

УДК 629.488

**АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМ  
ОБСЛУГОВУВАННЯМ ТА РЕМОНТОМ ЛОКОМОТИВІВ****Гончаров О.М., Вихопень І.Р.****AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR MAINTENANCE  
AND REPAIR OF LOCOMOTIVES****Honcharov O., Vykhopen' I.**

*У статті представлено описання досвіду зарубіжних компаній виробників локомотивів та операторів залізничних перевезень щодо покращення організації технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу в депо, шляхом запровадження автоматизованих систем моніторингу їх технічного стану, збору та обробки отриманих даних. Представлено структурну схему можливого варіанту програми організації ТОР тягового рухомого складу адаптованої до реалій залізничного транспорту України.*

**Ключові слова:** електронний паспорт, технічне обслуговування, ремонт, тяговий рухомий склад.

**Вступ.** Виходячи із наявного значного досвіду використання планово-попереджувальної системи технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу, очевидними виявляються її недоліки, які значним чином впливають на результати роботи локомотивних депо, в основному це значні обсяги витрат коштів на виконання ремонтів, які не завжди є потрібними, а головне не дають 100%-ву гарантію усунення дефектів, так як об'єм ремонтних робіт строго регламентований.

**Постанова проблеми.** Одним з найважливіших параметрів локомотива, що впливає на якість перевізного процесу є його технічний стан. Його зміна протягом життєвого циклу разом з іншими факторами обумовлює ефективність функціонування залізничного транспорту.

Для підтримання справного технічного стану локомотива використовують систему технічного обслуговування та ремонту (ТОР). В Україні система ТОР регламентується положенням пропланово-попереджувальну систему [1]. Міжремонтні інтервали встановлені в залежності від рекомендацій, що надаються виробником локомотива. Об'єми робіт встановлюються правилами ремонтів затвердженні ПАТ «Укрзалізниця» для кожної серії локомотивів. Існуюча планово-попереджувальна система ТОР не

в повній мірі враховує технічний стан локомотива і як наслідок збільшуються витрати на поточне утримання локомотивів. Тому необхідне запровадження системи автоматизованого корегування пробігів та об'ємів робіт для отримання функціонально-прогресивної динамічної системи керування ТОР.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанню вдосконалення системи ТОР локомотивів присвячено багато публікацій. Частина з них [2,3] направлені на розробку і корегування системи ТОР шляхом використання оптимізаційних моделей з використанням різних критеріїв оптимізації. В основі цих праць закладено планово-попереджувальну систему ТОР та непередбачено динамічне корегування міжремонтних інтервалів та об'ємів планових ТО та ПР.

Проведений аналіз розвитку систем ТОР в різних країнах світу про поступовий перехід від планово-попереджувальної системи ТОР до системи ТОР за фактичним станом [8-10]. При цьому виникає проблема збору та обробки інформації про стан локомотива, прогнозування його зміни та планування постановки локомотива на планові ТО та ПР.

**Мета статті.** Розробка функціональної моделі системи автоматизованого планування ТОР локомотивів.

**Результати досліджень.** На сьогоднішній день введена в експлуатацію електронна картотека тягового рухомого складу з додатком до «АСК ВП УЗ Є» (автоматизована система управління вантажними перевезеннями єдина) за прогнозами постановки на ремонт локомотивів. Ця програма на основі врахування пробігу машин дає можливість прогнозувати, коли і в якому обсязі необхідно проводити їх ремонт і, таким чином, планувати витрачання коштів на ці цілі. Вона передбачає можливість планування як в масштабі всієї країни, так і по кожному конкретному депо або по кожній серії локомотивів. Для систематичного оновлення електронної картотеки ло-

комотивів використовують АРМ ТЧ Тех (автоматизоване робоче місце для введення інформації про стан локомотивного парку). Цим програмним забезпеченням оснащенні локомотивні депо [4,5].

Окрема опція програми - прогноз постановки локомотива на ремонт. Вона сама визначає дату, коли необхідно поставити на капітальний або поточний ремонт той чи інший локомотив. При цьому для аналізу можна задавати будь-які інтервали часу. Таким чином, з'являється можливість прогнозувати, коли саме виникне потреба в ремонті кожного конкретного локомотива. Ці дані можуть бути систематизовані за видами ремонту, депо, серіям, залізницям або в цілому по Укрзалізниці. Для узагальнення цієї інформації програма вибудовує таблицю, яка відображає обсяги ремонтів на три роки вперед з розбивкою по кварталах. На основі виданого нею прогнозу технолог локомотивного депо здатний запланувати ремонтні роботи з подальшим погодженням і затвердженням цих планів на рівні депо, залізниці та Укрзалізниці. Крім того, програма видає різну довідкову інформацію: про нормативних міжремонтних пробігах, собівартості планових ремонтів і т.д.

В АРМ "ТЧ Тех" заведено паспортні дані всього локомотивного парку, модернізації, виконані на кожному локомотиві. Видно, який із локомотивів уже знаходиться на технічному обслуговуванні, а який на нього очікує. Сьогодні АРМ активно використовують для оперативної роботи[6].

Одна з суттєвих переваг системи полягає у тому, що в ній оперативно відображається інформація про експлуатацію локомотива. Недоліком системи є відсутність адаптації до технічного стану локомотива.

Закордонний досвід в галузі керування організацією ТОР демонструє стійку тенденцію переходу від планово-попереджувальної системи до системи ТОР за станом. Безумовним лідером в цій галузі є американська компанія General Electric Transportation (GE) [7], в якій створена комплексна система моніторингу технічного стану тепловозів з ситуаційним Центром моніторингу, що знаходиться на території заводу-виробника локомотивів GE в місті Ері (США, штат Пенсільванія).

Діагностування відбувається за схемою, наведеною на рисунку 1. Під час експлуатації тепловозів бортовий мікропроцесорною системою управління BrightStar безперервно здійснюється аналіз 250 параметрів локомотива. При виявленні інциденту формується код відповідної помилки. Раз в секунду інформація передається по радіоканалу на сервер.

Число кодів проявів відмов перевищує 6 тисяч і постійно поповнюється. При надходженні повідомлення з тепловоза код виводиться на екран одного з вільних фахівців (диспетчерів) Центру Моніторингу для подальшого аналізу і прийняття рішень по готовим до рекомендацій, який формується в міру накопичення досвіду. При заході локомотива в депо і зчитуванні додаткової діагностичної інформації є можливість проаналізувати дані на стаціонарному комп'ютері. Система постійно вдосконалюється.

Таким чином, Центр моніторингу GE являє собою:

- ситуаційний центр, в якому працюють диспетчери, які беруть оперативні рішення за даними бортових МСУ;
- групу програмістів і технологів, супроводжуючих інформаційну систему, в т.ч. розвиваючи її діагностичну функціональність;

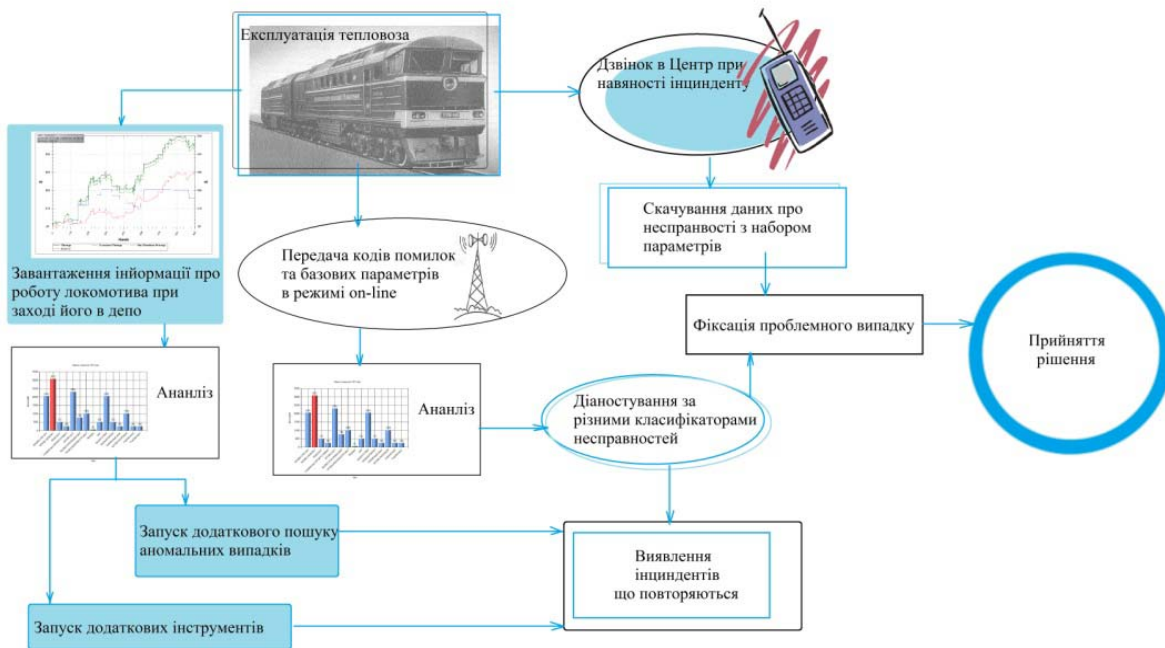


Рис. 1. Система моніторингу General Electric Transportation

-віртуальний центр компетенції, яка формує коригувальні дії за результатами обробки і аналізу діагностичної інформації.

Компанія GE позиціонує свою систему Моніторингу як високоефективну, що дає комплексний ефект 17 тис. доларів на рік (за даними на 2013 р) на локомотив (на контрольований парк в 15 тис. тепловозів – 238 млн. доларів в цінах 2012 року). Ефект від впровадження системи моніторингу в GE досягається комплексно за рахунок підвищення ефективності основних процесів за рахунок інтеграції, зменшення втрат, скорочення аварій і затримок. Повторні ремонти скорочуються на 50%, час пошуку несправності - на 25%, час непродуктивного простою – на 23%.

Аналогічні системи почали запроваджувати інші виробники локомотивів. Зокрема Alstom, Siemens і Bombardier. Запровадження систем керування TOP виробниками локомотивів пов'язане з поступовим переходом до сервісного обслуговування локомотивів яке проводиться за допомогою виробників або спільних підприємств виробників та компаній, що експлуатують локомотиви.

Впровадження нового наукоємного складу з новими системами та вузлами, що недостатньо вивчені в умовах експлуатації на залізницях України необхідно проводити з веденням автоматизованих систем накопичення інформації. Основою такої системи може слугувати досвід закордонних фірм з урахуванням системи експлуатації ТРС України.

Вихідними даними для побудови є інформація про конструкцію та обладнання конкретної секції ТРС. Ці дані зберігаються у технічному паспорті локомотива. Цей документ призначений для того, щоб протягом тривалого життєвого циклу локомотива, що досягає часом 40 - 50 років, фіксувати всі події, що відбулися з ним за цей період, - дані про проведені ремонти, модернізації, заміну основного обладнання та ін., а також значення ключових технічних характеристик самого локомотива і його основного обладнання.

З часів паровозної тяги паспорт локомотива заповнювався вручну спеціально виділеними працівниками депо - паспортистами. При виконанні цих робіт часто негативно позначався людський фактор: допускалися помилки і неточності, не враховувалися всі зміни, що вносяться в конструкцію локомотива в процесі експлуатації. Таким чином, не забезпечувалися повнота даних і достовірність цього документа.

Зараз з урахуванням розвитку комп'ютерної техніки відбувається поступовий перехід до електронного паспорта. Досвід російських залізниць котрі розпочали впровадження електронного паспорта у 2002 році свідчить про доцільність такого кроку. Запровадження відбувалось у наступній послідовності. Спочатку був розроблений пілотний проект електронного паспорта для електровозів ЧС7, що проходили ремонт на Ярославському електровозоремонтному заводі, а потім до кінця 2002 р були розроб-

лені проекти електронних паспортів, що охопили всі основні масові експлуатовані серії локомотивів. Ці проекти були впроваджені в вісімнадцяти базових локомотивних депо: Волховстрой, Орехово, Черняховськ, Горький-сортувальний, Сольвичегодськ, Вологда, Тима-Шевська, Лиски, Поверни, Сарепта, Тюмень, Курган, Карасук, Барабинск, Нижнеудинск, Магдагачи, Хабаровськ, Свердловськ-Сортувальний.

У період з 2002 по 2005 рр. в 102 депо поставлені 112 комплектів електронного паспорта і здійснено переклад паперових паспортів всього приписного парку локомотивів цих депо (в секційних одиницях) на електронні носії.

Виконання цієї роботи вимагало значного часу, так як одним і тим же виконавцем довелося переносити великий обсяг даних, що містяться в існуючих паперових паспортах кожного локомотива, в електронний вигляд і одночасно продовжувати вести паперові паспорти.

Прискоренню впровадження електронного паспорта на всьому полігоні доріг сприяла низка організаційних заходів, вжитих ВАТ «РЖД». Були призначені відповідальні фахівці у всіх локомотивних службах і депо з приписним парком локомотивів. До їх навчання залучили розробників-фахівців ПКБ ЦТ. Крім того, робочі місця паспортистів оснастили необхідними засобами оргтехніки, підготували комп'ютери користувачів для роботи з електронним паспортом.

В результаті вже до кінця 2006 р електронний паспорт був поставлений на всі депо, що мають приписний парк. У локомотивному господарстві завершився етап первинного введення інформації з паперових носіїв в систему «Електронний паспорт локомотива».

У 2007 році ця система була впроваджена на локомотиворемонтних заводах ВАТ «Желдорремаш», ВАТ «Мілор» (Мічурінський тепловозоремонтний завод), а в 2011 р - на локомотивобудівних заводах ЗАТ «Трансмашхолдинг», ВАТ «Сінара - Транспорні машини».

В процесі експлуатації програми «Електронний паспорт локомотива» фахівцями були виявлені наступні проблеми ведення паспортів локомотивів і обладнання:

- розбіжності між відомостями про фактично встановленому на локомотиві обладнанні і зазначеним у паспортах;
- випадки застосування при ремонті комплектуючих з відсутніми паперовими паспортами;
- відсутність знаків ідентифікації на деякому обладнанні (нечитабельні клейма, відсутність табличок виробників і т.п.).

Розпорядженням ВАТ «РЖД» від 25.11.2008 № 2491 р був встановлений порядок усунення зазначених невідповідностей, а з 01.03.2009 р була повністю заборонена видача локомотивів і локомотивного обладнання з ремонту без знаків ідентифікації та з паспортами-дублікатами, в яких була відсутня будь-яка інформація про пристрій.



Рис. 2. Автоматизована система обліку та корегування ТОР локомотивів для УЗ

Крім того, необхідно відзначити, що ця програма має всі переваги автоматизованих систем обліку. В першу чергу, це можливість здійснення оперативного моніторингу стану тягового рухомого складу та обладнання, що дозволили вперше оцінити реальну вікову структуру обладнання, що знаходиться в експлуатації.

Електронний паспорт локомотива має також широкими можливостями для автоматичного формування звітності на підставі наявних даних. Так, в 2010 р. введений в експлуатацію автоматизований звіт (ТО-3) про результати використання технічних засобів лубрикації для зниження зносу бандажів колісних пар і збільшення ресурсу бандажів. Таким чином накопичення інформації про надійність вузлів та агрегатів локомотивного парку накопичується не по дослідним групам а по всьому паку одночасно. Завдяки встановленим даним було скоректовано розрахунок зносу бандажів колісних пар в частині, що не регламентована методикою розрахунку показників зносу поверхні кочення коліс РД 32.143-99.

Наступним етапом було створення автоматизована система про запас та стан запасних вузлів. Вона дозволяє в автоматичному режимі відслідковувати кількість справного і несправного обладнання, що вимагає різних видів ремонту, рух обладнання між ремонтними підприємствами локомотивного комплексу і ін.

На базі даних електронного паспорта розроблена автоматизована система «Облік і контроль пристроїв безпеки і мікропроцесорних систем управління», що дозволяє дорожнім центрам по ремонту приладів безпеки і локомотивним депо оперативно складати графіки повірки, забезпечувати виконання регламентних ТОР, своєчасно попереджати, прогнозувати і виключати настання можливих відмов пристроїв безпеки.

Для підвищення якості інформації, що зберігається і персоналізації відповідальності в електрон-

ний паспорт локомотива вводиться електронний цифровий підпис. Це дозволить юридично підтвердити внесені відомості і в подальшому перейти на безпаперову роботу.

Запровадження електронного паспорта та автоматичне його ведення разом з АРМ ТЧ Тех дозволить сформувати автоматизовану систему обліку та корегування ТОР локомотивів з урахуванням умов експлуатації та фактичного стану обладнання.

Схема такої системи для залізниць України приведена на рисунку 2.

**Висновок.** Враховуючи сучасні тенденції розвитку залізничного транспорту, що спрямовані на інтеграцію в систему транспорту Європи, варто звернути увагу на переваги використання автоматизованої системи організації ТОР тягового рухомого складу в локомотивних депо.

#### Л і т е р а т у р а

1. Електронне "досьє" на локомотив / ЛЬВІВСЬКИЙ ЗАЛІЗНИЧНИК. — 15 березня 2013 р. — 2 с.
2. Коновалов Д. Времяремонтазначиткомпьютер. / газета "Магістраль". — 10.08.11.
3. Электронный паспорт локомотива: преимущества и перспективы. / журнал Локомотив. — 10.2012.
4. Лакин И.И. Мониторинг технического состояния локомотивов по данным бортовых аппаратно-програмных комплексов. / [текст] // Дисертація. — М. 2016. — С. 11-42, 175-178.
5. Лакин И.И. Мониторинг технического состояния локомотивов по данным бортовых аппаратно-програмных комплексов. / [текст] // Автореферат. — М. 2016. — С. 3-6, 20-21.
6. Перминов В.А. К вопросу совершенствования планово-предупредительной СТОР / [текст] / Е.Е. Белова, Н.В. Атлетов, И.Э. Нестеров // журнал «Техника железных дорог». — №2 (18) май 2012. — С. 28-32.
7. Абрамов А.А. Современные системы автоматизированного управления перевозками (функциональные

возможности АРМ)./[текст] / Г.М.Биленко // учебное пособие. — М.2002. — С. 33-42, 110-123.

8. Sanjiv A. Patel Intelligent decision support system for diagnosis and maintenance of automated systems / [текст] / Sanjiv A. Patel, Ali K. Kamrani. // Computers & Industrial Engineering. — Volume 30, Issue 2, April 1996. — P. - 297-319.
9. Anil Varma ICARUS: design and deployment of a case-based reasoning system for locomotive diagnostics. / [текст] / Anil Varma, Nicholas Roddy // Engineering Applications of Artificial Intelligence. — Volume 12, Issue 6, December 1999. — P. - 681-690.
10. Y. Larroche. SEPIA: A real-time expert system that automates train route management / [текст] / Y. Larroche. R. Moulin. D. Gauyacq. // Control Engineering Practice. — Volume 4, Issue 1, January 1996. — P. - 27-34.

#### References

1. Electronic "dossier" on the locomotive. L'VIVS'KYY ZALIZNYCHNYK. / - 15 March 2013 – P. 2.
2. D. Konovalov .Time assign computer repair. / newspaper "Mahistral". — 10.08.11.
3. Electronic locomotive passport: advantages and prospects. / Journal Locomotive. — 10.2012.
4. I.I. Lakin. Monitoring of technical condition of locomotives according to onboard hardware-software systems. / [Text] // Dissertation. - M.2016. - P. 11-42, 175-178.
5. I.I. Lakin. Monitoring of technical condition of locomotives according to onboard hardware-software systems. / [Text] // Abstract. - M.2016. - P. 3-6, 20-21.
6. V.A.Perminov. On the issue of improving the preventive warning STOR / [text] / E.E.Belova, N.V. Atletov, I.Je. Nesterov // Journal «Технік аз жеleznyh dorog». — №2 (18) May 2012. — S. 28-32.
7. A.A. Abramov .Modern systems of automated transportation management (functional capabilities of workstations). / [Text] / G.M.Bilenko // Training manual. - M.2002. - P. 33-42, 110-123.
8. Sanjiv A. Patel Intelligent decision support system for diagnosis and maintenance of automated systems / [текст] / Sanjiv A. Patel, Ali K. Kamrani. // Computers & Industrial Engineering. — Volume 30, Issue 2, April 1996. — P. - 297-319.
9. Anil Varma ICARUS: design and deployment of a case-based reasoning system for locomotive diagnostics. / [текст] / Anil Varma, Nicholas Roddy // Engineering Applications of Artificial Intelligence. — Volume 12, Issue 6, December 1999. — P. - 681-690.
10. Y. Larroche. SEPIA: A real-time expert system that automates train route management / [текст] / Y. Larroche. R. Moulin. D. Gauyacq. // Control Engineering Practice. — Volume 4, Issue 1, January 1996. — P. - 27-34.

#### **Гончаров А.Н., Вихопень И.Р. Автоматизированная система технического обслуживания и ремонтом локомотивов.**

*В статье представлены описание опыта зарубежных компаний производителей локомотивов и операторов железнодорожных перевозок по улучшению организации технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава в депо, путем введения автоматизированных систем мониторинга их технического состояния, сбора и обработки полученных данных. Представлены структурную схему возможного варианта программы организации ТОР тягового подвижного состава адаптированной к реалиям железнодорожного транспорта Украины.*

**Ключевые слова:** электронный паспорт, техническое обслуживание, ремонт, тяговый подвижной состав.

#### **Honcharov O., Vykhopen' I. Automated control system for maintenance and repair of locomotives.**

*The article describes the experience of foreign companies engaged in building modern locomotives and companies of railway transport operators to improve the organization of maintenance and repair of traction vehicles in depot conditions by introducing automated monitoring systems for their technical condition. The main task of these systems is the collection, storage, accumulation and processing of data obtained as a result of repair work on the current types of repairs, diagnostics and performance of technical inspection. The end result of the operation of these systems is the presentation of conclusions regarding the terms in days, the amount of mileage of locomotives in kilometers, or the operating time in locomotive hours, until the next event of the locomotive in the depot for the purpose of routine maintenance or technical inspection. In addition, it is possible to predict the specific amount of work for future repairs.*

*The structural scheme of a possible variant of the program of organization of the TOR of traction rolling stock adapted to the realities of the railway transport of Ukraine is presented.*

**Keywords:** electronic passport, maintenance, repair, traction rolling stock.

**Гончаров О.М.** – к.т.н., доцент, начальник науково-дослідного відділу рухомого складу філія «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

**Вихопень І.Р.** – асп., кафедра «Експлуатація та ремонт рухомого складу», Українського державного університету залізничного транспорту, e-mail: [crownwick@bigmir.net](mailto:crownwick@bigmir.net).

Рецензент: д.т.н., проф. **Марченко Д.М.**

Статья подана 28.03.2017