

**ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-
ДОСЛІДНИЙ ЦЕНТР ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ"**

Данько Володимир Миколайович

УДК 658.58.012.2: 623.004.67

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
УТРИМАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ
ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ
ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Київ – 2011

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі "Експлуатація та ремонт рухомого складу" в Українській державній академії залізничного транспорту, Міністерства транспорту та зв'язку України

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Бабанін Олександр Борисович,
Українська державна академія залізничного транспорту, кафедра "Експлуатація та ремонт рухомого складу", професор кафедри

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, доцент
Басов Геннадій Григорович,
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, кафедра "Залізничний транспорт", професор кафедри

- кандидат технічних наук
Матяш Віктор Олександрович,
Проектно-конструкторсько-технологічне бюро з ремонту локомотивів, директор

Захист відбудеться “_____” _____ 2011 р. о _____ годин на засіданні спеціалізованої вченої ради К26.885.01 в Державному підприємстві "Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту України" за адресою: 03038, Україна, м. Київ, вул. І.Федорова, 39.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Державного підприємства "Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту України" за адресою: 03038, Україна, м.Київ, вул. І.Федорова, 39.

Автореферат розісланий "_____ " _____ 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

С.Г. Грищенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. У сучасних умовах ефективного управління підприємствами залізничного транспорту неможливо без використання сучасних організаційно-технічних засобів і інформаційних технологій по утриманню складного технологічного обладнання, яким оснащені локомотиворемонтні підприємства. Розширення існуючих інформаційних технологій на базі сучасних ПЕОМ по підвищенню оперативності й обґрунтованості вироблення управлінських рішень вимагає створення нових наукових підходів, загальних принципів їх побудови й використання.

Актуальність теми. Атестація локомотивних депо, яка проводилася Укрзалізницею, за участю автора, виявила цілий ряд характерних недоліків в управлінні технічним станом технологічного обладнання. Виявлено, що до 45% існуючого технологічного обладнання потребує негайного виконання йому капітального ремонту або повної заміни. Також встановлено, що фізичне й моральне старіння обладнання, його знос, застаріла система підготовки, передачі й одержання інформації з організації його утримання викликає недотримання термінів обслуговування й ремонту, появу неупорядкованості в термінології, невідповідність переліку в паспорті депо.

Подальші результати досліджень, які були проведені в Українській державній академії залізничного транспорту, показали, що на дійсний час інформаційне забезпечення утриманням технологічного обладнання у локомотивному господарстві у своїй більшості базується тільки на рутинних паперових технологіях. Усі дані, які стосуються технічного стану, термінів обслуговування та ремонту обладнання обробляються застарілими методами, а прийняття кінцевого рішення відповідальними особами є прерогативою їх інтуїції та багаторічного досвіду. При цьому недостатність належного методичного інформаційного забезпечення істотно впливає на складність такого становища. Така ситуація обумовлює важливість проведення наукових досліджень, спрямованих на розробку нових методів, які базуються на сучасних інформаційних технологіях та прогресивних технічних засобах. Це визначає актуальність теми дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації відповідає Комплексній програмі оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки, яка затверджена Наказом Міністерства транспорту та зв'язку №1259 від 14

жовтня 2008р. і стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020р., що схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009р. №1555-р. Наукові результати дисертаційної роботи отримані при виконанні госпдоговірних науково-дослідних робіт “Удосконалення технології діагностування підшипників кочення електричних двигунів за вібраційними характеристиками” (ДР №0110U000840), “Розробка проекту “Технології інформаційної взаємодії лінійного рівня залізниці та Укрзалізниці в частині інформації про технічний стан і паспортні дані” (ДР №0110U000210), “Дослідження та визначення оптимального набору параметрів, режимів їх отримання і обробки для відображення технічного стану локомотивів з метою забезпечення побудови автоматизованої системи їх діагностування і організації ремонту та пробігу” (ДР №0108U007035).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є вирішення комплексної науково-прикладної задачі - удосконалення системи управління утриманням технологічного обладнання для технічного обслуговування і ремонту тягового рухомого складу на основі створення сучасних інформаційних технологій щодо покращення його технічного стану та ефективності використання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити розвиток та сучасні підходи до реалізації управління утриманням технологічного обладнання;
- провести аналіз, з точки зору інформаційних технологій, діючих систем управління утриманням технологічного обладнання з оцінкою факторів, що впливають на їх функціонування;
- провести дослідження, визначити та обґрунтувати основні напрямки щодо формування задач для з управління утриманням технологічного обладнання (АРМоб);
- створити інформаційні характеристики використання технологічного обладнання для ефективного управління його технічним станом;
- визначити діагностичну цінність інформації для АРМоб на основі ймовірнісних критеріїв та оцінити їх вплив на організацію управління утриманням технологічного обладнання;
- розробити узагальнену методику розрахунку поповнення запасів для управління утриманням технологічного обладнання і на її основі створити методи визначення раціональної достатності запасних частин і матеріалів;
- формалізувати математичну модель визначення готовності

технологічного обладнання на основі теорії марківських процесів;

- запропонувати та обґрунтувати класифікаційну інформаційну структуру АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання на основі задач, які повинні вирішуватися в ході виробничого процесу;

- удосконалити методикау визначення та управління раціональними періодами контролю і діагностування технічного стану технологічного обладнання;

- визначити економічну ефективність модернізації технологічного обладнання за різними варіантами їх обсягів та оцінкою термінів окупності.

Об'єкт дослідження – процес створення інформаційних технологій для АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання.

Предмет дослідження – методи інформаційного забезпечення АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання.

Методи дослідження. При виконанні дисертаційної роботи використовувались такі методи: математичної статистики (аналіз розподілу параметрів технічного стану технологічного обладнання), теорії ймовірності (визначення діагностичної цінності інформації), теорії марківських процесів (визначення готовності технологічного обладнання), теорії інформації (методика визначення граничних обсягів пакетної інформації для АРМоб), технічної діагностики (раціональні періоди контролю технічного стану технологічного обладнання), теорії багаторівневих ієрархічних систем (структурний синтез технологічного обладнання та його класифікація).

Наукова новизна одержаних результатів. Вирішено комплексну науково-практичну задачу з удосконалення системи управління утриманням технологічного обладнання для технічного обслуговування і ремонту тягового рухомого складу на основі створення сучасних інформаційних технологій щодо покращення його технічного стану та ефективності використання.

Вперше отримано:

- запропонована нова структура поповнення та формування достатності запасів запасних частин і матеріалів для управління технічним станом технологічного обладнання з її відповідним інформаційним забезпеченням;

- формалізована, з точки зору інформаційних технологій, математична модель визначення готовності технологічного обладнання на основі теорії марківських процесів;

- встановлені обсяги діагностичної інформації та її цінність для

АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання на основі ймовірнісного критерію Байєса, які слугують основою для проведення регламентних робіт;

- науково обґрунтовані перспективні напрямки формування задач для АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання, яке застосовується для технічного обслуговування і ремонту тягового рухомого складу.

Дістали подальшого розвитку:

- метод структурного синтезу та класифікаційного кодування із створенням відповідних форм користувачів АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання на основі інформаційних технологій;

- розрахунково-експериментальні методи дослідження з визначенням раціональних періодів контролю технічного стану технологічного обладнання на основі контрольних-діагностичних перевірок з подальшою обробкою отриманої інформації за допомогою АРМоб.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

- науково обґрунтовані результати роботи упроваджені у локомотивних депо Південної залізниці. Вони дозволяють вирішити задачу забезпечення необхідної мобільності та продуктивності переробки інформації щодо покращення технічного стану технологічного обладнання, прогнозувати терміни його технічного обслуговування і ремонту. Крім того ці результати є основним засобом інтеграції запропонованих інформаційних технологій у виробничий цикл управління утриманням технологічного обладнання, що забезпечує стандартизацію обробки інформації на рівні всієї галузі;

- матеріали дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі при проведенні занять у групах факультету підвищення кваліфікації, а також при підготовці магістрів та спеціалістів за спеціальністю “Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту” з дисципліни “Сучасні інформаційні технології в локомотивному господарстві”.

Використання результатів роботи підтверджується відповідними актами впровадження.

Особистий внесок здобувача. Основні теоретичні та експериментальні результати досліджень, викладені в дисертації, отримані особисто автором.

У публікаціях дисертанту належить:

[1] – здобувачем запропонована оцінка ефективності методів управління модернізацією енерготехнологічного обладнання щодо покращення його характеристик на основі математичного моделювання; [2] – здобувачем запропонована інформаційна оцінка методів управління ресурсозбереженням для енерготехнологічного обладнання локомотивних депо; [3] – здобувачем розроблена математична модель стратегії управління утриманням технологічного обладнання, його технічного обслуговування та ремонту; [4] – здобувачем, на основі інформаційних технологій, визначені раціональні періоди контролю технічного стану технологічного обладнання за існуючими та запропонованими методами управління.

Апробація результатів дисертації. Основні матеріали результатів дисертаційної роботи доповідалися й отримали схвалення на:

- 16-й і 17-й міжнародних науково-практичних конференціях "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я" (Україна, м. Харків, НТУ ХПІ, 2008, 2009 р.р.);

- 1-й Міжнародній науково-практичній конференції "Інноваційні технології на залізничному транспорті" (Україна, м. Червоний Ліман, 2010 р.);

- 69-й, 70-й та 71-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр Української державної академії залізничного транспорту та спеціалістів залізничного транспорту підприємств (Україна, м. Харків, 2007, 2008, 2009 р.р.).

Основні положення дисертації доповідались на кафедрі з 2007 по 2010р. Повністю дисертація доповідалась та отримала схвалення на розширеному засіданні кафедри "Експлуатація та ремонт рухомого складу" УкрДАЗТ в 2010р. та науковому семінарі Державного підприємства "Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту України" (в обох випадках за участю членів спеціалізованої вченої ради).

Публікації. Результати дослідження опубліковані в 4 статтях у фахових виданнях, затверджених ВАК України.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел з 159 найменувань. Повний обсяг дисертації складає 181 сторінку, в тому числі 146 сторінок основного тексту, 6 таблиць, 18 рисунків і 4 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету роботи, задачі дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, подано інформацію про апробацію роботи і публікації основних результатів.

Перший розділ присвячений обґрунтуванню перспективних напрямків систем управління утриманням технологічного обладнання.

Задачам розвитку технічного обслуговування у локомотивному господарстві присвячено велику кількість наукових праць. Найбільший внесок в цьому напрямку зробили: Бабанін О.Б., Басов Г.Г., Батюшин І.Є., Боднар Б.Є., Бутько Т.В., Голубенко О.Л., Далека В.Х., Данілевський В.І., Ісаєв І.П., Кисельов В.І., Кузьміч В.Д., Лакін І.К., Матяш В.О., Тартаковський Е.Д. і інші.

Досліджений розвиток та сучасні підходи до реалізації управління утриманням технологічного обладнання. Аналіз матеріалів з питань управління показав, що у цих дослідженнях розглядаються тільки залежності ефективності виробництва від тривалості міжремонтних циклів, рівня надійності обладнання від об'єму й тривалості ремонтів та від термінів служби деталей, вузлів і агрегатів. Потім отримані теоретичні й експериментальні результати усереднюються і вже рекомендуються як нормативні. Це, у свою чергу, призводить до збільшення витрат на утримання технологічного обладнання та його непродуктивного використання.

Проаналізований історичний розвиток систем планово-попереджувальних ремонтів технологічного обладнання, де визначені їх як позитивні сторони, так і недоліки. Розглянута організація обслуговування технологічного обладнання за кордоном, на основі чого встановлено, що у своїй більшості фірми ставлять питання наступним чином: система управління доцільна, якщо загальна вартість усіх технічних обслуговувань та ремонтів за весь життєвий цикл не перевищує 65-70% від вартості нового обладнання.

На основі аналізу наукових джерел обґрунтована необхідність нових підходів до інформаційного забезпечення АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання, які включають до себе передовий досвід застосування інформаційних технологій по формуванню управлінських рішень і розробку відповідно цього необхідного методичного забезпечення.

У другому розділі представлено результати досліджень, які спрямовані на інформаційне забезпечення для АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання.

Запропоновано новий підхід до якісної оцінки технічного стану технологічного обладнання. На основі вимог до повноти, достовірності і відповідній оперативності інформації запропоновані показники використання технологічного обладнання на основі спеціальних коефіцієнтів.

Знос технологічного обладнання запропоновано визначати як

$$k_z = \frac{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^S C_{аморт}}{\sum_{j=1}^N C_{початк}}, \quad i=1,2,\dots,S; \quad j=1,2,\dots,N, \quad (1)$$

де $C_{аморт}$ - амортизаційні відрахування на діюче обладнання, грн.; $C_{початк}$ - загальна вартість обладнання за період, що розглядається, грн.; N - загальна кількість усього обладнання, од; S - загальний період експлуатації відповідного типу обладнання, років.

Придатність обладнання запропоновано оцінювати як

$$k_{прид} = \frac{\sum_{j=1}^N C_{початк} - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^S C_{аморт}}{\sum_{j=1}^N C_{початк}}. \quad (2)$$

Оновлення обладнання запропоновано обчислювати як

$$k_{оновл} = \frac{\sum_{l=1}^L C_{увед}}{\sum_{j=1}^N C_{початк}}, \quad l=1,2,\dots,L; \quad j=1,2,\dots,N, \quad (3)$$

де L - загальна кількість обладнання, яке уведено до експлуатації за період, що розглядається, од.

Вибуття обладнання з експлуатації за віком служби запропоновано визначати як

$$k_{виб} = \frac{\sum_{q=1}^Q C_{виб}}{\sum_{j=1}^N C_{початк}}, \quad q=1,2,\dots,Q; \quad j=1,2,\dots,N, \quad (4)$$

де $C_{виб}$ - загальна вартість, обладнання, яке вибуло з експлуатації, грн.; Q - Загальна кількість обладнання, яке вибуло з експлуатації, за період, що розглядається, од.

Оцінку завантаження обладнання запропоновано визначати за наступним коефіцієнтом

$$k_{зав} = \frac{\sum_{i=1}^N t_{факт}}{\sum_{i=1}^N t_{план}}, \quad (5)$$

де $t_{факт}$ - фактичний час експлуатації обладнання, відповідно режиму роботи підприємства за період, що розглядається, г; $t_{план}$ - час планового режиму роботи підприємства за період, що розглядається, г.

На підставі зібраного і обробленого статистичного матеріалу за методиками кафедри "Експлуатація та ремонт рухомого складу" УкрДАЗТ були отримані регресивні залежності, які дають змогу якісно оцінити стан з технологічним обладнанням, при виконанні йому ТО і ремонту.

Так для визначення відносних витрат при виконанні ТО станка для обточки колісних пар КЖ-20М отримано рівняння регресії

$$C = 0,011402k_3 - 0,18k_{прод} + 0,9k_3^2 - 1,8k_3k_{прод} + 0,9k_{прод}^2 \quad (6)$$

де C - відносні витрати на виконання ТО за кількістю обточених колісних пар локомотивів.

Отримані межі значень коефіцієнтів складають: $0,01 \leq C \leq 0,03$; $0,28 \leq k_3 \leq 0,48$; $0,17 \leq k_{прод} \leq 0,40$.

Аналогічним чином отримана залежність для визначення відносних витрат при виконанні ремонту станка КЖ-20М

$$C = 2,23 + 2,0k_3 - 1,5k_{прод} - 0,24k_3k_{прод} + 1,8k_3^2k_{прод} - 0,2k_3k_{прод}^2 \quad (7)$$

Динаміка цих залежностей показана на рис. 1.

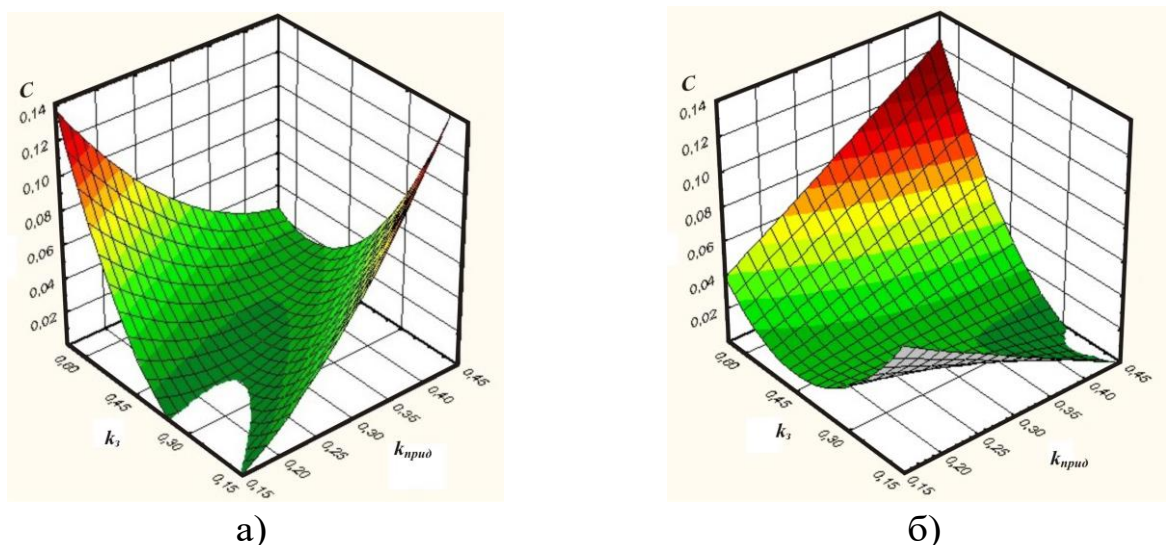


Рис. 1. Залежність відносних витрат на виконання ТО (а) і ремонту (б) технологічного обладнання

Для поглиблення аналізу отримані залежності у подальшому були оброблені за допомогою методу оцінки діагностичної цінності інформації. Встановлені обсяги діагностичної інформації та її цінність на основі застосування стратегії Байєса і розповсюджені на цілий клас задач, що виникають при створенні АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання. Зокрема запропоновано проводити вибір параметрів контролю, вважаючи їх діагностичними ознаками, на підставі розрахунку ймовірностей спільної появи подій. Особливе значення для цього має діагностична цінність ознак, кількісне визначення яких виконується на основі теорії інформації. Оцінюючи за результатами контролю стан ознаки, можна визначити діагностичні ваги реалізації ознак, діагностичні ваги інтервалу ознак і цілий ряд інших параметрів. Маючи в розпорядженні ці дані, можна визначити загальну діагностичну цінність обстеження для різних типів технологічного обладнання, а також станів, у яких вони знаходяться. Її запропоновано визначати як

$$Z_D(k_j) = \sum_{i=1}^n P(D_i) Z_{D_i}(k_j), \quad (8)$$

де $P(D_i)$ - імовірність діагнозу в обраній системі обстеження D_i ; $Z_{D_i}(k_j)$ - діагностична вага відповідної ознаки k_j в обраній системі діагнозів D_i ; n - кількість обраних діагностичних ознак.

На підставі цього у опорних локомотивних депо проведена експериментальна перевірка визначення діагностичної цінності інформації про технічний стан технологічного обладнання, яка підтвердила достатню адекватність запропонованій моделі.

Таблиця 1. Діагностична цінність інформації для станка КЖ-20М.

Ознака	$S_{D_1}^0(k_i)$	$S_{D_2}^0(k_i)$	$S_{D_3}^0(k_i)$	$S_{D_3,az}^0(k_i)$
k_1	0,0014	0,0040	0,0127	0,0044
k_2	0,0641	0,0171	0,0100	0,0264
k_3	0,0352	0,0296	0,0006	0,0214
k_4	0,1162	0,0107	0,0433	0,0449
k_5	0,0000	0,0350	0,0720	0,0276
k_6	0,0006	0,0647	0,1613	0,0566
k_7	0,0101	0,0263	0,1144	0,0352
k_8	0,0001	0,0491	0,1144	0,0413
k_9	0,0019	0,0039	0,0156	0,0051

На основі отриманої для станка КЖ-20М для обточки колісних пар загальної діагностичної цінності інформації $Z_{D_{az}}^0(k_i)$ (таблиця 1) відповідно найбільшого числового значення за кожною ознакою можна зробити наступні висновки: у першу чергу треба контролювати сигнал датчика напруги в мережі за найбільшою вагою ознаки k_6 (0,0566), за нею підсилювач імпульсів управління за ознакою k_4 (0,0449) і потім у порядку числового вагового убавання ознак k_8 (0,0413), k_7 (0,0352), k_5 (0,0276) і т.д.

Третій розділ присвячений висвітленню результатів досліджень, спрямованих на створення методичного забезпечення АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання. Відповідно до цього формалізована інформаційна задача для управління матеріально-технічним забезпеченням технологічного обладнання (як об'єкта) з урахуванням особливостей проведення йому регламентних робіт і виділено три основні структурні підсистеми організації постачання запасними елементами: одиночний комплект $Z_{3,4}^0$, що представляє кількість запасних елементів, які надаються безпосередньо даному об'єкту для забезпечення його працездатності; комплект запасних елементів ремонтного органу $Z_{3,4}^{PC}$, що представляє кількість запасних елементів, які надаються тільки йому, з метою забезпечення його працездатності. Функціонування ремонтного органу (*PO*) полягає в усуненні відмов у несправних вузлах або деталях, які до нього надходять для їхнього відновлення. Таким чином, ремонтний орган призначений для відновлення об'єктів, що надійшли до нього, і повинен бути забезпечений своїм запасом $Z_{3,4}^{PC}$; обмінний фонд ремонтного органу $Z_{3,4}^{OFR}$, що являє собою кількість більш дрібних запасних елементів, які надаються ремонтному органу який може обслуговувати як одиночний комплект $Z_{3,4}^0$, так і вузли, які надійшли для ремонту в ремонтний орган.

Ці структурні підсистеми можуть різноманітно сполучатися між собою, виходячи із чого в роботі запропоновано 7 варіантів структур забезпечення запасними елементами (СЗЗЕ), які найбільше часто використовуються на практиці. Вони представлені на рис. 2.

Для визначення основних характеристик цих варіантів запропонований середній час між відмовою і відновленням локомотива визначати як

$$T_{оч} = t_{zn} + t_{зам} + \Delta t_{3,4}, \quad (9)$$

де t_{zn} - середній час виявлення й пошуку несправного елемента, що визначається системою діагностування об'єкта й не залежить від

повноти комплекту $Z_{3,4}^0$; $t_{зам}$ - середній час заміни елемента, що відмовив, справним запасним (при наявності його в $Z_{3,4}^0$), що визначається ремонтпридатністю об'єкта й не залежить ні від системи діагностування, ні від повноти комплекту $Z_{3,4}^0$; $\Delta_{3,4}$ - середній час затримки в задоволенні заявки на запасний елемент, що визначається потоком відмов елементів і повнотою комплекту $Z_{3,4}^0$.

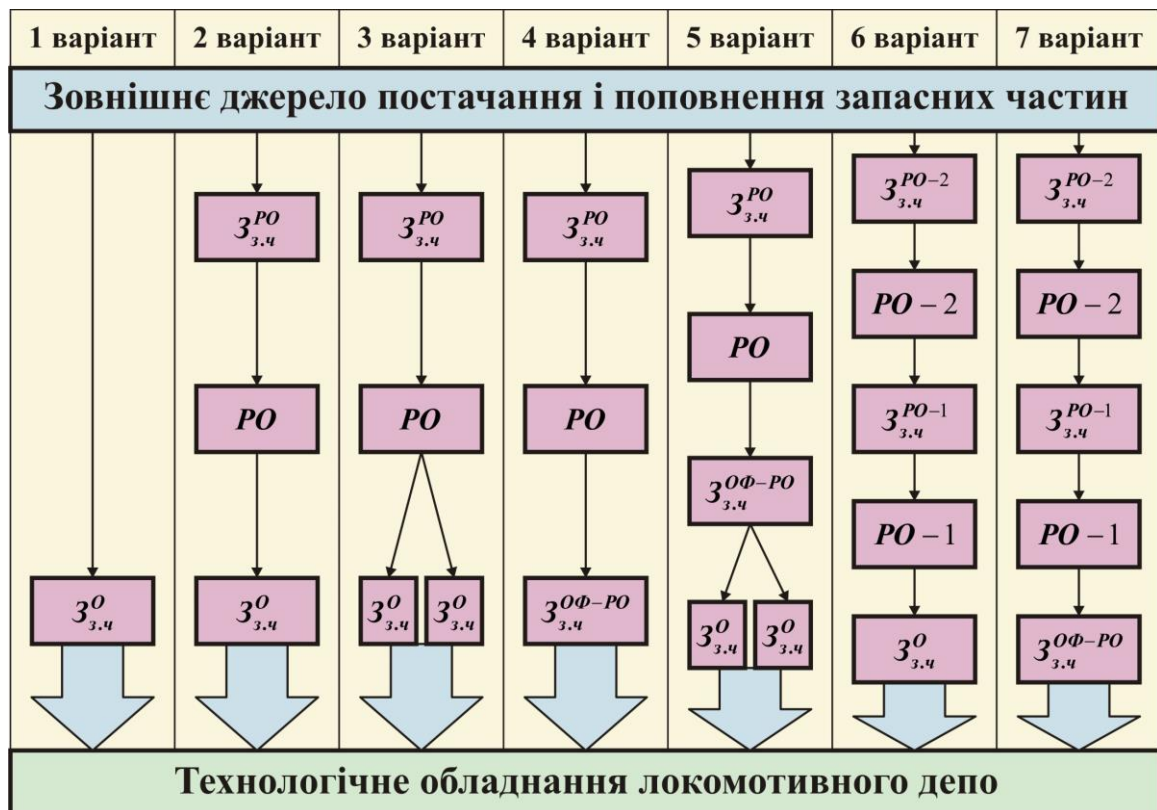


Рис. 2. Варіанти забезпечення технологічного обладнання запасними елементами

За запропонованими варіантами були проведені розрахунки, згідно з якими була експериментально перевірена достатність $Z_{3,4}^0$, $Z_{3,4}^{PC}$ і $Z_{3,4}^{OFR}$ для відповідних структурних підрозділів локомотивних депо, яка показала добре погодження з розрахунковими даними (відхилення склало не більше 4-5%).

Для реалізації методики забезпечення запасними елементами формалізована, з точки зору інформаційних технологій, математична модель визначення готовності технологічного обладнання на основі теорії марківських процесів, яка визначає основні стани в яких воно може знаходитися.

На підставі цього створений граф переходів обладнання з одного

стану в інший за нескінченно малий проміжок часу Δt за умови, що всі тимчасові параметри процесу його функціонування є випадковими величинами, розподіленими за експоненціальним законом кожний зі своєю інтенсивністю. Складені рівняння Колмогорова за якими визначений коефіцієнт готовності, який запропоновано визначати як

$$K_T = \frac{1 + \frac{T_5}{T_1} + \frac{T_6}{T_{10}} + \frac{T_9}{T_{11}}}{1 + \frac{T_2}{T_0} + \frac{T_3 + T_4 + T_5}{T_1} + \frac{T_6}{T_{10}} + \frac{T_7 + T_8 + T_9}{T_{11}}} \quad (10)$$

де $T_1, T_2, T_3, \dots, T_{11}$ - відповідні проміжки часу, що відносяться до станів $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{11}$, у яких може знаходитися технологічне обладнання під час його експлуатації.

У четвертому розділі запропоновані організаційно-технічні заходи щодо створення АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання. Запропонована структура АРМоб, основу якої складають розроблені інформаційні класифікаційні форми користувачів.

Створені вимоги щодо призначення АРМоб, які полягають у наступному:

- автоматизація планування робіт з ТО й ремонту технологічного обладнання, а також управління процесом виконання цих робіт;
- забезпечення адміністративного, оперативного й ремонтного персоналу оперативною й ретроспективною інформацією, що необхідна для прийняття рішень при проведенні робіт з ТО й ремонту технологічного обладнання;
- підвищення повноти, точності, оперативності й наочності такої інформації;
- накопичення отриманих від фахівців зведень по технологічному обладнанню, його історії, особливостях його експлуатації, а також для систематизації, наочного подання й централізованого зберігання таких відомостей;
- автоматизації одержання аналітичних звітів і типових документів по прийнятих формах;
- зберігання й надання даних з метою оцінки й прогнозу технічного стану технологічного обладнання;
- накопичення інформаційної бази, що містить відомості по технологічному обладнанню і його історії, з метою наступного переходу до виконання йому ТО й ремонтів за станом;
- точної оцінки потреби в матеріалах і комплектуючих, своєчасного їх замовлення й постачання, з метою виключення простоїв у роботі технологічного обладнання.

Основні завдання, які повинні вирішуватися за допомогою АРМоб представлені на рис. 3.

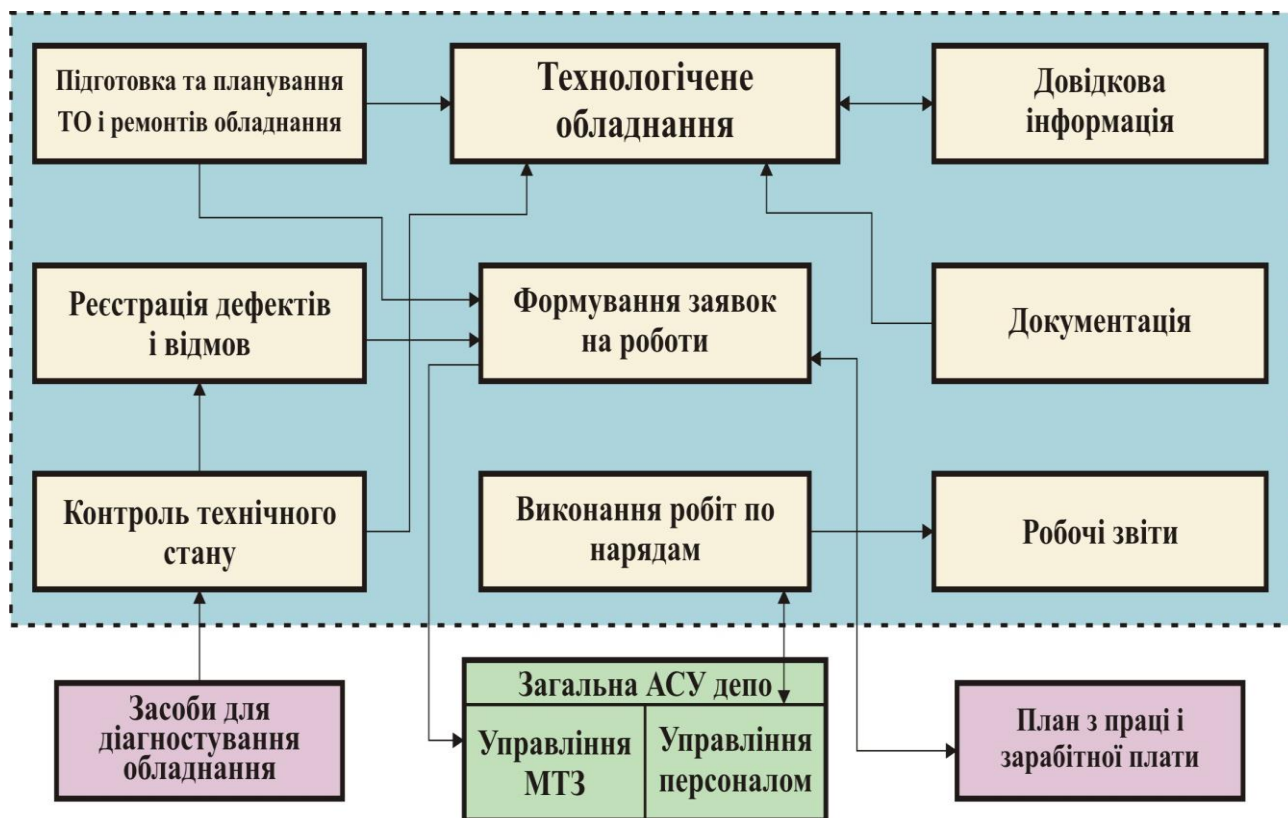


Рис. 3. Структура АРМоб

Доопрацьована методика управління раціональними періодами визначення технічного стану технологічного обладнання за допомогою АРМоб, яка ставить своєю ціллю поступовий перехід від планово-попереджувальної до планово-діагностичної системи технічних обслуговувань і ремонтів, що дозволяє, у свою чергу, застосовувати різні запропоновані стратегії з обслуговування та проведення контрольно-діагностичних робіт.

На основі запропонованого АРМоб (на прикладі енерготехнологічного обладнання) визначена економічна ефективність його модернізації за різними варіантами.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі комплексно вирішена науково-прикладна задача вдосконалення системи управління утриманням технологічного обладнання для технічного обслуговування і ремонту тягового рухомого складу на основі створення сучасних інформаційних технологій щодо покращення його технічного стану та ефективності використання.

Отримані результати дозволяють зробити наведені нижче висновки.

1. Досліджений розвиток та сучасні підходи до реалізації управління утриманням технологічного обладнання показав, що на даний час застосовуються в основному застарілі методи управління, які потребують застосування нових інформаційних технологій.

2. Проведений аналіз, з точки зору інформаційних технологій, діючих систем управління, виявив, що для управління утриманням технологічного обладнання потрібна гнучка система, яка включає до себе передовий досвід застосування автоматизованих робочих місць (АРМоб).

3. Проведені дослідження, визначені та обґрунтовані основні напрямки розвитку автоматизованих систем управління. Розглянуто призначення та формування АРМоб, яке включає опис основних характеристик, необхідних засобів захисту, надійності функціонування й відновлення системи в збійних ситуаціях.

4. Створені інформаційні характеристики використання технологічного обладнання на основі запропонованих коефіцієнтів: зносу, придатності, оновлення, вибуття з експлуатації та ступеню завантаженості, за якими можна визначати його технічний стан, терміни обслуговування та обсяги регламентних робіт.

5. Визначена діагностична цінність інформації для АРМоб, що заснована на ймовірнісному критерії Байєса і спеціальних ознаках. За отриманими залежностями запропоновано визначати діагностичну цінність обстеження як основу для інформаційного забезпечення АРМоб.

6. Розроблена узагальнена методика управління забезпеченням технологічного обладнання запасними частинами. Запропоновані 7 варіантів структур та розкриті їх основні характеристики. Отримані залежності дозволяють визначати потік заявок та необхідну достатність кількості запасних частин.

7. Формалізована математична модель визначення готовності технологічного обладнання на основі теорії марківських процесів. Створений граф переходів, початкові умови і отримані залежності дають змогу визначати технічний стан технологічного обладнання. На основі цього отримані коефіцієнти використання й готовності, які наприклад, для станка КЖ-20М відповідно складають 0,73 і 0,86.

8. Запропонована та обґрунтована класифікаційна інформаційна структура АРМоб, де класифікатори слугують для розподілу технологічного обладнання за призначенням, постачанням запасних частин, трудомісткістю обслуговування та використанням.

9. Удосконалена методика визначення та управління раціональними періодами контролю і діагностування технічного стану технологічного обладнання, яка передбачає перехід від планово-попереджувальної до планово-діагностичної системи технічних обслуговувань і ремонтів.

10. Визначена економічна ефективність модернізації енерготехнологічного обладнання, за якою вибраний варіант має найнижчі строки окупності – 2,9 року при коефіцієнті дисконтування 12% на рік.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні, які внесені у перелік ВАК України:

1. Данько, В.М. Оцінка економічної ефективності модернізації енергетичного обладнання локомотивних депо [текст] / В.М. Данько // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. - №108. – С.44-50.

2. Данько, В.М. Застосування ексергетичного методу для оцінки ресурсозбереження у локомотивному депо [текст] / О.Б.Бабанін, В.М.Данько // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. - №107. – С.197-203.

3. Данько, В.Н. Выбор оптимальной стратегии обслуживания и ремонта технологического оборудования локомотивных депо [текст] / А.Б.Бабанин, В.Н.Данько // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ: СУНУ, 2010. - №1(143). – С.14-21.

4. Данько, В.М. Визначення раціональних періодів контролю технологічного обладнання локомотивних депо [текст] / О.Б.Бабанін, В.М.Данько // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. - №113. – С.68-75.

Додаткові:

1. Данько, В.Н. Математическое моделирование, как способ оценки технического состояния оборудования локомотивных депо [текст] / А.Б.Бабанин, В.Н.Данько // Транспортні інновації. – 2010. - №6. – С.14-20.

АНОТАЦІЯ

Данько В.М. Удосконалення системи управління утриманням технологічного обладнання для технічного обслуговування і ремонту тягового рухомого складу. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів; Державне підприємство "Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту України", Київ, 2011.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі - підвищення ефективності системи утримання технологічного обладнання для технічного обслуговування і ремонту тягового рухомого складу.

Досліджений розвиток та сучасні підходи до реалізації АРМоб з управління утриманням технологічного обладнання. Визначена діагностична цінність інформації для АРМоб на основі ймовірнісних критеріїв, розроблена узагальнена методика розрахунку поповнення запасів запасних частин та формалізована модель визначення готовності технологічного обладнання. Запропонована класифікаційна інформаційна структура АРМоб на основі задач, які повинні вирішуватися в ході виробничого процесу. Визначена економічна ефективність модернізації технологічного обладнання за різними варіантами обсягів та розрахована оцінка термінів її окупності.

Ключові слова: готовність, запас, інформація, система, структура, технологічне обладнання, управління, утримання.

АННОТАЦІЯ

Данько В.Н. Усовершенствование системы управления содержанием технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - подвижной состав железных дорог и тяга поездов; Государственное предприятие "Государственный научно-исследовательский центр железнодорожного транспорта Украины", Киев, 2011.

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-прикладной задачи - повышению эффективности системы содержания технологического оборудования.

Исследовано историческое развитие и современные подходы по реализации управления содержанием технологического оборудования.

Рассмотрена организация обслуживания технологического оборудования за рубежом и выявлены основные закономерности зарубежных систем управления. Проанализированы зарубежные системы управления MRP, MRP-II, ERP, EAM и CMMS, выявлены их как

достоинства, так и недостатки.

Рассмотрено назначение и формирование автоматизированного рабочего места (АРМоб), а также его основных составных частей.

Предложены информационные характеристики использования технологического оборудования в виде специальных коэффициентов: износа, пригодности, обновления, выбытия из эксплуатации и степени загруженности.

Определена диагностическая ценность информации для АРМоб, которая основана на критерии Байеса. Она предусматривает определение диагностической ценности информации с помощью специальных признаков. Определен диагностический вес этих признаков, раскрыта связь их проявления и отсутствия на основе отказов в работе технологического оборудования.

Разработана обобщенная методика управления обеспечением технологического оборудования запасными частями. Предложены 7 вариантов структур, которые наиболее часто применяются на практике и раскрыты их основные характеристики.

Формализована математическая модель определения готовности технологического оборудования, которая основана на теории марковских процессов. Составлен граф переходов технологического оборудования, заданы начальные условия, определены зависимости вероятностей, с которыми данное оборудование находится на каждом шаге рассмотренного перехода, а также получены зависимости коэффициентов его использования и готовности.

Предложена структура АРМоб, сформированная на основании предложенных информационных задач, которые должны решаться в ходе производственного процесса. Основу ее составляют разработанные информационные классификационные формы пользователей.

Доработана методика определения и управления рациональными периодами контроля и диагностирования технического состояния технологического оборудования, которая ставит своей целью постепенный переход от планово-предупредительной к планово-диагностической системе технических обслуживаний и ремонтов.

На примере энерготехнологического оборудования определена экономическая эффективность его модернизации по различными вариантам.

Ключевые слова: готовность, запас, информация, система, содержание, структура, технологическое оборудование, управление.

THE SUMMARY

Danko V.M. Improvement of a control system by the maintenance of the process equipment for maintenance service and repair of a traction rolling stock. – Manuscript.

The dissertation on scientific degree of a Cand.Tech.Sci. by specialties 05.22.07 - rolling stock of railways and draft of trains; State enterprise "State research center of a railway transportation of Ukraine", Kiev, 2011.

Dissertational work is devoted to the decision of an actual scientifically-applied problem - to increase of a system effectiveness of the maintenance of the process equipment for maintenance service and repair of a traction rolling stock.

Development and modern approaches to realization of an automated workplace on management of the maintenance of the process equipment is investigated. Diagnostic value of the information for an automated workplace on the basis of likelihood criteria is certain, the generalized design procedure of updating of stocks of spare parts is developed and the model of definition of readiness of the process equipment is formalized. The classification information structure of an automated workplace on the basis of problems which should be solved during production is offered. Economic efficiency of modernization of the process equipment by different variants of volumes is certain and the estimation of terms of its recumbent is calculated.

Keywords: readiness, stock, information, system, maintenance, structure, process equipment, management.

Данько Володимир Миколайович

УДК 658.58.012.2: 623.004.67

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
УТРИМАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ
ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ
ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

ас. О.С.Коваленко

Підписано до друку _____ 2011р. Формат паперу А5
Папір для тиражувальних апаратів, друк на різнографі
Умовн. – друк. арк. 0,9. Обл. – вид. арк. 1,1
Замовлення № _____. Тираж 100 прим.

Видавництво УкрДАЗТу. Свідоцтво ДК №2874 від 12.06.2007р.
Друкарня УкрДАЗТу, 61050, м. Харків, пл. Фейєрбаха, 7