

УДК 629.423.3



Ігнатів Г.С.
Головний спеціаліст ПАТ «КВБЗ»



Яйковський П.
Директор відділу маркетинга «АТМ РР Sp. з о.о.»



Зюков А.А.
Начальник конструкторського бюро ПАТ «КВБЗ»

СИСТЕМА РЕЄСТРАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ І ДІЙ МАШИНІСТА З БЛОКОМ ЗАХИЩЕНОЇ ПАМ'ЯТІ

Ключові слова: рухомий склад, система реєстрації параметрів і дій машиніста, правовий (юридичний) реєстратор, блок захищеної пам'яті («чорна скринька»).

Вступ та постановка проблеми

Деякі роки тому ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (далі - ПАТ «КВБЗ»), м. Кременчук (Україна), розробив та виготовив два сучасних міжрегіональних електропоїзда серії ЕКр1 для ПАТ «Укрзалізниця», які сьогодні успішно експлуатуються [1].

В конструкції цих електропоїздів були використані сучасні системи безпеки – типу «КЛУБ-У», що виконують запис параметрів шляху, швидкість поїзда, синхронний час та інші дані, які після закінчення рейсу можна переглянути і використати у якості бази під час розборки подій та пригод, які виникають під час руху поїзда [2]. Цей пристрій за своїми технічними можливостями значно перевищує

усі подібні системи та пристрої (швидкостеміри тощо), що використовувалися раніше на локомотивах і моторвагонному рухомому складі залізниць.

Багато років назад, на початку розвитку літальних апаратів різного типу, саме наявність великого числа катастроф з падінням літаків та складності визначення причин цих катастроф під час розслідування заставили інженерів задуматися про створення приладів, які б відслідковували параметри роботи двигунів, системи керування та іншого обладнання літального апарата, а також проводили їх синхронний запис – реєстрацію показників роботи пристроїв літака, у тому числі і перемовин льотного екіпажу між собою та наземними диспетчерськими пунктами під час польоту. Важливість цієї ідеї полягає в тому, щоб ці записи можна було прочитати у випадку аварії літального апарата та загибелі екіпажу.

Одним із перших експлуатаційних реєстраторів польотної інформації був пристрій створений французами Юссено і Бодуеном у 1939 р. Він представляв собою багатоканальний світлопроменевий осцилограф – зміна кожного параметра польоту (висоти, швидкості тощо) викликала відхилення відповідного дзеркальця, яке відбивало тонкий промінь світла на рухому фотоплівку. За однією із версій, звідси і прийшла назва «чорна скринька» - корпус самописця був пофарбований в чорний колір для захисту фотоплівки від засвічення. У 1947 році винахідники організували компанію «*Société Française des Instruments de Mesure*», яка стала відомим виробником обладнання, т.ч. і бортових самописців, яка в подальшому влилася в концерн «*Safran SA*».

У 1953 році австралійський вчений Девід Уоррен (рис. 1), який приймав участь у розслідуванні причин катастрофи першого в світі британського реактивного пасажирського лайнера «*De Havilland Comet*», прийшов до думки, що запис перемовин екіпажу в аварійній ситуації міг би значно допомогти в подібних розслідуваннях. Запропонований ним пристрій поєднував в собі параметричний та голосовий самописці (рис. 2) та використовував магнітну стрічку для запису інформації,

що дозволяло використовувати її багаторазово. Реєстратор Уоррена був обгорнутий азбестом і запакований в міцний металевий корпус, звідки можливе інше походження терміна «чорна скринька» - так називають об'єкт, який виконує певні функції, внутрішня структура якого невідома або не принципова.



Рис.1 - Девід Уоррен, винахідник аварійного мовного самописця, з прототипом свого винаходу



Рис.2 - Аварійні самописці: параметричний та мовний

Перший прототип такого пристрою був представлений у 1956 році. За розпорядженням уряду Австралії з 1960 року установка аварійних самописців на усі пасажирські літаки стала обов'язковою. Незабаром це рішення - встановлення самописців для запису перемовин екіпажу і параметричних даних про показники польоту, взяли і інші країни.

Як правило, на повітряне судно встановлюються два бортові самописці: мовний та параметричний. Окрім цього, багато сучасних авіалайнерів мають два комплекти

самописців: експлуатаційний (який не має захисного корпусу, та призначений для контролювання роботи систем і екіпажу після польоту), та аварійний, у міцному герметичному корпусі, які представлені на рис. 3 [3].



Рис. 3 - Авіаційні бортові самописці

В дійсності пристрій, розміщений в кожусі помаранчевого кольору, який називається «чорна скринька», і який зазвичай демонструють по телебаченню, це лише частина системи автоматичної реєстрації параметрів - захищений бортовий накопичувач (далі - ЗБН) інформації. На сучасних літаках зазвичай встановлюється два ЗБН: один з яких реєструє параметри польоту і роботи пристроїв, другий - перемовини екіпажу.

Для збереження даних у випадку катастрофи, пустотілі частини «чорної скриньки» заповнені спеціальним порошком, здатним витримувати температуру горіння авіакеро-

сину (1100 °С). Також, завдяки цьому порошку, температура всередині «ящика» не піднімається вище 160 °С, що дозволяє зберегти усі дані, які містяться у «бортовому самописці».

Військові літаки в цьому плані нічим не відрізняються від цивільних, окрім того, що додатково записуються ще й параметри по роботі зі зброєю (пуск ракет, скидання бомб тощо), параметри роботи навігаційної апаратури та інше. Запис інформації може проводитися на оптичні (фотоплівка) або магнітні (металевий дріт, магнітна стрічка) носії; в останній час почала широко застосовуватися флеш-пам'ять.

В теперішній час «чорна скринька» є обов'язковою для установки на усіх авіалайнерах. Даний пристрій дозволив встановити причини багатьох авіакатастроф по всьому світу та запобігти майбутнім трагедіям.

На початку XXI століття, у зв'язку із розвитком елементної бази та здешевленням електронних компонентів, бортові самописці поступово отримують розповсюдження і в інших областях техніки, зокрема вони почали застосовуватися на водному, залізничному та автомобільному транспорті.

Перший реєстратор, який спеціалісти ПАТ «КВБЗ» встановили на сучасний поїзд для метрополітену, був розроблений спільно з фірмою «MEDCOM», Польща - розробником тягового привода вагонів і системи керування поїздом, а також фірмою «EKE Electronics», Фінляндія - розробником реєстратора.

Фірма «EKE» є одним із світових лідерів у області залізничної автоматики та систем керування поїздами. Вона являється дочірнім підприємством «Групи EKE», приватної фірми, заснованої в 1961 р. у Фінляндії. Сфера її діяльності включає в себе надання рішень зі створення різних електронних залізничних пристроїв, у тому числі і реєстратори подій поїздів типу ER і типу JRU.

В портфель виробів «EKE» входять рішення як для високошвидкісних поїздів, електропоїздів, поїздів метро, так і для трамваїв, пасажирських вагонів та локомотивів. Встановлений на поїзді метро з асинхронним приводом реєстратор типу RMM 2020A (рис. 4) успішно експлуатується у Харківському метрополітені з 2015 р.



Рис. 4 - Реєстратор RMM 2020A (вид спереду і збоку, з відкритою кришкою)

Сьогодні на європейському ринку багато різних фірм, які пропонують багато-функціональні реєстратори для залізничного рухомого складу. Одною з таких фірм є німецька фірма «Deuta Werke». Багатофункціональний реєстратор DEUTA REDBOXpro, який нею виготовляється - є багатофункціональним записуючим пристроєм для рейкових транспортних засобів, і може встановлюватися у будь-якому місці транспортного засобу.

Реєстратор REDBOXpro (рис. 5) забезпечує можливість запису даних для правових вимог, а також для виробничих і експлуатаційних цілей. Реєстратор DEUTA REDBOXpro забезпечує зберігання отриманих даних на внутрішній компактній флеш-карті, а також передачу даних на персональний комп'ютер за допомогою вбудованих USB або Ethernet інтерфейсів. Аналіз даних здійснюється за допомогою програмної обробки ADS 4.



Рис. 5 - Реєстратор DEUTA REDBOXpro та захищений блок пам'яті PMU 23

Опційно, у багатофункціональний реєстратор параметрів руху DEUTA REDBOXpro може мати вбудований графічний дисплей з роздільною здатністю 122x32 пікселів та 16-клавішну плівково-контактну клавіатуру. За допомогою клавіатури можна задавати основні параметри транспортного засобу що контролюється: діаметри коліс, номер транспортного засобу, особистий номер водія/машиніста тощо. У реєстраторі забезпечується конфігурування керування спідометром, лічильником пройденого шляху і змащення гребенів бандажів.

На залізничному ринку протягом останнього десятиліття постійно збільшувався попит на бортові реєстратори подій для пасажирських поїздів, локомотивів, поїздів метро, трамваїв. Оператори запитують все більше й більше реєстраторів, які дозволяють проводити запис окрім швидкості, відстані і часу прямування, інші дані, наприклад команди керування бортових комп'ютерів тощо. Як наслідок, національні органи безпеки багатьох країн в усьому світі вимагають встановлення бортових систем запису подій. Нижче наведені відповідні приклади:

- Федеральна залізнична адміністрація США видала у 2005 році «Остаточний припис 49 CFR, частина 229», у відповідності з яким головні локомотиви усіх поїздів США повинні бути обладнані сумісними реєстраторами подій;

- Міністерство території, інфраструктури і транспорту Японії у 2006 році переглянуло свою Постанову «Shorei» з метою впровадження законних реєстраторів, у відповідності з якою залізничні адміністрації та

перевізники, які мають постійні операційні вимоги, зобов'язані встановлювати тільки законні реєстратори подій на рухомому складі;

- Постанова GM/RT 2472 Об'єднаного Королівства вимагає щоб більшість поїздів, які слідуєть мережею залізниць що контролюються органами керування інфраструктурою, обов'язково обладнувались сумісними реєстраторами поїзних даних;

- Технічна специфікація по функціональній сумісності контрольно-командних систем і експлуатації країн Західної Європи вимагає обов'язкове застосування законних пристроїв реєстрації показників поїздів для слідування трансєвропейською мережею (TEN) (Директива 2008/ 57/ЕС Європейського Парламенту і Європейської Ради) [4].

Міжнародна електротехнічна комісія розробила міжнародний стандарт «Електронне залізничне обладнання – Бортова система запису даних про рух – Частина 1: Технічна специфікація системи», редакція 1.0, який був прийнятий 09.2013 р., як IEC 62625-1 [5].

В доповнення до забезпечення звичайних переваг стандартизації, для залізничних партнерів (наприклад: зменшення витрат), цей стандарт забезпечує наступні переваги:

- надання специфікації всесвітнього законного реєстратора подій з мінімальними вимогами, необхідними для забезпечення функціональної сумісності поїздів, які слідуєть через кордони країн в усьому світі (наприклад: Європа, Азія, США/Канада);

- бортова система запису даних про рух направлена на забезпечення контролю експлуатації поїздів у відповідності з правилами руху,

за допомогою запису подій експлуатації поїздів.

У відповідності з національними законами цей контроль може застосовуватися для досліджень після нещасного випадку або події, або для постійного моніторингу кваліфікації машиніста і його здатності керувати поїздом.

Важливою особливістю сучасних реєстраторів для залізничного транспорту являється те, що вони, як правило, складаються з двох конструкційних частин - звичайного приладового корпусу з конструктивом 19" та блока захищеної пам'яті - конструктивно виконаного двокорпусним, зі спеціальним пристроєм виведення електричного кабелю з'єднання з приладового корпусу реєстратора. Таке виконання реєстратора з окремим блоком захищеної пам'яті (*правова* «чорна скринька») забезпечує збереження записаних параметрів за особливих умов (або аварій): пожежа, падіння транспортного засобу у водойму, вплив дизельного палива, зіткнення з зустрічним транспортом або будівлями [6].

Підводячи підсумок вищевикладеному, можна відмітити, що на залізницях розвинених країн усього світу, з'явилося бажання серйозно відноситися до обладнання локомотивів і моторвагонного рухомого складу, які забезпечують перевезення пасажирів та різних вантажів на магістральних ділянках залізниць, сучасними *правовими* реєстраторами. Стало ясно, що постійний запис показників пов'язаних з рухом поїзду забезпечує ідентифікацію причин та наслідків нештатних ситуацій, завдяки чому ці дані можуть бути застосовані для:

- досліджень режимів роботи вузлів та систем рухомого складу;
- визначення причин нещасних випадків і подій;
- моніторингу відповідних дій машиністів.

Спеціалісти ПАТ «КВБЗ», вивчивши досвід застосування реєстраторів на залізничних транспортних засобах Європи, на договірній основі з розробником системи керування створеного електропоїзда ЕКр1, фірмою

«MEDCOM» (Польща), яка успішно співпрацює з польською фірмою «АТМ РР Sp. z.o.o» - розробником та виробником авіаційних і залізничних реєстраторів, розробили та виготовили два зразки реєстраторів для електропоїзду ЕКр1 з блоками захищеної пам'яті – «чорними скриньками» [7].

Спочатку були розроблені технічні вимоги до реєстратора, які були узгоджені з ПАТ «Укрзалізниця» та, спільно з фірмою «АТМ РР Sp. z.o.o», було розроблено технічне завдання на виріб: RPS4Z-ЕКр1.ТЗ. «Система реєстрації параметрів обладнання и действий машиниста для электропоездов ЕКр1-001 и ЕКр1-002», у відповідності з яким були виготовлені два комплекти реєстраторів.

Позначення реєстратора у конструкторській документації: АТМ-RPS4Z-ЕКр1. Структурна схема «Системи реєстрації параметрів АТМ-RPS4Z-ЕКр1» наведена на рис. 6. Договором співпраці було передбачено передачу розробником комплекту експлуатаційної документації, участь виконавця в установці виготовленого обладнання на електропоїзди, регулювання обладнання та навчання персоналу ПАТ «КВБЗ» і ПАТ «Укрзалізниця». Заключним етапом календарного плану створення реєстраторів було отримання Сертифікатів відповідності від «Інституту колійництва» (Польща) та в системі УкрСЕПРО (Україна).

Розроблений реєстратор складається з двох блоків: приладового блоку реєстратора RP4Z-ЕКр1 (рис. 7) – виконаного в корпусі конструктиву 19", висотою 3U, який встановлюється в приладовій стійці машинного відділення головного вагона електропоїзда. Там же встановлюється і другий блок захищеної пам'яті CPSM1000-U (рис. 8) – «чорна скринька», який з'єднано кабелем з приладовим блоком реєстратора.

Блок захищеної пам'яті CPSM1000U, має два міцних корпуси, один у іншому, виконані за стандартами безпеки: IEEE Std 1482.1-1999. «Стандарт Інституту Інженерів з Електротехніки і Радіоелектроніки (IEEE) на реєстратори подій залізничних транзитних транспортних

засобів»; EN-45545-2. «Залізничне господарство. Протипожежний захист в колісних транспортних засобах. Частина 2: Вимоги до матеріалів та елементів в рамках вогнестійких якостей» [8] та зазначеного вище стандарту ІЕС 62625-1 [5].

Живлення реєстратора здійснюється від бортової мережі електропоїзда постійного струму 24 В. Всередині приладового блоку встановлена акумуляторна батарея резервного блоку живлення, який забезпечує підтримання роботи реєстратора у випадку призупинення роботи бортової мережі живлення (відсутність напруги 24 В), з забезпеченням запису параметрів поїзду протягом 20 – 30 хвилин після будь-якої аварії.

Основний обсяг інформації реєструється реєстратором з комунікаційних ліній зв'язку електропоїзда.

На електропоїзді ЕКр1 це лінії CAN1, CAN2, CAN3, CAN4 та CAN5. Мовні перемовини машиністів фіксуються з різних кабін електропоїзда за допомогою стаціонарних вузлів зв'язку через аналогові входи реєстратора.

Конструкція реєстратора дозволяє здійснювати зчитування записаної інформації з реєстратора наступними двома способами:

- на flash-накопичувач;
- з карти пам'яті типу CF (рис. 9).



Рис. 6 - Структурна схема «Системи реєстрації параметрів АТМ-РР4Z-ЕКр1»



Рис. 7 - Приладовий блок реєстратора RP4Z-EKp1 (передня панель)



Рис. 8 - Блок захищеної пам'яті CPSM1000-U («чорна скринька»)



Рис. 9 - Карта пам'яті формату CF

Для зчитування даних необхідно виконати підготовку flash-накопичувача. Flash-накопичувач повинен мати обсяг не менше 2 Гб і бути відформатованим. Окрім цього, на flash-накопичувачі повинні бути створені окремі каталоги для зчитування даних та для

зчитування аудіоінформації. Додатково необхідно створити в каталогах текстові файли та зазначити період зчитування даних у хвилинах. Заздалегідь підготовлений flash-накопичувач необхідно вставити у роз'єм USB2, розташований на панелі реєстратора, зліва (рис. 7). Зчитування інформації проводиться спеціально навченим персоналом. Подібним чином здійснюється зчитування записаної інформації з карти пам'яті типу CF (рис. 9).

Отримані у результаті запису параметрів руху електропоїзда дані необхідно розшифрувати у прийнятний для аналізу вигляд (таблиці або графіки). Отримавши такі дані, відповідні спеціалісти можуть дати оцінку подіям, які виникли на шляху прямування поїзду, визначити причини, що призвели до нештатної події, оцінити якість роботи машиніста електропоїзда. Розшифрування записів виконується навченими спеціалістами на персональних комп'ютерах, з використанням програми FDS9.

Нижче наведені приклади розшифрованих даних з реєстратора параметрів АТМ- RPS4Z-EKp1.

1. Карта шляху пройденого електропоїздом у реальних географічних координатах. В окремій таблиці відображено необхідні для аналізу параметри руху поїзда (швидкість, час руху тощо) в кожен момент часу його переміщення (рис. 10).

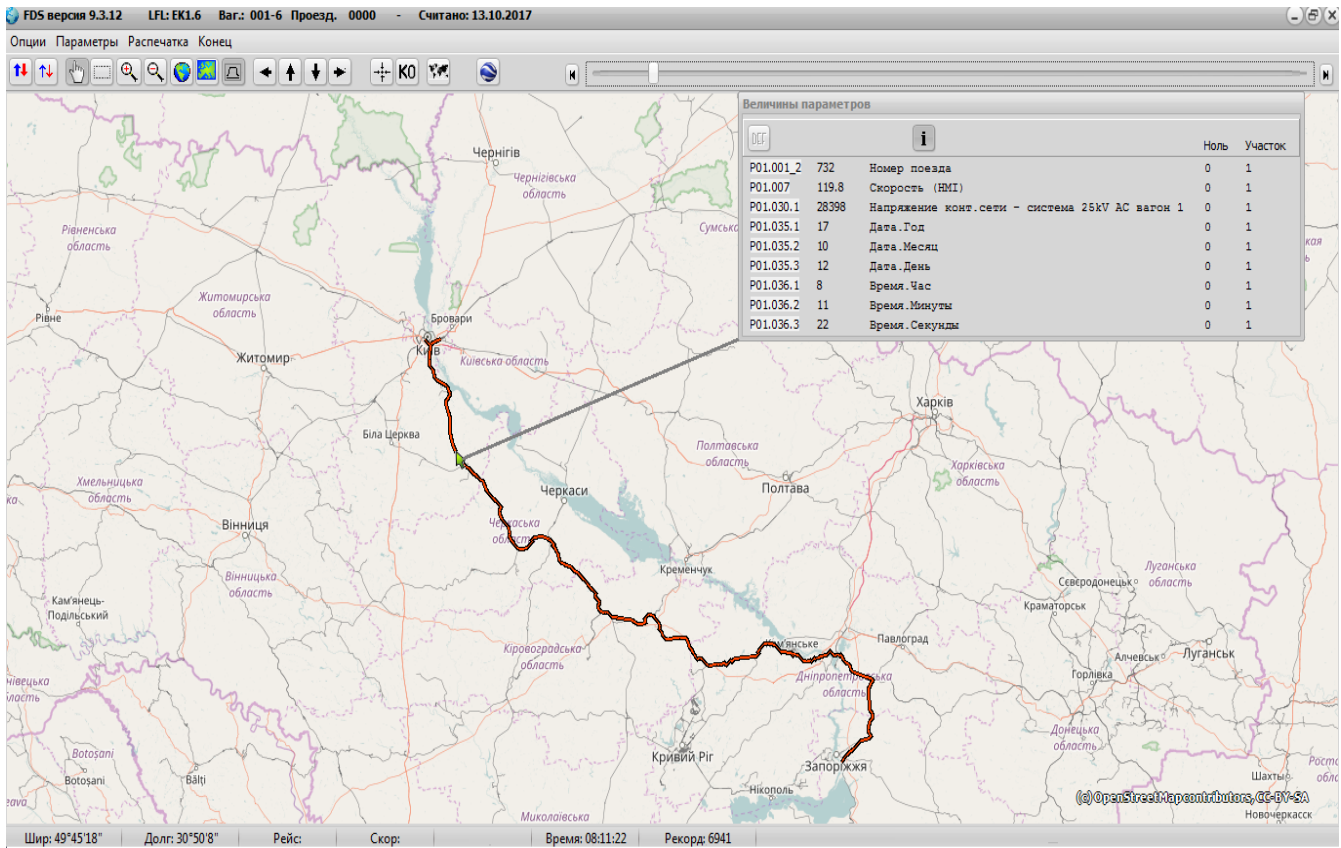


Рис. 10 - Приклад карти пройденого шляху електропоїздом у реальних координатах за даними реєстратора

2. Графічне відображення зміни групи вибраних показників роботи обладнання у будь-якій точці або ділянці руху електропоїзду, з можливістю зчитування значень параметрів

обладнання у будь-який момент часу, в різних масштабах (рис. 11).

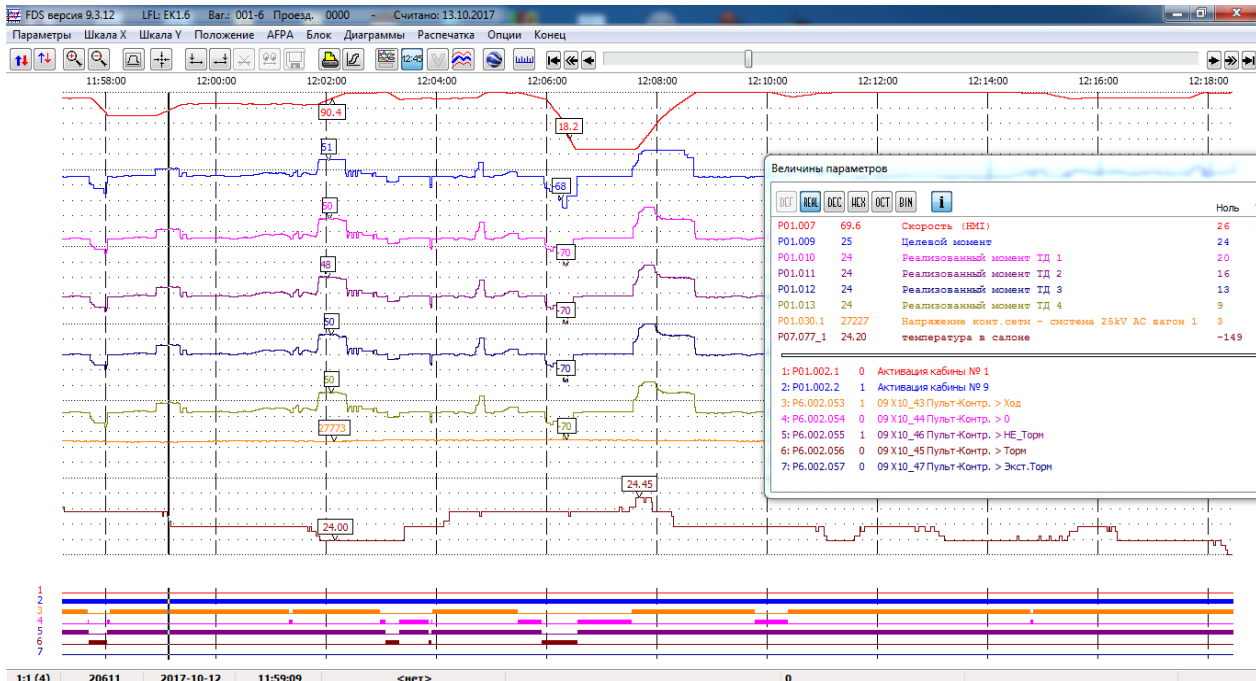


Рис. 11 - Приклад графічного відображення реєстратором показників роботи обладнання електропоїзда

Висновки

1. В Україні розроблені і успішно експлуатуються сучасні системи реєстрації параметрів роботи обладнання залізничних транспортних засобів і дій машиністів в умовах їх експлуатації на залізницях і метрополітенах країни, а також виконано навчання відповідного технічного і експлуатаційного персоналу ПАТ «Укрзалізниця» та ПАТ «КВБЗ».

2. В конструкції створених реєстраторів використані сучасні рішення, які відповідають кращим європейським стандартам щодо цієї техніки, у тому числі вимогам «Директиви 2008/57/ЄС Європейського Парламенту і Європейської Ради».

3. До конструкції реєстраторів включені правові (для юридичного використання) блоки захищеної пам'яті, що забезпечують збереження (читаність) зареєстрованих технічних даних і перемовин локомотивної бригади після впливу на реєстратор надзвичайних факторів – аварій, пожеж, ударів, затоплень тощо.

4. Державним службам України, що відповідають за безпеку залізничних транспортних засобів, необхідно найближчим часом забезпечити надання правового (юридичного) статусу реєстраторам параметрів, з блоками захищеної пам'яті, залізничних транспортних засобів.

5. Замовникам усіх нових локомотивів, електропоїздів, дизель-поездів, рейкових автобусів, самохідної залізничної транспортної техніки, та особливо призначених для експлуатації на швидкостях вище 160 км/год, необхідно включати у технічні вимоги до них і в умови постачання вимоги щодо обов'язкової наявності в конструкціях цих виробів правових (юридичних) реєстраторів.

Література

1. Електропоїзд ЕКр1 двосистемний для міжрегіонального сполучення зі швидкістю 160 км/год. Технічні умови, ТУ У 30.2-05763814-094:2013. – Кременчук : ПКУ, ПАТ «КВБЗ», 2013. – 157 с.

2. Венцович Л.Е. Локомотивные устройства обеспечения безопасности движения

поездов и расшифровка информационных данных их работы: учебник для учащихся образовательных учреждений ж.-д. транспорта, осуществляющих профессиональную подготовку / Л.Е. Венцович. - М.: Маршрут, 2006. - 328 с.

3. Александров В.Г. Справочник авиационного инженера по авиационному и радиоэлектронному оборудованию самолетов и вертолетов : [под ред. В.Г. Александрова] / В.Г. Александров, Б. И. Базанов, А. В. Майоров. - М.: Транспорт, 1978. - 408 с.

4. Директиви 2008/57/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 17 червня 2008 р. про інтероперабельність залізничної системи в межах Співтовариства. Офіційний вісник ЄС, L 191, 2008. – 45 с. – (Стандарт ЄС).

5. Електронне залізничне обладнання – Бортова система запису даних про рух – Частина 1: Тех. специфікація системи, видання 1.0, прийнятий 09.2013 р. : ІЕС 62625-1. – 2013. – 71 с. (Міжнародний стандарт).

6. Стандарт Інституту Інженерів з Електротехніки і Радіоелектроніки (ІЕЕЕ) на реєстратори подій залізничних транзитних транспортних засобів : ІЕЕЕ Std 1482.1-1999. - 1999. – 16 с. (Міжнародний стандарт).

7. Система реєстрації параметрів обладнання і дій машиніста рейкового транспортного засобу. Технічні умови, ТУ У 30.2-05763814-135:2017. - Кременчук: ПКУ, ПАТ «КВБЗ», 2017. – 65 с.

8. Залізничне господарство. Протипожежний захист в колісних транспортних засобах. Частина 2: Вимоги до матеріалів і елементів в рамках вогнестійких якостей: EN-45545-2. – 2013. - 73 с. (Міжнародний стандарт).

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Ігнатів Георгій Сергійович, радіоінженер, головний спеціаліст ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (ПАТ «КВБЗ»), лауреат Державної премії України в області науки і техніки.

A/C 87, м. Кременчук-21, Україна, 39621.
Тел.: +38 067 535 01 21.
E-mail: igs@kvsz.com.

Яйковський Павло,

магістр-інженер, директор відділу маркетингу
фірми «АТМ РР Sp. z o.o.» (Польща).
Nad Wisla 5 A, 04-987 Warszawa Polska.
Тел.: +48 60 124 95 01.
E-mail: atmavio@atmavio.pl;
pawel.jajkowski@gmail.com.

Зюков Андрій Анатолійович,

інженер-механік, начальник бюро технічної
документації служби головного конструктора

пасажирського моторвагонного рухомого
складу проектно-конструкторського управ-
ління ПАТ «КВБЗ».

Вул. Молодіжна, 2а/51, смт. Власівка,
Світловодський р-н, Кіровоградська обл., Укра-
їна, 27552.

Тел.: +38 067 610 97 42.

E-mail: pkuteh3@kvsz.com; pkuteh3@i.ua.



Світова практика показує - інформаційні технології стали основною інфраструктурою бізнесу, тобто лежать в його основі і забезпечують його працездатність. Запорука успішного розвитку організації – це забезпечення належного механізму її управління, який можна реалізувати за допомогою використання сучасних інформаційно-аналітичних систем що дозволяють постійно «тримати руку на пульсі» фінансово-господарської діяльності та в будь-який момент отримувати необхідну інформацію, як для оперативного прийняття управлінських рішень, так і для стратегічного планування.

«ПАМАК» використовує у своїй роботі передові і перевірені часом інструментальні засоби. Ми створюємо високопродуктивні і перспективні рішення, закладаючи надійну інформаційну інфраструктуру для розвитку бізнесу наших Замовників.

Пропонуємо нашим Замовникам комплекси робіт і послуг по впровадженню інформаційно-аналітичних систем управління, систем, що підпадають під концепції – **ERP** (Enterprise Resource Planning - планування ресурсів підприємства) та **EAS** (Enterprise Application Suite - комплексна інформаційна система). В цих системах глибоко опрацьовані завдання автоматизації технологічних процесів і бізнес-процесів виробництва, виробничого і фінансового менеджменту: фінансово-економічних задач, задач планування, управління грошовими потоками, систем бухгалтерського, податкового і управлінського обліку, фінансової, виробничої та статистичної звітності.

Системи розроблені «ПАМАК» впроваджені і функціонують на підприємствах і організаціях транспортної галузі, паливно-енергетичного комплексу, підприємствах комунального господарства, заводах, лікувально-оздоровчих закладах, санаторіях, профспілкових організаціях.

Більш детальна інформація на Інтернет сторінці www.it.pamak.com.ua

ТОВ „ПАМАК”:

Україна, 03150, м. Київ, вул. Предславинська, 35, корп. 21, оф. 501

Тел.: (044) 501-61-59; (044) 501-60-88; зал. тел. 5-37-29.

E-mail: pamak@pamak.com.ua