можна забезпечити періодичним виконанням профілактичних оглядів, ремонтів і перевірок, що виконуються у межах послідовних періодично повторюваних ремонтних циклів [3, 4]. Ремонтний цикл – це час роботи обладнання між черговими капітальними ремонтами. Він містить декілька технічних оглядів, поточних ремонтів, а також перевірки, обслуговування і ревізії. Кількість оглядів, ремонтів і перевірок, що входять у ремонтний цикл, а також послідовність їх виконання становлять структуру ремонтного циклу. Структура ремонтного циклу на прикладі швидкодіючого вимикача постійного струму ВАБ-43 представлена на рис. 1.

До структури ремонтного циклу входять наступні роботи [5]:

- огляди вимикачів. На тягових підстанціях з постійним обслуговуючим персоналом проводяться щоденно при зміні чергових, а без такого персоналу – в терміни, встановлені головним інженером ЕЧ, але не рідше, ніж раз на 10 днів;

- $T1$ – ремонт вимикача за технічним станом. Виконується через 1000 кА сумарного відключеного струму, який визначається за показаннями фіксатора-суматора струму;

- $T2$ – поточний ремонт. Виконується через 3000 кА сумарного відключеного струму, який визначається за показаннями фіксатора-суматора струму.

Етап експлуатації обладнання – це один з найважливіших етапів його існування. Від організації технічного обслуговування на цьому етапі і, зокрема, від періодичності проведення технічного обслуговування і ремонтів залежить ефективність його використання. На сьогодні не існує єдиного науково обґрунтованого підходу до цієї проблеми. Виникає нагальна необхідність розробки критеріїв оцінки ефективності ремонтно-діагностичних заходів для електрообладнання тягових підстанцій електрифікованих залізниць. Як критерії оптимізації використовують показники, що їх можна умовно поділити на дві групи: критерії, що прямо не враховують економічні фактори; критерії, що враховують економічні фактори [3]. До першої групи відносять: коефіцієнт готовності; коефіцієнт технічного використання; імовірність безвідмовної роботи на заданому інтервалі; сума простоїв у відмовах і планових ремонтах; випуск продукції за рік. До другої групи критеріїв входять: витрати на експлуата-

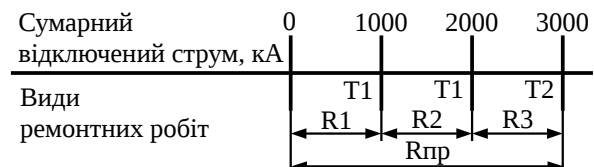


Рис. 1. Структура ремонтного циклу швидкодіючого вимикача постійного струму ВАБ-43:

$R1, R2, R3$ – міжремонтний ресурс між ремонтами за технічним станом;

Rnp – міжремонтний ресурс між поточними ремонтами

цію; прибуток від експлуатації; витрати на одиницю часу роботи обладнання; витрати на ремонт і технічне обслуговування, віднесені до одиниці продукції. Вибір того чи іншого критерію оптимальності визначається ситуацією на підприємстві, завданнями, що поставлені перед його керівництвом у даний момент. Очевидно, що раціональною буде така організація технічного обслуговування, для якої від кожної одиниці витрат буде отриманий максимальний ефект. В даній роботі в якості критеріїв оцінки ефективності ремонтно-діагностичних заходів вибрані критерії, що враховують економічні фактори. Розрахунок критеріїв ефективності проведений для швидкодіючих вимикачів постійного струму ВАБ-43 тягової підстанції «Ф».

Кожному типу електрообладнання відповідає свій перелік ремонтно-діагностичних робіт. Тому, знаючи конкретну одиницю електрообладнання, яка потребує проведення технічного обслуговування або ремонту, легко визначити кількісний та якісний склад робіт. Кожний вид ремонтно-профілактичних робіт характеризується часом, кількістю обслуговуючого персоналу та витратами на матеріали, деталі та вузли, а також іншими витратами. Об'єм ремонтних робіт характеризується витратами, які зручно виражати в грошовому еквіваленті та трудомісткістю, виміряною в людино-годинах.

Трудомісткість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту та діагностуванню електрообладнання для однієї одиниці устаткування визначається за формулою:

$$E_j = N_j \cdot T_j, \quad (1)$$

де N_j – кількість осіб, що проводять даний вид робіт над j -ою одиницею обладнання;

T_j – час, необхідний для проведення даного виду робіт.

Час, необхідний для проведення ремонтно-профілактичних робіт, в свою чергу можна представити у наступному вигляді:

$$T_j = T_d + T_{РЗР} + T_H + T_O, \quad (2)$$

де T_d – витрати часу на проведення діагностування одиниці обладнання;

$T_{РЗР}$ – витрати часу на проведення збірно-розбірних робіт;

T_H – витрати часу на усунення несправності устаткування;

T_O – витрати часу на оформлення технічної документації за результатами проведених діагностичних і ремонтних робіт.

Роботи по діагностуванню та технічному обслуговуванню електроустаткування проводяться персоналом тягової підстанції згідно графіка ремонтно-профілактичних робіт. Час на проведення збірно-розбірних робіт $T_{РЗР}$ при ремонтах за технічним станом і поточних ремонтах згідно з [6] складає відповідно 1,85 год та 6,18 год. При цьому ремонти за технічним станом проводяться не рідше 4 разів на рік, а поточний ремонт – не рідше 2 разів на рік. Складовими даних часових витрат є, власне, витрати на проведення збірно-розбірних робіт, витрати на підготовчо-заклучні дії (8,3% від оперативного часу), витрати на обслуговування робочого місця (5,4% від оперативного часу) та витрати на відпочинок і власні потреби (3,8% від оперативного часу). Час на усунення несправності устаткування T_H згідно з технічними умовами на швидкодіючий вимикач постійного струму складає від 6,25 год до 8 год. Ці складові загального часу проведення ремонтно-профілактичних робіт T_j будуть однакові при існуючій системі технічного обслуговування електроустаткування та при використанні автоматизованої системи моніторингу технічного стану обладнання тягових підстанцій.

Час на проведення діагностування T_d швидкодіючого вимикача ВАБ-43 складає 30 хв та включає наступні роботи: вимір діагностичних показників (15 хв), заповнення протоколу проведення робіт (1 хв), постановка діагнозу і визначення об'єму робіт (14 хв). З використанням автоматизованої системи витрати часу на проведення даних робіт будуть наступними: вимір діагностичних показників – 15 хв (при наявності датчиків виміру параметрів електрообладнання з передачею інформації в АСУ ТП цей час можна значно скоротити, так як програмний комплекс дає змогу автоматично отримувати результати вимірювань з АСУ ТП), заповнення протоколу проведення робіт шляхом введення їх в електронну форму автоматизованого комплексу – 0,5 хв, постановка діагнозу і визначення об'єму робіт автоматизованим комплексом з виведенням результатів на екран – 0,03 хв. Отже, увесь час проведення діагностування T_d з використанням автоматизованої системи складе 15,53 хв.

Витрати часу на оформлення технічної документації за результатами проведених діагностичних і ремонтних робіт T_O при існуючій системі технічного обслуговування електроустаткування складає 75 хв і включає наступні види робіт [7]:

- заповнення протоколів випробувань і ремонтів;
- коригування графіка ремонтно-профілактичних робіт;
- заповнення книги виконаних робіт, форма ЕУ-83а;
- заповнення книги оглядів і несправностей, форма ЕУ-83;
- заповнення актів про пошкодження на тяговій підстанції, форма ЕУ-92;
- заповнення бланків нарядів на роботи в електроустановках, форма ЕУ-44;
- заповнення журналу заявок на виведення у ремонт електрообладнання;
- заповнення журналу обліку робіт за нарядами і розпорядженнями.

Автоматизована система моніторингу технічного стану обладнання тягових підстанцій дозволяє скоротити час T_O до 30 хв за рахунок автоматизованого формування частини технічної документації.

Загальний час T_j , необхідний для проведення ремонтно-профілактичних робіт за один рік, для двох варіантів виконання складе:

– при існуючій системі технічного обслуговування електроустаткування:

$$T_{j1} = 4 \cdot (30 + 111 + 75) + 2 \cdot (30 + 370,8 + 75) = 1815,6 \text{ хв} = 30,26 \text{ год};$$

– з використанням автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання:

$$T_{j2} = 4 \cdot (15,53 + 111 + 30) + 2 \cdot (15,53 + 370,8 + 30) = 1458,78 \text{ хв} = 24,313 \text{ год}.$$

Таким чином, використання автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання в процесі технічного обслуговування електрообладнання дозволяє скоротити час на проведення робіт для одного швидкодіючого вимикача ВАБ-43 за рік на 6 год. В межах однієї дистанції електропостачання розташовуються приблизно 20 тягових підстанцій постійного струму з середнім числом швидкодіючих вимикачів біля 120. При цьому загальний час, який витрачається на виконання ремонтно–профілактичних робіт в рік, скоротиться з 3631,2 год до 2917,56 год.

Визначимо трудомісткість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту для одного швидкодіючого вимикача за виразом (1), прийнявши до уваги, що кількість осіб, що виконує роботу, згідно [6] складає 2 людини (електромеханік та електромонтер 4 розряду тягової підстанції):

– при існуючій системі технічного обслуговування електроустаткування:

$$E_{j1} = 2 \cdot 30,26 = 60,52 \text{ люд–год};$$

– з використанням автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання:

$$E_{j2} = 2 \cdot 24,313 = 48,626 \text{ люд–год}.$$

Сумарна трудомісткість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту електрообладнання для декількох одиниць електроустаткування залежить від їх кількості [8]:

$$E_{\Sigma} = \sum_{j=1}^n E_j, \quad (3)$$

де E_j – трудомісткість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту та діагностуванню електрообладнання для j -ої одиниці устаткування.

Визначимо сумарну трудомісткість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту для швидкодіючих вимикачів дистанції електропостачання в цілому за виразом (3):

– при існуючій системі технічного обслуговування електроустаткування:

$$E_{\Sigma 1} = 120 \cdot 60,52 = 7262,4 \text{ люд–год};$$

– з використанням автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання:

$$E_{\Sigma 2} = 120 \cdot 48,626 = 5835,12 \text{ люд–год}.$$

Для визначення загальної вартості робіт по технічному обслуговуванню і ремонту електрообладнання необхідно виразити трудомісткість, розраховану за виразом (1), в грошовому еквіваленті. Це можна зробити наступним чином:

$$C_E = \alpha \cdot E_{\Sigma}, \quad (4)$$

де α – питома вартість однієї години робіт;

E_{Σ} – сумарна трудомісткість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту електрообладнання.

Визначимо загальну вартість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту для швидкодіючих вимикачів дистанції електропостачання в цілому за виразом (4), прийнявши питому вартість робіт в розмірі 33,53 грн/год (з розрахунку ставки електромеханіка 5600 грн за 167 годинний робочий місяць):

– при існуючій системі технічного обслуговування електроустаткування:

$$C_{E1} = 33,53 \cdot 7262,4 = 243529,58 \text{ грн};$$

– з використанням автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання:

$$C_{E2} = 33,53 \cdot 5835,12 = 195651,57 \text{ грн}.$$

Таким чином, використання автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання в процесі технічного обслуговування електрообладнання дистанції електропостачання дозволяє зменшити фінансові витрати на 47878 грн/рік.

Розрахунок експлуатаційних витрат на автоматизовану систему моніторингу технічного стану електрообладнання, визначення вартості та строку її окупності. Оцінка економічної доцільності проводиться за трьома показниками: експлуатаційні витрати за рік, річний економічний ефект та строк окупності. Дані для розрахунку капітальних вкладень і експлуатаційних витрат служать конструктивні параметри та експлуатаційні показники порівнюваних варіантів техніки. Експлуатаційні витрати складаються з витрат на утримання, витрати на матеріали та запасні частини, електроенергію, а також витрати на амортизацію [9]. Отже, експлуатаційні витрати на систему технічного обслуговування і ремонту можна визначити за формулою:

$$C = C_E + C_H + C_{MAT} + C_{EE} + C_A, \quad (5)$$

де C_E – загальна вартість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту електрообладнання;

C_H – соціальні нарахування на основний фонд заробітної плати;

C_{MAT} – витрати на матеріали і запасні частини;

C_{EE} – витрати на електроенергію;

C_A – амортизаційні відрахування.

Нарахування на заробітну плату становить 37,83 % від заробітної плати основного фонду, з яких 32 % – пенсійний збір, 2,9 % – соціальне страхування, 1,9 % – відрахування до фонду безробіття і страхування нещасних випадків 1,03 %. Нарахування на заробітну обчислюється за формулою:

$$C_H = k \cdot C_E,$$

де $k = 0,3783$.

Тоді нарахування на заробітну плату складають для існуючої системи ТО і Р 92127,24 грн.; з використанням автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання – 74015 грн.

Витрати на матеріали й запасні частини складає 2% від вартості автоматизованої системи. Автоматизована система конструктивно складається з персональних комп'ютерів – робочих клієнтів, які встановлюються на тягових підстанціях, та сервера, встановленого на дистанції електропостачання (рис. 2).

Між собою клієнти та сервер з'єднуються за допомогою локальної мережі. Капіталовкладення на впровадження даної системи складаються з витрат на персональні комп'ютери у розмірі 2500 грн. за одиницю та витрат на створення локальної мережі у розмірі 10000 грн., тому

$$C_{MAT} = 0,02 \cdot 63000 = 1260 \text{ грн.},$$

C_{MAT} для існуючої системи ТО і Р становлять 0 грн.

До експлуатаційних витрат відносяться амортизаційні нарахування і вартість електричної енергії. Норми амортизаційних нарахувань визначаються на основі вартості устаткування і складаються з відрахувань на відновлення, заміну й капітальний ремонт. Щорічні амортизаційні відрахування становлять 5% від вартості комплексу.

Таким чином, амортизаційні витрати на експлуатацію автоматизованої системи складуть 3150 грн. C_A для існуючої системи ТО і Р становлять 0 грн.

Витрати на електроенергію визначаються за формулою:

$$C_{EE} = P_{CT} \cdot B_E \cdot t, \quad (7)$$

де P_{CT} – потужність персонального комп'ютера (300 Вт);

B_E – вартість 1 кВт/год електроенергії (1,57 грн.);

t – час, витрачений на проведення робіт з ТО і Р.

Таким чином, витрати на електроенергію для експлуатації автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання складуть:

$$C_{EE} = 0,3 \cdot 1,57 \cdot 95,613 = 45,034 \text{ грн.}$$

C_{EE} для існуючої системи ТО і Р становлять 0 грн.

Тепер визначимо експлуатаційні витрати за виразом (5):

– при існуючій системі технічного обслуговування електроустаткування:

$$C_1 = 243529,58 + 92127,24 = 335656,82 \text{ грн.}$$

– з використанням автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання:

$$C_2 = 195651,57 + 74015 + 1260 + 45,034 + 3150 = 274121,604 \text{ грн.}$$

Таблиця 1 – Експлуатаційні витрати на систему ТО і Р обладнання тягових підстанцій

Стаття витрат	Існуюча система ТО і Р	Система ТО і Р з використанням автоматизованого комплексу
Загальна вартість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту електрообладнання, грн.	243529,58	195651,57
Соціальні нарахування на основний фонд заробітної плати, грн.	92127,24	74015
Витрати на матеріали і запасні частини, грн.	0	1260
Витрати на електроенергію, грн.	0	45,034
Амортизаційні відрахування, грн.	0	3150
Експлуатаційні витрати, грн.	335656,82	274121,604

Річний економічний ефект від впровадження нової техніки розраховується з урахуванням сумарної економії всіх видів продуктивних ресурсів одержаної в результаті виробництва й експлуатації впроваджуваного пристрою, спрямованого на автоматизацію виробництва [9, 10], що забезпечує економію виробничих ресурсів, визначається як різниця витрат по базовій і новій техніці:

$$E = C_1 - (C_2 + K \cdot E_H), \quad (8)$$

де C_1 – експлуатаційні витрати на існуючу систему ТО і Р;

C_2 – експлуатаційні витрати на систему ТО і Р з використанням автоматизованого комплексу;

K – капітальні витрати на впровадження автоматизованої системи;

E_H – коефіцієнт ефективності капітальних витрат ($E_H = 0,25$ для обчислювальної техніки).

Таким чином, річний економічний ефект від впровадження автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання буде рівним:

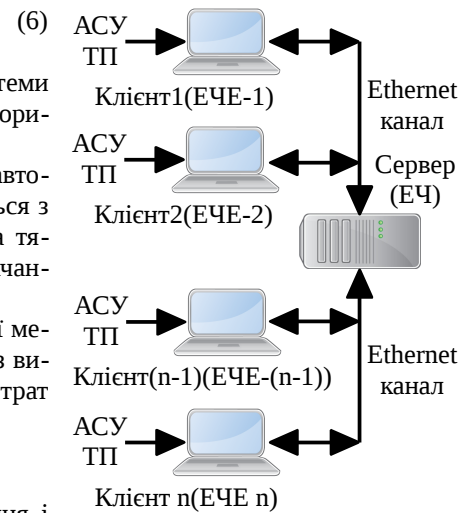


Рис. 2. Структура автоматизованої системи моніторингу технічного стану обладнання тягових підстанцій

$$E = 335656,82 - (274121,604 + 63000 \cdot 0,25) = 45785,216 \text{ грн.}$$

Строк окупності автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання визначимо за формулою:

$$T = \frac{C_2 + K \cdot E_H}{E} \quad (9)$$

Підставивши відповідні значення у формулу (9) отримаємо:

$$T = \frac{274121,604 + 63000 \cdot 0,25}{45785,216} = 6,3 \text{ роки.}$$

При наявності на тягових підстанціях персональних комп'ютерів капіталовкладення на впровадження даної системи складаються з витрат на створення локальної мережі для даної системи у розмірі 10000 грн., тому

$$C_{\text{МАТ}} = 0,02 \cdot 10000 = 200 \text{ грн.};$$

$$C_A = 0,05 \cdot 10000 = 500 \text{ грн.};$$

$$C_3 \approx 195651,57 \approx 174015 + 200 + 45,034 \approx 500 = 270411,604 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від впровадження автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання та строк її окупності в цьому випадку буде дорівнювати:

$$E = 335656,82 - (270411,604 + 10000 \cdot 0,25) = 62745,216 \text{ грн.};$$

$$T = \frac{270411,604 + 10000 \cdot 0,25}{62745,216} = 4,35 \text{ роки.}$$

Таким чином, річний економічний ефект від впровадження автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання та строк її окупності для двох варіантів виконання автоматизованого комплексу відповідають вимогам нормативних значень для електронно-обчислювальної техніки.

Висновки. Застосування автоматизованої системи моніторингу технічного стану електрообладнання в процесі технічного обслуговування і ремонту устаткування тягових підстанцій дає змогу значно скоротити час на ремонтно-профілактичні роботи шляхом зменшення часу на проведення діагностичних вимірювань (при наявності датчиків контролю діагностичних параметрів електрообладнання), обробку їх результатів та постановку діагнозу з подальшим плануванням об'єму робіт. В свою чергу це зменшує річні фінансові витрати на проведення ремонтно-профілактичних робіт. Строк окупності автоматизованого комплексу при його впровадженні лише для одного типу обладнання для дистанції електропостачання в цілому складає 6,3 роки при відсутності персональних комп'ютерів та 4,35 роки при їх наявності. При впровадженні комплексу для всіх типів електрообладнання ТП витрати на проведення ремонтно-профілактичних робіт та строк окупності можна значно скоротити.

Список літератури: 1. Matuskevych, O. O., Sychenko, V. G. and Bialon A. "Continuous improvement of technical servicing and repair system of railway substation on the basis of FMEA methodology". *Technika Transportu Szynowego* 1-2 (2016): 75—79. Print. 2. Міронов, Д.В. Автоматизована система моніторингу та прогнозування фактичного залишкового ресурсу обладнання тягових підстанцій / Д.В. Міронов // Електротехніка і електромеханіка. – 2016. - № 4(1). – С. 51-63. 3. Шостак, В. В. Критерії оптимальності структури ремонтного циклу обладнання для виробництва деревностружкових плит / В. В. Шостак // Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету. – 2001. - № 11.2. – С. 18-21. 4. Дубровин, Л. И. К вопросу определения экономически оптимальной периодичности ремонтов сложных восстанавливаемых устройств / Л. И. Дубровин // Надежность и контроль качества. – 1974. - №4. – С. 91-94. 5. Южаков, Б. Г. Монтаж, наладка, обслуживание и ремонт электрических установок / Б. Г. Южаков. – Москва: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 412 с. 6. Нормы времени и нормативы численности на текущие ремонты и межремонтные испытания оборудования тяговых и трансформаторных подстанций железных дорог. – Москва, 2007. – 283 с. 7. Інструкція з технічного обслуговування і ремонту обладнання тягових підстанцій, пунктів живлення і секціонування електрифікованих залізниць. – К.: ТОВ «Інпрес», 2008. – 125 с. 8. Назарычев, А. Н. Совершенствование системы ремонтов электрооборудования электростанций и подстанций с учетом технического состояния: дисс. ... д-ра техн. наук / Назарычев Александр Николаевич; Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина. – Иваново, 2005. – 390 с. 9. Головань, С.И., Спиридонов, М.А. Бизнес-планирование и инвестирование. Учебник / С.И. Головань, М.А. Спиридонов. - Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 302 с. 10. Непомнящий, Е.Г. Экономическая оценка инвестиций Учебное пособие / Е.Г. Непомнящий. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 292 с.

Bibliography (transliterated): 1. Matuskevych O.O., Sychenko V.G. and Bialon A. "Continuous improvement of technical servicing and repair system of railway substation on the basis of FMEA methodology." *Technika Transportu Szynowego* 1-2 (2016): 75-79. Print. 2. Mironov D.V. "Avtomatizovana sistema monitoringu ta prognozuvannya faktichnogo zalishkovogo resursu obladnannya tyagovykh pidstantsiy." *Elektrotehnika i elektromekhanika* 4(1) (2016): 51-63. Print. 3. Shostak V.V. "Kriterii optimal'nosti strukturi remontnogo tsiklu obladnannya dlya virobnitstva derevnostruzhkovykh плит." *Naukoviy visnik Ukrain's'kogo derzhavnogo lisotekhnichnogo universitetu* 11.2 (2001): 18-21. Print. 4. Dubrovin, L.I. "K voprosu opredeleniya ekonomicheskoi optimal'noy periodichnosti remontov slozhnykh vosstanavlivaemykh ustroystv." *Nadezhnost' i kontrol' kachestva* 4 (1974): 91-94. Print. 5. Yuzhakov, B. G. *Montazh, naladka, obsluzhivanie i remont elektricheskikh ustanovok*. Moskva: GOU «Uchebno-metodicheskii tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte», 2008. Print. 6. *Normy vremeni i normativy chislennosti na tekushchie remonty i mezhremontnye ispytaniya oborudovaniya tyagovykh i transformatornykh podstantsiyzheleznykh dorog*. Moskva, 2007. Print. 7. *Instruktsiya z tekhnichnogo obslugovuvannya i remontu obladnannya tyagovykh pidstantsiy, punktiv zhivlennya i sektionuvannya elektrifikovanykh zaliznits'*. K.: TOV «Inpres», 2008. Print. 8. Nazarychev, A. N. *Sovershenstvovanie sistemy remontov elektrooborudovaniya elektrostantsiy i podstantsiy s uchetom tekhnicheskogo sostoyaniya*: diss. ... d-ra tekhn. nauk Ivanovo, 2005. Print. 9. Golovan', S.I. and Spiridonov, M.A. *Biznes-planirovanie i investirovanie*. Uchebnik. Rostov n/D: Feniks, 2008. Print. 10. Nepomnyashchii, E.G. *Ekonomicheskaya otsenka investitsiy Uchebnoe posobie*. Taganrog: Izd-vo TRTU, 2005. Print.

Надійшла 03.07.2017