

УДК 629.4:681.518.5

*Канд. техн. наук Сіроклин І.М.*

*Канд. техн. наук Мороз В.П.*

*Канд. техн. наук Петухов В.М.*

*Д-р техн. наук Каргін А.О.*

### **КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РУХОМОГО СКЛАДУ: НАПІЛЬНІ ПРИСТРОЇ**

*Ключові слова: технології контролю технічного стану, рухомий склад, напільні системи діагностики, комплексний контроль, управління життєвим циклом.*

#### **Вступ**

Безпека руху поїздів значною мірою залежить від технічного стану рухомого складу. Наразі на залізницях України експлуатуються системи контролю технічного стану рухомого складу під час руху, які не відповідають сучасним вимогам. Це підтверджується аналізом публікацій у відомчих журналах та щорічних звітах стану безпеки руху на українських залізницях [1].

Відповідно до цього актуальною задачею є проведення аналізу наявних, а також перспективних світових систем та засобів контролю технічного стану рухомого складу, що потребує розроблення класифікації представлених на ринку систем, яка б ґрунтувалася на вимірювальних технологіях. Така класифікація дасть уявлення про первинну інформацію, яка може бути отримана різного типу датчиками, що є основою переходу до стратегії прогностики та управління життєвим циклом рухомого складу залізниці. Запропоновані підходи є основою створення концепції побудови комплексної системи визначення технічного стану рухомого складу.

Контроль технічного стану рухомого складу та його облік виконується або може виконуватися під час виконання ремонтів; виконання технічних оглядів; проходження автоматичних пунктів контролю; діагностики бортовими системами. Для автоматизації доступу до інформації про технічний стан рухомої одиниці оператори ринку залізничних

перевезень, як правило, впроваджують автоматизовані системи обліку. Ступінь достовірності та актуальності інформації в таких системах здебільшого залежить від ступеня автоматизації вводу інформації до бази даних. Дуже часто, як у нашій країні, так і за кордоном, введення інформації, а також її аналіз, покладено на людину-оператора. Автоматичні пункти контролю найбільш відповідальних вузлів рухомого складу здебільше встановлюються поруч з залізничною колією (стаціонарні, напільні системи) і передають діагностичну інформацію на найближчу станцію та формують відповідний сигнал машиністу. До основних проблем бортових систем діагностики (якщо встановлення таких взагалі можливе), належить складність передачі оперативної інформації на постові системи.

Результати аналізу доповідей міжнародних наукових конференцій за останні три роки показують, що до найбільш актуальних задач удосконалення системи контролю технічного стану рухомого складу належать такі:

- зменшення ролі людини-оператора в прийнятті рішень;
- уніфікація форматів обміну інформацією між операторами ринку;
- оптимізація кількості пунктів технічного контролю та обґрунтування технічних параметрів, що контролюються.

З розгляду визначених задач можна констатувати наявність проблеми необхідності розвитку наукових та технічних основ автоматизованого контролю та обліку технічного стану рухомого складу.

#### **Аналіз досліджень та публікацій**

Класифікація наявних напільних систем контролю технічного стану рухомого складу під час руху в закордонних публікаціях, як правило, являє собою відносно структурований та не достатньо повний перелік цих систем. Відоме ґрунтовне, але досить застаріле дослідження британських учених [2] за 2008 рік, у якому проведено відносну класифікацію систем за контрольованими елементами рухомого складу. Один з останніх аналізів наявних технологій діагностики [3] розкриває можливості використання сучасних засобів вимірювань, але не конкретизує наявні на

ринку системи. Питання класифікації недостатньо висвітлено й у вітчизняних публікаціях [4–7]. Дуже мало публікацій, що представляють розвиток технологій у хронологічному або причинно-наслідковому аспекті [4].

#### **Визначення мети дослідження**

Метою представлених досліджень є систематизація наявних на сьогодні технологій та систем зовнішнього автоматичного контролю технічного стану вузлів рухомого складу під час його руху.

#### **Аналіз основних систем та комплексів контролю технічного стану вузлів рухомого складу під час його руху на залізницях України**

Ретроспектива розвитку вітчизняних систем досить непогано представлена в публікації [4]. Починаючи з 60-х років минулого століття в СРСР було спроектовано перші напільні прилади виявлення аварійно нагрітих букс (ПОНАБ) рухомого складу. Пристрої реагували на перевищення допустимої інтенсивності інфрачервоного випромінювання в контрольній зоні (поверхня букси), Блок лічильників визначав номер вагона та колісної пари з перегрітою буксою і відповідна інформація передавалася на найближчу станцію. Ряд модифікацій пристрою мав наступні позначення: ПОНАБ-1, ПОНАБ-2, а також ПОНАБ-2М і ПОНАБ-3. Остання модифікація випускалася до 1986 року.

У 1978-1982 роках була розроблена система комплексного контролю рухомого складу ДИСК-БКВ-ЦО. Окрім детектора перегрітих букс (Б), система могла бути доповнена підсистемою виявлення дефектів коліс (К) та деталей, що волочуться (В). Для централізації обробки інформації використовувалася відповідна підсистема (ЦО). У 90-х роках минулого століття систему було перероблено на мікропроцесорну елементну базу й доповнено підсистемами виявлення перевантаження вагона (З) та контролю його габаритів (Г). Але необхідно відзначити, що в повній комплектації цей комплекс обладнання встановлювався не часто і найбільш розповсюдженими стали комплектації (Б) та (В). З 1996 по 1999 розроблено комплекс технічних засобів моніторингу (КТСМ-01), шляхом модернізації застарілих моделей обладнання серії ПОНАБ на комплект обладнання, виготовленого на більш сучасній елементній базі. Але

більш прогресивним, з погляду контролю температури буксового вузла, є система КТСМ-02, яка була розроблена після 2000 року. Проте на залізницях Росії, Білорусі, Казахстану найчастіше використовуються КТСМ-01 та ще частково залишаються в експлуатації системи типу ДИСК та ПОНАБ.

В Україні на сьогодні майже 50% усіх наявних систем контролю технічного стану рухомого складу, під час його руху – це системи АСДК-Б [5], що розроблювалися та впроваджувалися починаючи з 90-х років минулого століття. Система досить надійна, проте має недолік. Близько 97% випадків засвічування камери сонячними променями припадає саме на цю систему. Система модернізується (АСДК-БМ), але модернізований варіант не знайшов поки що широкого застосування. Серед вітчизняних розробок слід також відзначити новинку – апаратуру дистанційного контролю рухомих одиниць (АКРО-Б) розробки НВО «Імпульс». Комплект обладнання в цілому аналогічний до системи АСДК-БМ, з кріпленням напільної камери до підшви рейки.

Наразі ведуться наукові дослідження щодо розробки ефективного вітчизняного датчика контролю ударних навантажень на базі акселерометрів [6]. У плані розробки єдиного інформаційного простору для забезпечення автоматизованого контролю технічного стану рухомого складу наявні роботи [7], що знайшли практичну реалізацію у вигляді системи АСК ВП УЗ Е.

#### **Основні закордонні системи температурного контролю стану букс та гальм**

Перші детектори визначення критично нагрітих букс (Hot Box Detector – HBD) були розроблені в США ще в 1956 році [4] компанією Servo Corporation of America. У подальшому аналогічні розробки представили General Elektrik, General Railway Signal та Marine Electric (США), CSEE Transport (Франція), Siemens, Industrie Automatisierung, Signaltechnik GmbH (ФРН), HSDE (Великобританія), TESLA (ЧССР), Fest Alpine (Австрія), East Japan (Японія), Spooe-net (ПАР) [4]. Найбільш розповсюджені на кінець 80-х років минулого століття були детектори компанії Servo. Наразі компанія продовжує працювати та вдосконалювати свої детектори. Так у найбільш поширеній в Україні системі

АСДК-Б застосовуються детектори на основі селеніду свинця саме цієї компанії.

Наразі на ринку присутні закордонні системи, аналогічні до тих, що виробляються в Україні: КТСМ-01Д, КТСМ-02 (РФ), розраховані на швидкість руху рухомого складу (РС) до 160 км/год; компанії SmartScan NG (Southern Technologies, США) [1], яка пропонує окремо однопроменеві датчики й окремо інтерпретатори сигналів; НТК 499 Hot Box Detector System (Harbin VEIC, Китай), на швидкість РС до 240 км/год. [2]; ASDEK/PMZ (Betamont, Словацька республіка та Voestalpine Group, Польща) [8, 9], на швидкість руху РС від 40 до 240 км/год; MULTIRAIL Hotbox detection system (Schenck, ФРГ) [2]; НАНВ (ArnaTech, Індія) [10]. Компанії Micro Hot Bearing Detector (MicroHBD), а також Micro Hot Wheel Detector (MicroHWD) [2], (GE Transportation Systems, США) пропонують комплекти пристроїв для модернізації застарілих систем, що використовують приймачі Servo 9000s, Servo Cyberscans, Harmon Model 75s, DevTronics CMA02s та інших систем, на базі детекторів Servo ACS I/ ACS II.

Сучасні закордонні системи теплового контролю різноманітних зон рухомого складу частіше використовують не одну зону контролю температури, а декілька (5–12 зон), для організації яких застосовують або рухоме дзеркало, або окремі приймачі. Отримані таким чином дані формують матрицю теплового зображення певної зони контрольованого вузла (рис. 1), що робить такі системи більш універсальними і пристосованими до різного типу одиниць РС.

Своєрідним стандартом є наявність не менше двох зон контролю колеса (букса й частина поверхні гальмівного диску для виявлення заблокованих гальм). Часто системи здатні покривати більшу частину колісної пари, для можливості контролю перегріву дискових гальм РС (Pegasus (ITSS, Іспанія) [2], зі швидкістю руху до 500 км/год. Системи FUES, FUES II, FUES-EPOS (GE Transportation Systems, США) [2] і Phoenix MDS (Voestalpine Group, ФРГ) [10] працюють при швидкостях руху РС до 500 км/год, Системи TCCS (Ansaldo STS, Італія) [12] і Unirail NBHW (CAMEA Unirail, Чехія) [9] працюють на швидкостях від 30 до 330 км/год. Таким чином забезпечується конт-

роль стану і буксового вузла, і елементів гальмівної системи РС.

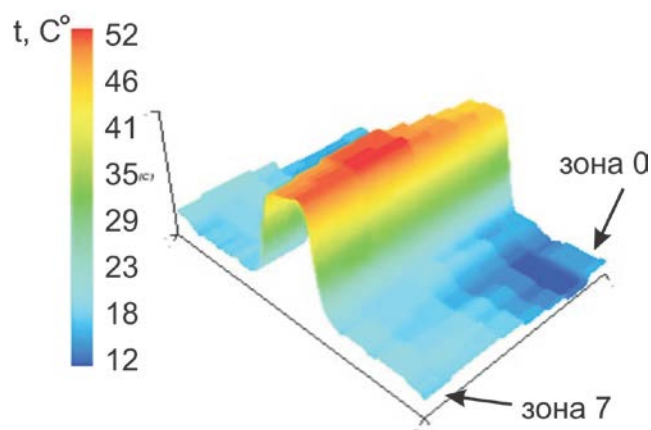


Рис. 1 – Приклад відображення температурного поля букси в системі Pegasus

### Основні закордонні системи контролю поверхні та параметрів кочення коліс

Другими за поширенням у світі, після температурного контролю стану букс та гальм, стали напільні системи контролю поверхні кочення коліс [3]. Найчастіше такий контроль під час руху виконується за допомогою п'єзодатчиків або п'єзоакселерометрів. Ця технологія вже досить непогано зарекомендувала себе (перші системи запроваджені ще в 1983 році в США) й ефективно визначає дефекти глибиною від 1,5 мм. Найбільш поширені у світі такі системи: Wheelchex (DeltaRail (AEA Technology Rail), Великобританія) [2]; Argus (Hegenschidt MFD) [2], підсистема комплексу, яка працює при швидкості руху РС до 150 км/год; WILD (LB Foster Salient Systems, США) [2], для швидкостей руху від 30 до 500 км/год; ASDEK/PMZ (Betamont, Словацька республіка і Voestalpine Group, Польща) [8, 9], на швидкість руху від 40 до 240 км/год; MULTIRAIL WheelScan (Schenck, ФРГ) [2]; WILD (ArnaTech, Індія) [10] та 14 інших систем в Індії.

Ряд систем використовують п'єзодатчики, в поєднанні з акселерометрами (Wheel Condition Monitor – WCM (TrackIQ, Австралія) [13], Phoenix MDS (Voestalpine Group, ФРГ) [10], на швидкість руху РС від 30 до 240 км/год.

Найбільш сучасні системи контролю використовують оптоволоконні датчики [3]: Aguila (ITSS, Іспанія) [2], швидкість руху від

30 до 250 км/год; Unirail FLATWHEEL (CAMEA Unirail, Чехія) [9], швидкість від 30 до 350 км/год; TCCS (Ansaldo STS, Італія) [12], швидкість до 330 км/год.

Основні закордонні системи контролю перевантаженості РС, рівномірності розподілу навантаження по осям, відсутності виляння (рискання) візків вагона діють за допомогою тієї ж технічної бази, що описана в попередньому абзаці. Часто системи зважування РС при його русі пропонують як окреме програмне забезпечення у межах однієї системи для визначення дефектів поверхні катання та ходових характеристик візків: Wheelchex (DeltaRail (AEA Technology Rail) [2], Великобританія); Argus (Hegenschidt MFD) [2], підсистема комплексу на швидкість руху до 150 км/год; HTD (LB Foster Salient Systems, США) [2], на швидкість руху від 30 до 500 км/год; ASDEK/PMZ (Voestalpine Group, Польща) [8], на швидкість руху від 40 до 240 км/год; Wheel Condition Monitor – WCM (TrackIQ, Австралія) [13], у вигляді комбінації акселерометрів та тензодатчиків на швидкість руху РС від 30 до 240 км/год; Phoenix MDS (Voestalpine Group, ФРН) [11]; Truck Perfomens Detector – TPD (PRT, США) [2], як комбінація тензодатчиків та оптичних датчиків встановлених у кривих ділянках колії, що діють на швидкостях руху РС 16–290 км/год; TPD (ArnaTech, Індія) [10]. Також існують системи на основі оптичних датчиків ваги: Aguila (ITSS, Іспанія) [2], на швидкість руху РС від 30 до 250 км/год; Unirail WILD (CAMEA Unirail, Чехія) [9], на швидкість від 30 до 350 км/год; TCCS (Ansaldo STS, Італія) [12], на швидкість до 330 км/год. Перелічені системи віднесено до цієї категорії, оскільки в них існує функція зважування рухомої одиниці.

#### **Основні закордонні системи контролю геометричних параметрів елементів рухомого складу**

Контроль геометричних параметрів залізничного РС на сучасному етапі розвитку технологій досить ефективно здійснюється за допомогою лазерних датчиків. Лазерні системи можуть доповнюватися компонентами на основі технічного зору, з використанням високошвидкісних відеокамер, та забезпечують точність вимірювань від  $\pm 0,2$  мм до  $\pm 0,7$  мм [3] (рис. 2). Одна з найбільш затребуваних задач таких систем – вимірювання

профілю колісних пар. Важливим параметром таких систем є максимальна швидкість руху РС при виконанні вимірювань, на якій система коректно працює, адже часто передбачається облаштування таких систем на коліях перед заходом рухомого складу в депо: TreadVIEW DeltaRail (AEA Technology Rail) [2], Великобританія), для швидкості руху до 10 км/год; Argus (Hegenschidt MFD, ФРН) [2], у вигляді комбінації лазера та механічних вимірювань на швидкість руху до 15 км/год; Model 2000 Wheelset Parametr Measurement and Control Facility EVA Module (Talگو, Іспанія) [2] та Wheel Profile Measurement System (MRX Technologies, Австралія) [2], на швидкість руху до 16 км/год; Laser Measurement and diagnosis System (GHH Radsatz, ФРН) [2] і WheelScan (KLDLabs, США) [2], у комбінації лазера та відеокамер, на швидкість руху до 16 км/год; Trackside Wheel Measurement System (Mer Mec, Італія) [2], у комбінації лазера та відеокамер на швидкість руху до 30 км/год; MULTIRAIL WheelProfileDiagnostics (Schenck, ФРН) [2].

Серед систем, що передбачають можливість вимірювань при швидкості РС до 90 км/год і вище, такі як: WheelView (Beena Vision, США) [14] (рис. 3), на швидкість руху до 140 км/год; FactIS (LynxRail та TTCI Австралія, США) [2], WheelSpec (ImageMap, США) [2] та WheelCheck (Tecnogamma, Італія) [2], на швидкість руху до 95 км/год.

Оптичними методами може бути виміряне все, що доступне для візуально огляду, а сучасні методи відеоаналізу дають змогу автоматично визначати не закриті люки, дефекти кріплення, параметри автозчепів, стан підвагонного обладнання тощо. Наприклад: системи для аналізу технічного стану пантографів PanMon [15]; PantoView (Beena Vision, США) [16], для оцінки на швидкість руху РС до 100 км/год геометричних параметрів автозчепу; для лазерного сканування габаритів рухомого складу, з можливістю побудови 3D-моделі потяга, UnirailDIM (CAMEA Unirail, Чехія) [9], на швидкості до 100 км/год; системи TrainView (Beena Vision, США) [14], на швидкість руху до 100 км/год, і TCCS (Ansaldo STS, Італія) [12], з додатковою функцією – інфрачервоне сканування габаритів на швидкості руху РС до 330 км/год; система «ПАУК» [16] для інфрачервоного сканування підвагонного обладнання РС на швидкості

руху до 30 км/год, з обробкою зображення методами технічного зору.

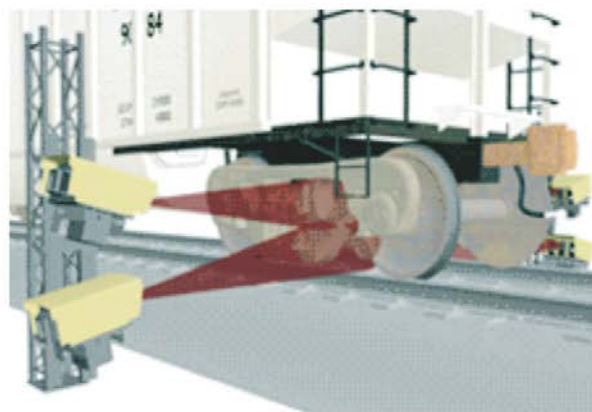
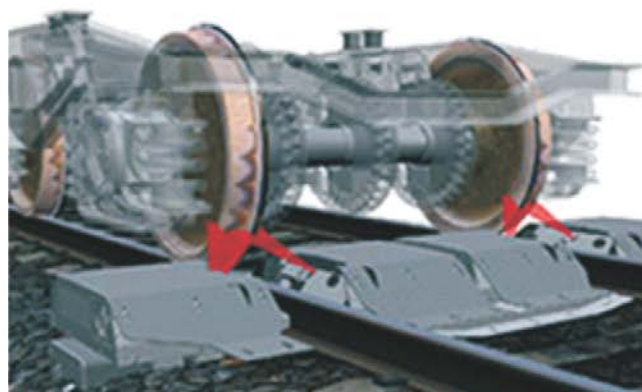


Рис. 2 – Система оптичних вимірювань габаритних показників рухомого складу компанії Veena Vision

Досить поширені системи відеоконтролю гальмівного обладнання: PadView (DeltaRail, США) [2], на швидкість руху до 20 км/год; FactIS (LynxRail та TTCI Австралія, США) [2], на швидкість руху до 95 км/год; Brake block Measurement System (MRX Technologies, Австралія) [2], на швидкість руху до 16 км/год; BrakeView-Shoe (Veena Vision, США) [14], на швидкість руху до 140 км/год; САКМА (ВНИИЖТ, РФ) [16], з контролем геометричних параметрів автозчепу.

Окремо слід відзначити можливість лазерного контролю поверхні катання коліс, що застосовано в системах: Gotcha-QuoVadis (Baas R&D, Нідерланди) [2], на швидкість руху РС до 105 км/год; MATTILD (GE Transportation Systems, США) [2]; TreadView (Veena Vision, США) [14], на швидкість руху до 105 км/год.

На основі лазерних датчиків, що заміряють кут набігання коліс на рейки та положення візків РС і осей їх колісних пар у русі, існує ряд систем здатних виявляти схильні до сходу рухомі одиниці, наприклад: MATTILD (GE Transportation Systems, США) [1]; TBOGI (WID, Канада) [2], на швидкість руху до 300 км/год; FactIS (LynxRail та TTCI Австралія, США) [2], на швидкість руху до 95 км/год.

#### Основні закордонні системи акустичного аналізу

Системи акустичного аналізу [3] найчастіше націлені на раннє виявлення дефектів підшипників (за 1000 км пробігу до руйнації). Серед лідерів ринку є системи RailsQAD (TrackIQ, Австралія) [2], 21 з яких

використовується в США, для швидкостей руху від 30 до 120 км/год та TADS (TTCI, США) [2] (рис. 3), більше 70 яких встановлено на різних залізницях світу, для швидкостей руху від 30 до 100 км/год; ПАК (РФ) [16].



Рис. 3 – Масив мікрофонів системи TADS акустичного контролю стану рухомого складу

Контроль пошкоджень колісних пар РС може здійснюватися в русі з використанням високоточних ультразвукових методів визначення дефектів, однак можливі швидкості руху поїздів для забезпечення достовірних вимірювань досить обмежені. Системи Model 2000 Wheelset Parameter Measurement and Control Facility; DSR Module (Talgo, Іспанія) [2], з комбінацією технічного зору та ультразвукових технологій, Argus (Hegenscheidt MFD, ФРГ) [2], з модулем для визначення дефектів ультразвуковим методом, спроможні працювати тільки на швидкостях руху РС до 15 км/год. Такі системи використовують переважно перед входом у

депо, як частину стаціонарних контрольних процедур.

**Інші системи комплексу контролю рухомого складу під час руху**

Система ідентифікації рухомого складу не належить до систем контролю технічного стану РС, тим не менш її наявність дозволяє значно ефективніше обробляти та зберігати дані, отримані на діагностичних пунктах, тому часто вона пропонується як додаткова опція системи (Phoenix AVI [11], TCCS [2]). Найбільш поширені системи радіочастотної ідентифікації (TransCore, TagMaster [2]), український аналог – САІРС УЗ. Проте консолідованої точки зору щодо їх використання серед Європейських операторів досі не існує. Як варіант пропонуються системи оптичної ідентифікації, наприклад, Unirail OCR [9].

Пристрої контролю деталей, що волочуться за РС, використовуються як доповнення до інших систем. Крім того, на ринку є ряд систем, що аналізують стан навколишнього середовища та здатні попереджати про стихійні лиха (шквальний вітер, піщані бурі,

зсуви ґрунту тощо). Це такі системи, як Phoenix ECM [11] та інші.

Велике різноманіття напільних технічних засобів діагностики РС під час його руху, принципів контролю, виробників відповідного обладнання зумовило необхідність розробки програмних комплексів для узгодження даних від різних компонентів систем контролю, збору, збереження, аналізу даних що отримуються та прогнозування потреби технічного обслуговування РС.

**Системи концентрації і аналізу діагностичної інформації та прогнозування технічного стану залізничного рухомого складу**

Наразі тільки найбільш визнані компанії на ринку неруйнівного контролю технічного стану рухомого складу пропонують комплексні рішення для аналізу даних від різних систем контролю і їх датчиків з урахуванням взаємного впливу виявлених пошкоджень: HealthHub (Almston); Orbita (Bombardier Transportation); EFLEET (SIEMENS) [17]. Це дає змогу більш точно визначати технічний стан засобів транспорту та прогнозувати їх залишковий ресурс (рис. 4).

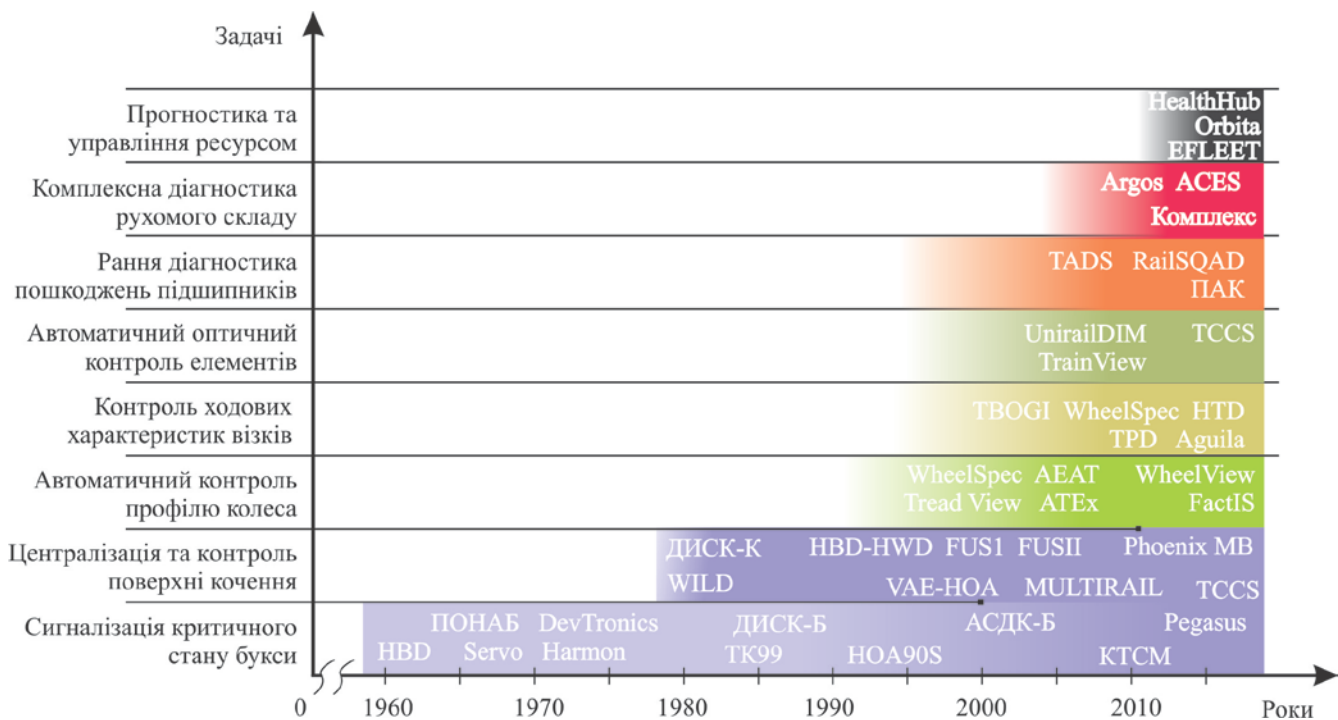


Рис. 4 – Хронологія рішення задач контролю технічного стану

Але більш прогресивним є підхід з об'єднанням зусиль більшості виробників та операторів ринку. Задача кореляції діагностичної інформації від різних систем та різних типів датчиків вирішується наразі дочірньою

компанією Асоціації Американських перевізників, яка ще з 2011 року запустила програму Asset Health Strategic Initiative (AHSI), з метою поєднання заводів-виробників та перевізників.



Керівництво основних австралійських залізниць ще з 2008 року працює над створенням та узгодженням єдиної інтегрованої бази даних під назвою CСMD для розміщення даних з кількох не узгоджених одна з одною систем моніторингу технічного стану рухомого складу. Аналогічна база даних у Європі формується з 2014 року на базі університету Кобленц-Ландау. Створений для цього центр CCRDMT використовує технічну базу групи компаній Voestalpine.

В результаті проведеного аналізу визначено принципи побудови класифікації вітчизняних та світових напільних систем контролю технічного стану залізничного рухомого складу під час його руху (рис.5), що ґрунтуються на зіставленні технологій контролю. Доцільність такої класифікації обумовлена тим, що переважна більшість компаній спеціалізується на певній технології та пропонує рішення для контролю тих чи інших параметрів рухомого складу, виходячи з можливостей використовуваної технології.

#### **Висновки**

Проведений аналіз найбільш поширених та перспективних стаціонарних систем і засобів контролю технічного стану рухомого складу під час його руху, дав змогу запропонувати класифікацію наявних систем, яка ґрунтується на використаній вимірювальній технології. Така класифікація більшою мірою дає уявлення про первину інформацію, що знімається датчиками та може бути використана комплексними комп'ютерно-інтегрованими системами для вдосконалення діагностики та прогнозування технічного стану рухомого складу залізниць. Системи контролю технічного стану рухомого складу під час його руху представлено в хронологічному порядку їх появи відповідно до задач, які вони вирішували.

Визначено останні тенденції в напрямку прогнозування та управління ресурсом рухомого складу залізниць, які аргументують необхідність комплексного підходу до аналізу даних з мережі наявних на коліях стаціонарних пунктів контролю поточного технічного стану рухомого складу, з врахуванням існуючих даних від їх бортових систем діагностики. Це відкриває додаткові можливості раннього попередження відмов складових залізничного рухомого складу, часто без потреби суттєвого нарощування мережі пун-

ктів контролю чи розширення переліку параметрів, що контролюються. Такий підхід потребує розвитку наукових основ прогностики й управління ресурсом рухомого складу та інфраструктури залізниць.

Основою нової концепції побудови комплексної системи визначення технічного стану рухомого складу, прогнозування змін та напрямків управління його ресурсом мають стати галузеві стандарти інформаційної сумісності систем контролю вузлів рухомого складу. Укрзалізниця має унікальну можливість використати закордонний досвід у цьому напрямку і стати піонером у створенні комплексної системи визначення технічного стану рухомого складу та управління його ресурсом.

### Література

1. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2013 році. — Київ : Головне управління безпеки руху : Укрзалізниця, 2014. - 112 с. - (Нормативний документ Міністерства інфраструктури України. Аналіз стану безпеки руху).

2. Identification of existing and new technologies for wheelset condition monitoring : Report for Task T607. / B. Brickle, R. Morgan, E. Smith, [et. al.]. - TTCI Ltd UK RSSB, 2008. - 114 p.

3. Alemi A. Condition monitoring approaches for the detection of railway wheel defects / A. Alemi, F. Corman, G. Lodewijks // Institution of Mechanical Engineers. Proceedings. Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. - 2017. - №231(8). - pp. 961–981.

4. Миронов А. А. Перспективные аспекты создания, совершенствования и модернизации тепловой диагностики перегретых букс / А. А. Миронов // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта : тез. докл. Всеросс. науч.-техн. конф. - Екатеринбург, УрГУПС, 2003. - Том 1. - С. 165–172.

5. АСДК-Б [Електронний ресурс] : ПАО «Прожектор». - 2015. - Режим доступу: <http://www.prozhektor.net.ua/asdk-b/8-asdk-b.html>.

6. Results of the experimental research of dynamic vibration processes of the rail for rolling stocks fault diagnostics / O. Nozhenko,

G. Cherniak, V. Pistec [et. al.] // *Vibroengineering PROCEDIA*. - 2017. - VOL. 13. - pp. 165–170.

7. Жуковицький І.В. Процедура ідентифікації поїздів з використанням інформації АСК ВП УЗ Е / І.В. Жуковицький, О. І. Егоров // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2015. - №6. - С. 61–66.

8. Rolling Stock Monitoring based on the ASDEK/SSD system Experience on the Polish market [Electronic resource] // voestalpine SIGNALING. - 2016. - Mode asess: <http://www.betamont.eu/konferencia/prednasky/14.%20voestalpine%20SIGNALING.pdf>.

9. CAMEA Intelligent Railway Systems [Electronic resource] // CAMEA. - 2016. - Mode asess: [http://camea.cz/underwood/download/files/unirail\\_overview.pdf](http://camea.cz/underwood/download/files/unirail_overview.pdf).

10. Apna Technologies & Solutions (ApnaTech) products [Electronic resource] // Apna Technologies & Solutions. - 2006. - Mode asess: <http://www.apnatech.com/railways>.

11. Phoenix MDS modulares diagnose system [Electronic resource] // voestalpine SIGNALING. - 2018. - Mode asess: [http://www.voestalpine.com/signaling/static/sites/signaling/downloads/produkte/phoenix-mds/voestalpine\\_signaling\\_phoenix\\_mds\\_modulares\\_diagnose\\_system.pdf](http://www.voestalpine.com/signaling/static/sites/signaling/downloads/produkte/phoenix-mds/voestalpine_signaling_phoenix_mds_modulares_diagnose_system.pdf).

12. A novel Fiber Optic Sensing System for Weighing in Motion and Flat Wheel Detections [Electronic resource] // ProMedia Europoint. - 2018. - Mode asess: <https://www.railtech.com/intelligent-rail-summit-2016/wayside-train-monitoring-systems/abstract-andrea-cusano/>.

13. Track IQ Products [Electronic resource] // Track IQ. - 2018. - Mode asess: <http://www.railbam.com.au/products.shtml>.

14. Beena Vision products [Electronic resource] // Beena Vision. - 2018. - Mode asess: <http://www.beenavision.com/products.html>.

15. In Field Implementation of Contactless Wayside Pantograph Monitoring [Electronic resource] // ProMedia Europoint. - 2018. - Mode asess: <https://www.railtech.com/intelligent-rail>



summit-2016/wayside-train-monitoring-systems/abstract-arjan-rodenburg/.

16. Прогрессивные технологии обеспечения безопасности движения поездов и сохранности грузов / [В. А. Гапанович, И. И. Галиев, Ю. И. Матяш, В. П. Клюка].- М: ГОУ "Уч.-метод. центр по образованию на ж.-д. транспорте", 2008. - 220 с.

17. Branimi M. Development of a prognostics and health management system for the railway infrastructure – Review and methodology / M. Brahimi, K. Medjaher, M. Leouatni, N. Zerhouni // Prognostics and System Health Management Conference (PHM-Chengdu). 19-21 October 2016. - Chengdu, China, 2016. – p. 9.

#### **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

##### **Сіроклин Іван Миколайович,**

к. т. н., доцент кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів Українського державного університету залізничного транспорту.  
Пл. Фейербаха, 7, м. Харків, Україна, 61050.

Тел.: +38 057 730 10 32.

E-mail: seroklin.iv@gmail.com.

##### **Мороз Володимир Петрович,**

к. т. н., доцент кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів Українського державного університету залізничного транспорту.

Пл. Фейербаха, 7, м. Харків, Україна, 61050.

Тел.: +38 057 730 10 32.

E-mail: new4vm@gmail.com.

##### **Петухов Вадим Михайлович,**

к. т. н., доцент кафедри вагонів Українського державного університету залізничного транспорту.

Пл. Фейербаха, 7, м. Харків, Україна, 61050.

Тел.: +38 057 730 10 35.

E-mail: hiitwagen@gmail.com.

##### **Каргін Анатолій Олексійович,**

д. т. н., професор кафедри інтелектуальних технологій Українського державного університету залізничного транспорту.

Пл. Фейербаха, 7, м. Харків, Україна, 61050.

Тел.: +38 057 730 10 32.

E-mail: kargin@kart.edu.ua.

#### **НОВИНИ ІНСТИТУТУ**

У другому кварталі поточного року філія «НДКТІ» ПАТ «Укрзалізниця» завершила дослідження по трьом науково-дослідним роботам, звіти за якими зареєструвала в Українському інституті науково-технічної експертизи та інформації і отримала на них державні реєстраційні номери:

- «Розроблення електронних таблиць для визначення питомих витрат на показники експлуатаційної роботи на базі калькуляції собівартості перевезень залізничним транспортом України у відповідності з формами звітності ПАТ «Укрзалізниця» (рег. № 0118U000822);

- «Дослідження та розробка проекту Порядку планування і прогнозування основних показників діяльності ПАТ «Укрзалізниця» (рег. № 0118U000823);

- «Дослідження та розробка проекту Методики бюджетування ПАТ «Укрзалізниця» (рег. № 0118U000824).