

МОЙСЕЄНКО В. І., д.т.н., професор,
ОГАР О. М., д.т.н., професор,
ГАЄВСЬКИЙ В. В., здобувач кафедри СКС
(Український державний університет залізничного транспорту)

Розвиток залізничних цифрових систем та технологій у контексті інженерії 4.0

У статті розглядаються проблеми подальшого розвитку інформаційно-керуючих систем із застосуванням підходів та інструментів «Індустрії 4.0» – хмарних обчислювань, штучного інтелекту, машинного навчання. Розроблено модель прийняття рішень про працездатність системи та можливості безпечної її експлуатації. За рахунок використання цієї моделі можливо створювати інформаційно-керуючі системи з можливістю аналізу власних показників діяльності та дій експлуатаційного та технічного персоналу і на підставі цього корегувати власний алгоритм функціонування.

Ключові слова: інфраструктура залізничного транспорту, інформаційно-керуючі системи, людино-машинний інтерфейс, інженерія 4.0, інтерактивна інтелектуальна взаємодія.

Вступ

Залізничний транспорт є невід'ємною складовою економіки України, європейської та світової цивілізації. Тому еволюція його розвитку на пряму залежить від світових тенденцій.

За все життя людство вже декілька разів змінювалось завдяки науково-технічному прогресу та використанню його результатів. Розвиток техніки й технологій у розвинутих країнах за останній час пройшов декілька етапів, що характеризуються якісними та кількісними змінами не тільки техніки, але й уявлень людей.

Ці процеси не обминули і транспортну галузь, тому їх дослідження є доцільними та актуальними.

Постановка проблеми

Розвиток інфраструктури залізничного транспорту в Україні базується на комп'ютерних інформаційних технологіях та сучасній мікропроцесорній техніці. За останнє десятиріччя значно зріс кількісний та якісний склад інформаційно-керуючих систем, які застосовуються у всіх галузях транспорту. У АТ «Укрзалізниця» використовуються сотні типів автоматизованих робочих місць (АРМ), які розроблялись та впроваджувались різними авторами з ПКТБ АСУЗТ, ГЮЦ, ЮЦ регіональних філій (залізниць), причому їх кількість щорічно збільшується.

Дещо повільніше, але й у галузях, що безпосередньо керують рухом поїздів та відповідають за безпеку руху, почали використовуватися сучасні мікропроцесорні системи централізації (МПЦ), диспетчерські та гіркові централізації. Усі ці нові

розробки мають значно більші функціональні можливості порівняно зі старою технікою та технологіями.

На теперішній час фактично відбувається четвертий етап цього розвитку, який має назву «Індустрія 4.0». Цей етап характеризується глибокими інтеграційними процесами, що все більше витісняють людину з ланки прийняття рішень та інформаційного обміну внаслідок застосування штучного інтелекту, промислового інтернету речей, машинного навчання тощо.

У зв'язку з цим доцільно розглянути тенденції розвитку цифрових засобів керування та інформаційних технологій під кутом сучасних уявлень про побудову та інтеграцію інформаційно-керуючих систем залізничної інфраструктури.

Аналіз досліджень та публікацій

Необхідність інформаційної інтеграції цифрових інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті та проблеми їх подальшого розвитку почали досліджуватися досить недавно. Характерним прикладом може служити робота Мойсеєнка В. І. та Буряковського С. Г. «Інтеграція програмного забезпечення розгалужених телекомунікаційних та інформаційно-керуючих систем» [1], у якій розглянуто вказані проблеми з погляду мікропроцесорних систем керування рухом поїздів. Автори запропонували новий підхід до побудови залізничних систем керування та контролю, що взаємодіють між собою на рівні програмного забезпечення. Однак на той час не існувало надійного та ефективного інструментарію для реалізації цих ідей.

© В. І. Мойсеєнко, О. М. Огар, В. В. Гаєвський, 2019

Розвиток хмарних технологій, що описані в роботах Батура Т. В., Мурзіна Ф. А., Семіча Д. Ф., Richard W. Hamming, Бикова В. Ю., Кадемія М. Ю., дав змогу започаткувати дослідження їх застосування для вирішення завдань, що є критичними до безпечності та конфіденційності [2–8]. Поява перших результатів дослідження з використанням підходів та інструментів «Індустрії 4.0» дала поштовх для започаткування напрямку. Загальну проблематику та вплив новацій на розвиток інформаційно-керуючих систем для промисловості й бізнесу досить докладно відображено у роботах Varoudy K., Kishore S., Nair S., Patel M. та ін. [9, 10]. Особливої актуальності за останні роки набули роботи, присвячені розумним технологіям із застосуванням інтелектуальних, так званих смарт-пристроїв [10, 11]. На жаль, на вітчизняному залізничному транспорті цей напрямок поки що не достатньо розвинений серед науковців.

Визначення мети та задачі дослідження

Дослідження тенденцій розвитку залізничних інформаційно-керуючих систем та інформаційних комп'ютерно-інтегрованих технологій у контексті інженерії 4.0.

Виклад основного матеріалу

Незважаючи на істотні зміни, що відбуваються у багатьох промислових галузях, існуючі на залізничному транспорті інформаційно-керуючі системи не відповідають повною мірою вимогам часу. На сьогоднішній день невирішеною ще залишається ціла низка питань, але найбільш гострими є:

- велика різноманітність інформаційних систем;
- ручне введення інформації;
- недостатня типізація використовуваних рішень;
- мала потужність, а в деяких випадках відсутність дата-центрів і нестача аналітичних додатків.

Розглянемо у цьому аспекті принципи побудови та технологію функціонування сучасних мікропроцесорних систем керування рухом поїздів. За технічними характеристиками це досить потужні та багатофункціональні комплекси, що мають дуже широкі функціональні можливості порівняно з існуючими технічними засобами. Але виникає питання: чи повною мірою використовуються ці нові можливості?

Сучасні цифрові інформаційно-керуючі системи повинні відповідати таким вимогам:

- автоматизація наскрізних комплексних інформаційних технологій, що повністю підтримують бізнес-процеси галузі;
- орієнтування на найбільш передові програмно-технічні засоби і сучасні мережі передачі даних;
- максимальне усунення «людського фактора» за рахунок автоматичного введення даних;

- застосування засобів аналітичної обробки інформації для підтримки прийняття рішень;
- побудова на базі оптимізаційних та імітаційних моделей.

Однак огляд функцій цифрових систем, які експлуатуються на залізничному транспорті, показує, що вони здебільшого просто копіюють ідеологію старих релейних систем. Різниця переважно в тому, що сам перелік функцій стає більшим, але ідеологія функціонування принципово не змінилась.

По-перше, інформаційна взаємодія системи керування з іншими автоматизованими системами керування (АСК) будується за ідеологією старих систем.

По-друге, принципи взаємодії з персоналом також принципово не змінились. При введенні команд керування так само, як і в режимі видачі контрольної інформації, практично відсутній режим діалогу з оператором, а якщо він і існує, то відбувається з мінімальними можливостями.

У той же час залізнична інфраструктура й технологічний процес її функціонування поєднані на основі системного підходу і працюють у комплексній взаємодії всіх компонентів. Очевидним є те, що аналогічний підхід має бути використаний і при організації взаємодії та функціонування сучасних мікропроцесорних інформаційно-керуючих систем.

Як приклад розглянемо технологію видачі попереджень на залізничному транспорті з використанням автоматизованої системи видачі та відміни попереджень на поїзди (АС ВВП-УЗ-Є) без застосування телеграфного зв'язку (рис. 1).

Технологія автоматизованої видачі попереджень передбачає надходження заявок з місць зародження на станції видачі попереджень та в Дорожні центри управління з перевезення вантажів і пасажирів (ДЦУ). Система АС ВВП-УЗ-Є дає змогу друкувати сформовані бланки на будь-якому робочому місці, яке обладнано АРМ АС ВВП.

Працівники причетних структурних підрозділів господарств, що мають право подачі заявок на встановлення попереджень, передають їх телефоном чи іншим установленим порядком безпосередньо диспетчеру (інженеру з безперебійної роботи, змінному інженеру) відповідного структурного підрозділу, де вони фіксуються в журналах реєстрації поданих заявок і повідомлень. Відповідальні працівники дистанцій ведуть звірку діючих попереджень на відповідність їх кількості та змісту методом порівняння. Також треба пам'ятати, що всі заявки подаються письмово, телефонограмами (вимоги розділу 17 Інструкції з руху поїздів та маневрової роботи на залізницях України) та існує значна кількість копій, що видаються керівникам робіт, та розписок, які підтверджують прийняття заявок.

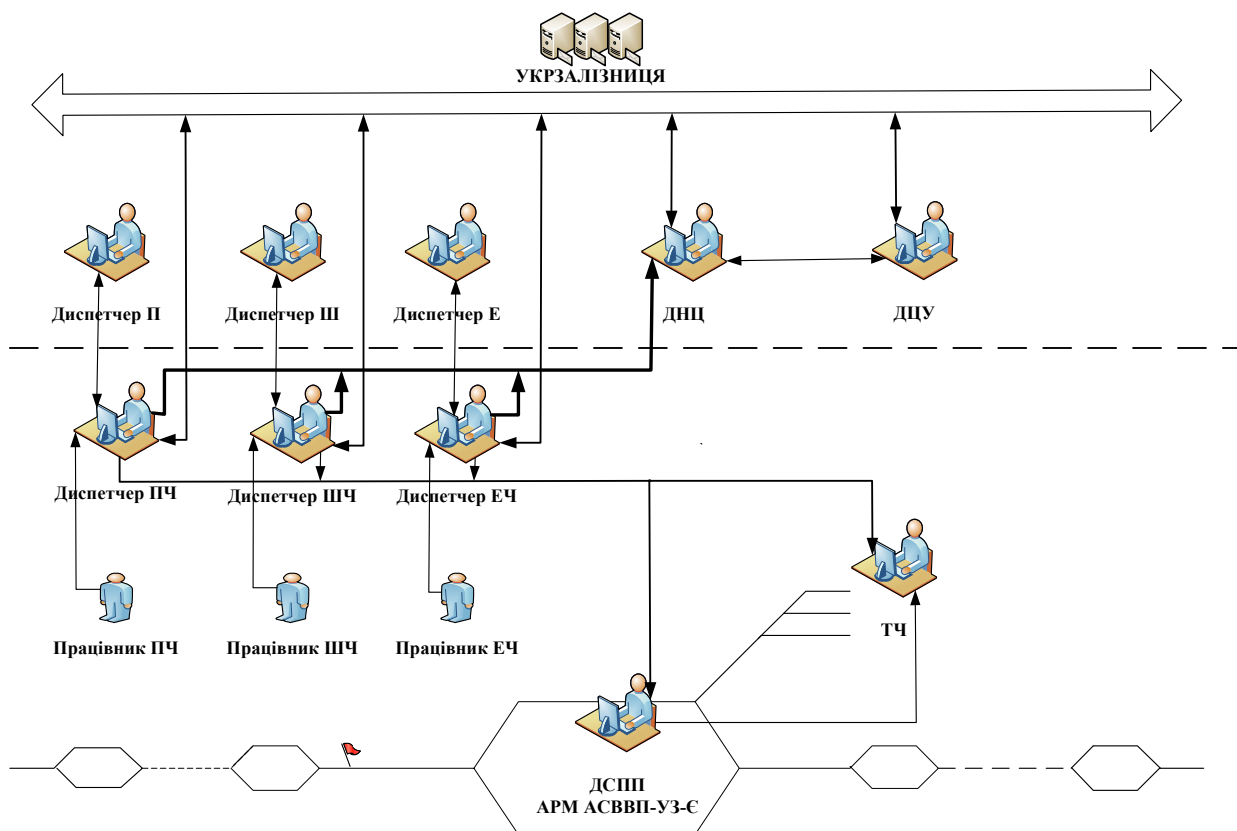


Рис. 1. Приклад технології інформаційної взаємодії автоматизованих систем залізничної інфраструктури

Усі ці процеси потребують від причетних працівників адекватного та уважного сприйняття інформації та передачі її відповідним користувачам. Переважна більшість працівників, що задіяні у цьому процесі, мають власні АРМи, але вони використовуються здебільшого як друкувальні машинки або як засоби для збереження інформації. Фактично впровадження системи АС ВВП-Є є ефективним та важливим кроком у розвитку електронного документообігу, але має досить велику залежність від «людського фактора» навіть при великій кількості організованих АРМів, пов'язаних між собою. Ця проблема не вирішується створенням глобальних комп'ютерних мереж залізничної інфраструктури, яка є дуже неоднорідною та сильно розгалуженою.

У сучасних умовах технологічні розробки застосовуються насамперед для втілення нових ідей і способів отримання конкурентної переваги. Тому в нашому випадку більш доцільним є використання хмарних сервісів, де комп'ютер виступає пересічним терміналом, підключеним до мережі, і є обчислювальною хмарою. При цьому користувачеві не потрібно ніяких особливих знань про інфраструктуру

хмари або навичок керування цією хмарною технологією.

Використання хмарних обчислень дає змогу знизити складність ІТ систем завдяки застосуванню широкого ряду ефективних технологій:

1. Самообслуговування на вимогу. Споживач у міру необхідності автоматично і самостійно визначає і змінює обчислювальні потужності.
2. Широкий (універсальний) мережевий доступ.
3. Об'єднання ресурсів.
4. Миттєва еластичність ресурсів (миттєва масштабованість).
5. Вимірюваний сервіс (облік споживаного сервісу і можливість оплати тільки тих послуг, які були реально використані).

Існуючі моделі хмарних обчислень: Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), Infrastructure as a Service (IaaS) цілком можливо застосовувати для розв'язання поставлених питань.

При цьому в кожному окремому випадку гіпотетично можливо використовувати всі моделі розгортання хмарних обчислень: Private cloud (приватна хмара), Community cloud (хмара спільноти), Public cloud (публічна хмара), Hybrid cloud (гібридна хмара).

Приватні хмари — найбільш захищена зона, де весь обмін даними йде у центрі обробки даних (ЦОД) компанії і в нашому випадку це найбільш зручний варіант. Причому зауважимо, що приватна хмара означає конфіденційність, а не конкретне місце розташування, володіння ресурсами або особисте керування. Упровадження приватної хмари дає змогу знизити до мінімуму витрати на її супровід, підвищити її гнучкість і скоротити терміни ІТ проектів.

Для визначення моделі розгортання хмарних обчислень потрібно виходити з того, як розвинена внутрішня інформаційна складова діяльності організації. У нашому випадку в АТ «Укрзалізниця» є власна розвинена ІТ інфраструктура, тому не є логічним повністю відмовлятися від наявних ресурсів і повністю переходити в хмару. З метою дотримання суворих вимог до контролю, наявності конфіденційної інформації, тут доречно застосовувати гібридні хмари,

де ЦОД організації обмінюється даними по зашифрованому каналу зв'язку зі сторонніми сервісами. При цьому для вирішення окремих завдань доцільно використовувати публічні хмари. Але це питання потребує окремого аналітичного дослідження.

Для кожного територіального підрозділу залізниці може бути організована окрема корпоративна хмара з обмеженим доступом. Вона забезпечить на програмному рівні взаємодію між різними АРМами, що навіть не поєднані між собою у комп'ютерній мережі (рис. 2).

За рахунок такого підходу та введення в дію цифрового підпису людина буде фактично виключена з інформаційного обміну як особа, що виконує передачу та обробку інформації. Структурні підрозділи, що ієрархічно розміщені на вищому рівні також матимуть власні хмари, які є конгломератами з хмарних середовищ нижчих рівнів керування (рис. 3).

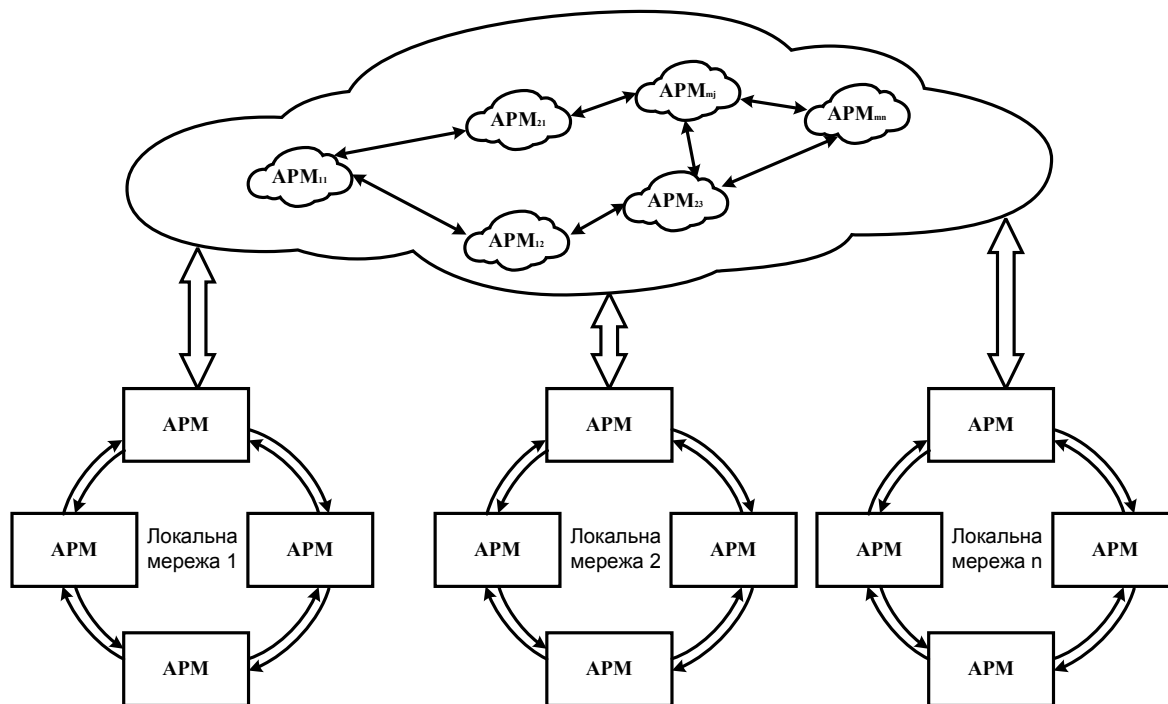


Рис. 2. Структурна схема інтеграції автоматизованих робочих місць персоналу залізниці

Далі розглянемо процес взаємодії персоналу із системою керування. Статистичні дані АТ «Укрзалізниця» свідчать про занедбаність залізничної інфраструктури протягом останніх років через відсутність відповідного фінансування, а також наявність численних порушень у правилах безпеки залізничного руху та невиконання працівниками посадових інструкцій. Переважна більшість небезпечних ситуацій виникає саме внаслідок хибних дій персоналу. Найбільш поширеними причинами таких подій є:

- порушення регламенту виконання технологічних операцій;
- низький рівень технологічної дисципліни;
- недостатня кваліфікація людини-оператора.

У процесі функціонування система керування здійснює аналіз власних показників діяльності й веде контроль виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту (ТО та Р). На підставі такого аналізу система інформує конкретного оперативного працівника про зміни власного стану та необхідність виконання планових і позапланових робіт з ТО та Р.

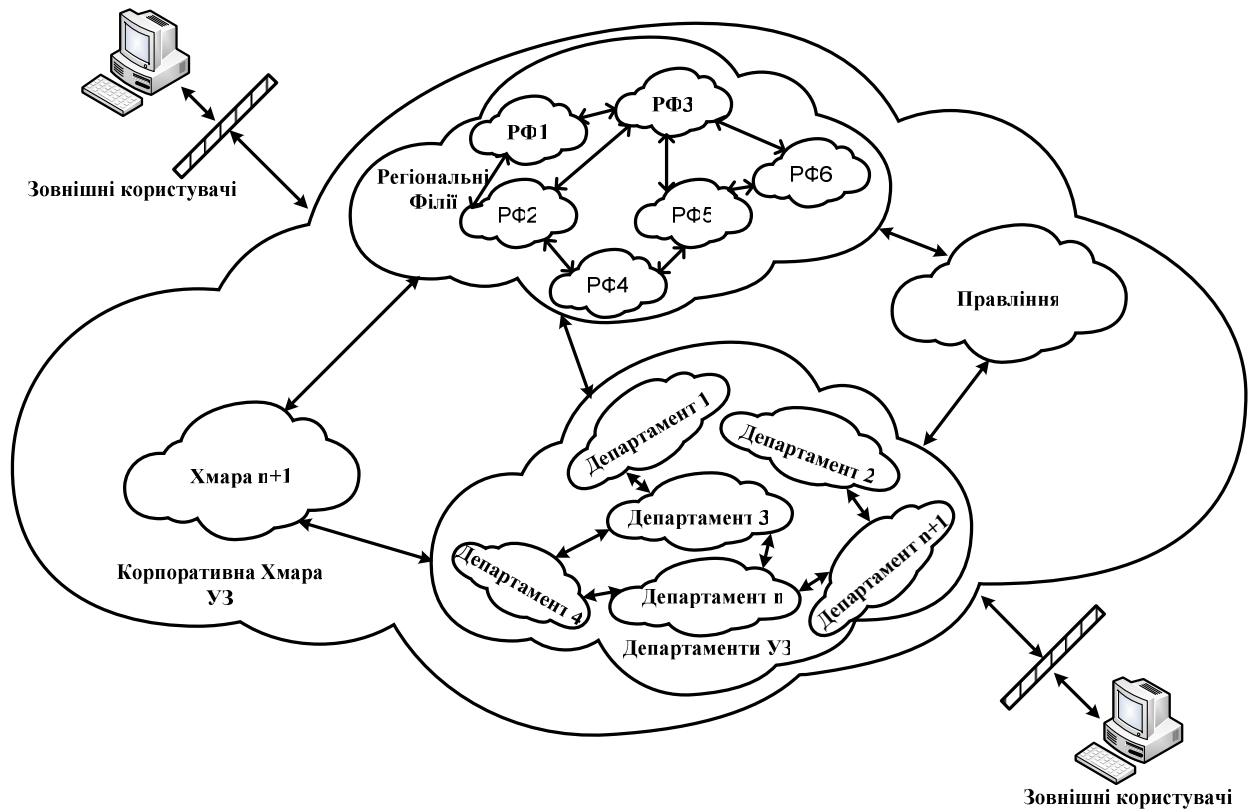


Рис. 3. Організація корпоративної хмари

Розглянемо цей процес більш докладно.

Мікропроцесорна система керування рухом поїздів забезпечує і підтримує основні режими функціонування:

- приготування поїзних та маневрових маршрутів;
- переведення стрілок індивідуальне і маршрутне;
- відкриття та закриття світлофорів;
- відміну встановленого та невикористаного маршруту;
- штучне розмикання секцій маршрутів;
- керування закриттям переїздів;
- включення/виключення місцевого керування окремими об'єктами.

Реалізації всіх цих режимів функціонування виконується з обов'язковою перевіркою умов безпеки руху поїздів. Тому ми фактично в режимі on-line маємо інформацію про два стани об'єктів керування системи – справний чи несправний. Ця інформація про стани цих об'єктів міститься в архіві на АРМ чергового по станції (АРМ ДСП) та відображається у журналах.

У ході експлуатації автоматизованих систем керування рухом поїздів виникає необхідність виключення пристроїв із залежностей – так зване санкціоноване втручання. Цей процес вимагає особливої уваги та участі найбільш кваліфікованого технічного персоналу, що має необхідний рівень

компетенції, підтверджений необхідними документами. У випадку санкціонованого втручання в дії пристроїв ми також маємо інформацію про стан об'єктів керування – усі пристрої включені в залежність або якісь об'єкти виключені із залежності згідно з регламентами, з оформленням відповідних документів.

Також у процесі експлуатації ми останнім часом усе частіше стикаємось з проблемою несанкціонованого втручання в діяльність залізничного транспорту, актами вандалізму, що спричиняє нерегламентні виключення пристроїв із залежності до відновлення. Ці втручання також реєструються у відповідних журналах та на АРМах ДСП та АРМ ШН.

Таким чином, ми маємо можливість змоделювати механізм організації роботи з підтримання в робочому стані автоматизованої системи керування рухом поїздів з участю експлуатаційного штату господарств перевезень, сигналізації та зв'язку та частково колії й електропостачання, але для спрощення моделі дві останні складові не враховуються.

Впорядковану сукупність елементів першої підсистеми можливо подати у вигляді ланцюга трьох подій, що пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками (рис. 4).

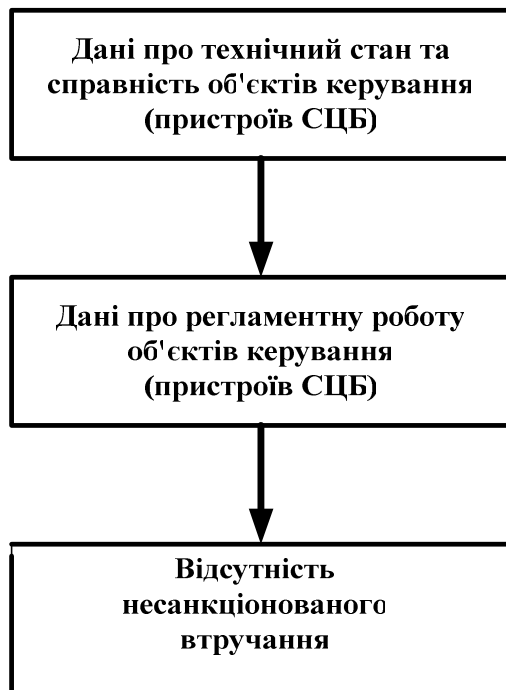


Рис. 4. Підсистема організації роботи з підтримання в робочому стані автоматизованої системи керування

Технічний (експлуатаційний) персонал автоматизованих систем керування забезпечує належний стан показників ефективності через їх обслуговування. Він містить набір ремонтно-відновлювальних робіт, нормативних документів, що регламентують ці роботи, і організаційний компонент. Технічний персонал, керуючись нормативними документами і візуальною інформацією про стан пристроїв, виконує необхідний перелік робіт та оформлює їх результати у відповідних журналах. Фактичне виконання деяких робіт автоматично архівується на АРМ електромеханіка (АРМ ШН). При цьому треба враховувати, що більшість робіт вимагають взаємодії технічних спеціалістів різних господарств – перевезення, сигналізації та зв'язку, колії, електропостачання та потребують інструментальних вимірювань з фіксацією у відповідних журналах.

Але, за статистикою, значна кількість порушень безпеки при впровадженні технологічних процесів відбувається через помилки технічного персоналу: низька якість роботи, порушення граничного терміну їх виконання, використання ненормативних матеріалів та устаткування. Людина та система керування в цій ситуації працюють паралельно і мало взаємодіють. Система безпосередньо не контролює процес технічного обслуговування. Аналогічна ситуація спостерігається також при технічному використанні системи керування, тобто при експлуатації.

Таким чином, ми можемо виділити другу підсистему та подати її у вигляді ланцюга трьох подій, що пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками між необхідністю виконання цих робіт, фактичним їх виконанням та підтвердженням якості виконання (рис. 5).



Рис. 5. Підсистема організації роботи з технічного огляду та ремонту

На ці взаємопов'язані дії суттєво впливає має все той же «людський фактор» за рахунок можливості невідповідності необхідних дій і фактично виконаних та встановлення взаємозв'язку між діями з ТО та Р і справністю або несправністю об'єктів керування та самої автоматизованої системи керування рухом поїздів.

Наступним кроком можливо поєднати обидві підсистеми та сформувавши модель прийняття рішення про працездатність системи і можливість безпечної її експлуатації (рис. 6).

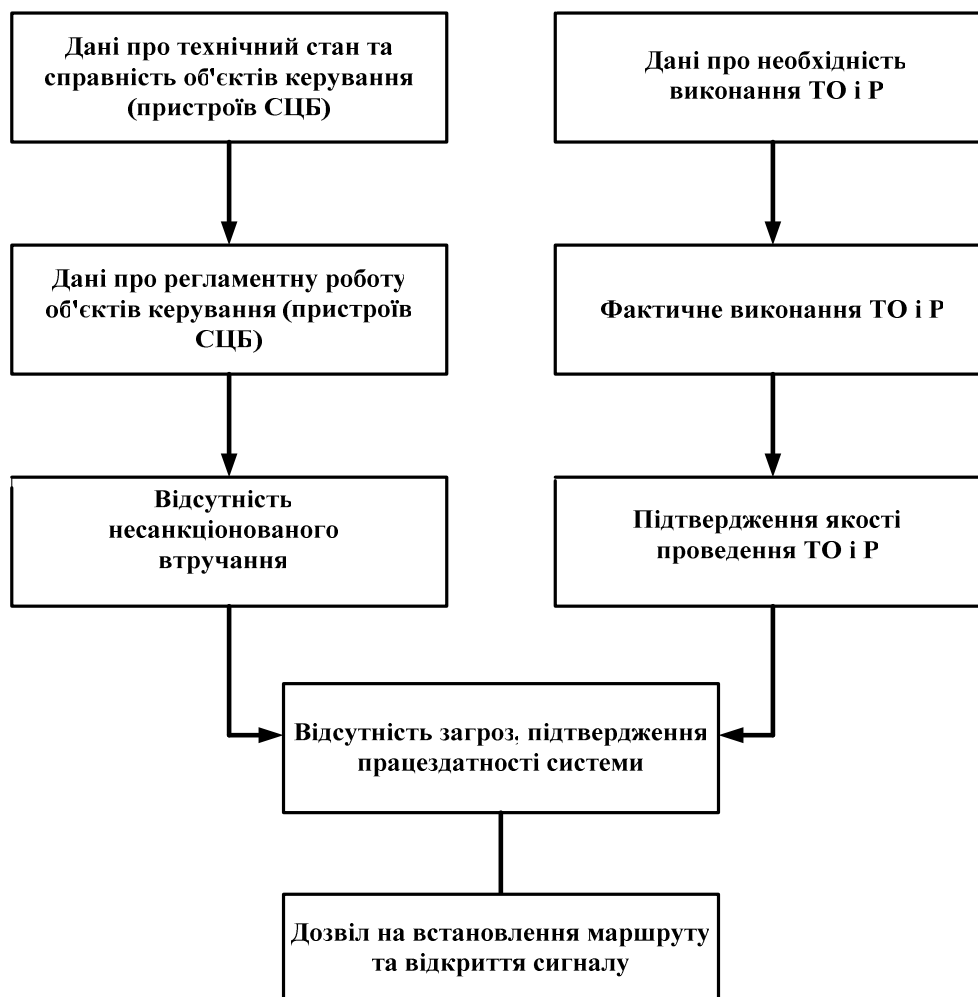


Рис. 6. Модель прийняття рішення про працездатність системи та можливість безпечної її експлуатації

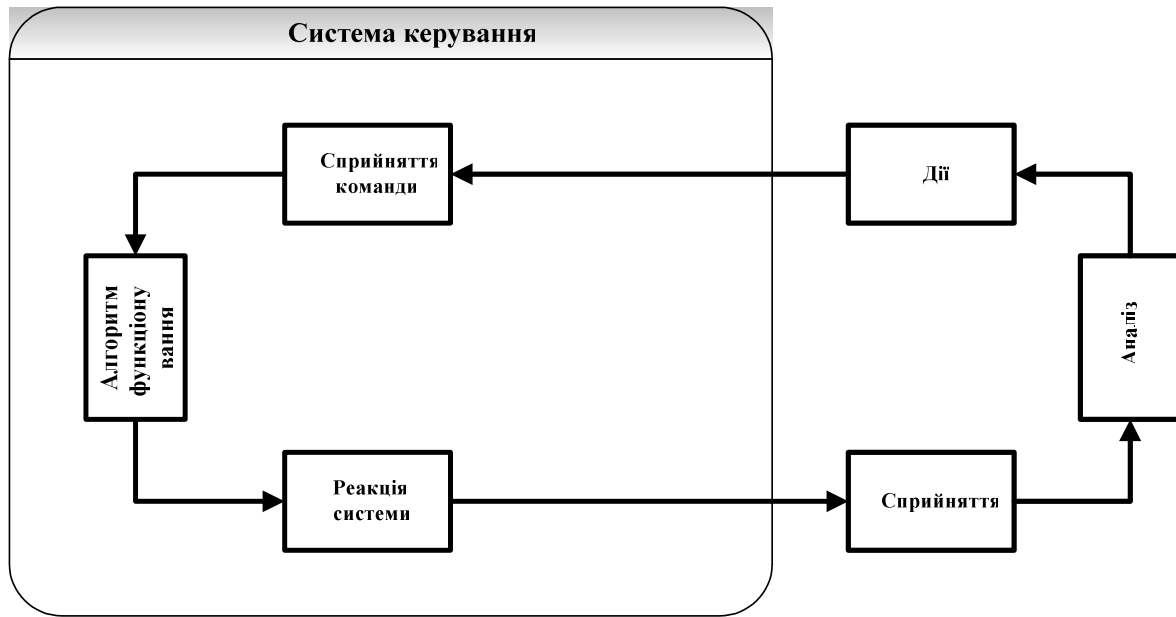
У такому випадку після інформування персоналу система контролює факт сприйняття повідомлення та його подальші дії. Якщо виявлено невиконання персоналом необхідних дій, система переходить у режим очікування, попереджаючи про це людину.

В іншому випадку, якщо дії або бездіяльність людини-оператора або технічного персоналу будуть загрожувати безпеці функціонування, то виконання окремих функцій чи робота окремих компонентів системи може бути обмежена автоматично.

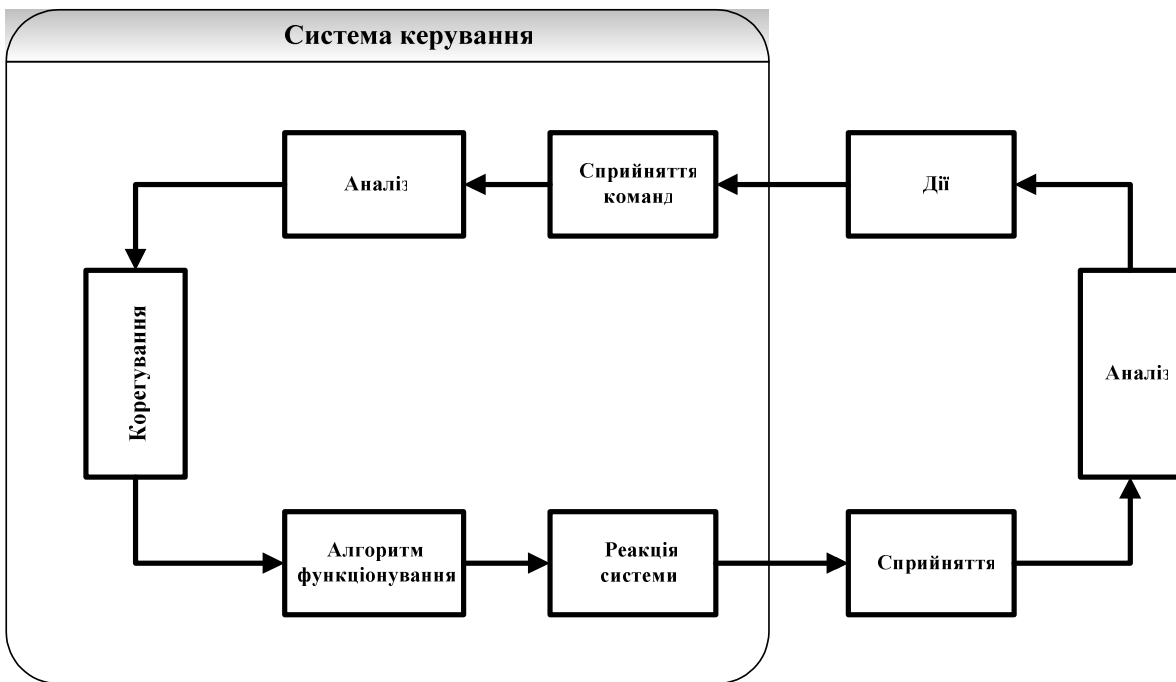
На жаль, як було викладено раніше, можливості сучасних мікропроцесорних систем керування не використовуються повною мірою. Система керування, діючи за заздалегідь установленими алгоритмами, виконує команди людини-оператора і, у кращому випадку, блокує явно небезпечні дії. Контроль дій персоналу частіше за все здійснюється шляхом архівування у журналі (запис інформації у чорну скриньку), що потім можливо аналізувати. Тобто всі інтелектуальні функції технологічного процесу покладено на людину-оператора (рис. 7, а).

Система не перебуває у діалоговому режимі з оператором та не оцінює його компетентність і правильність алгоритму дій у відповідальних ситуаціях. Особливої ваги цей аспект набуває при безпосередньому втручанні людини у технологічний процес роботи системи керування, як це буває при технічному обслуговуванні, виключенні пристроїв СЦБ із залежності або виникненні нештатних ситуацій завдяки діям сторонніх осіб.

Якщо надати системі керування можливість здійснювати аналіз дій людини-оператора і на підставі цього корегувати власний алгоритм функціонування, то матимемо ознаки інтерактивної і частково інтелектуальної технології взаємодії (рис. 7, б). Унаслідок появи таких можливостей функції аналізу ситуації і можливості формування відповідної адаптивної реакції матимуть не тільки людина-оператор, а й власне система керування, що взаємодіє з ним.



а



б

Рис. 7. Структурні схеми процедур взаємодії автоматизованої системи керування з людиною-оператором: а – існуюча; б – система з інтелектуальними властивостями

У цій площині можлива реалізація такої інтерактивної інтелектуальної взаємодії на прикладі станційної мікропроцесорної системи централізації (рис. 8).

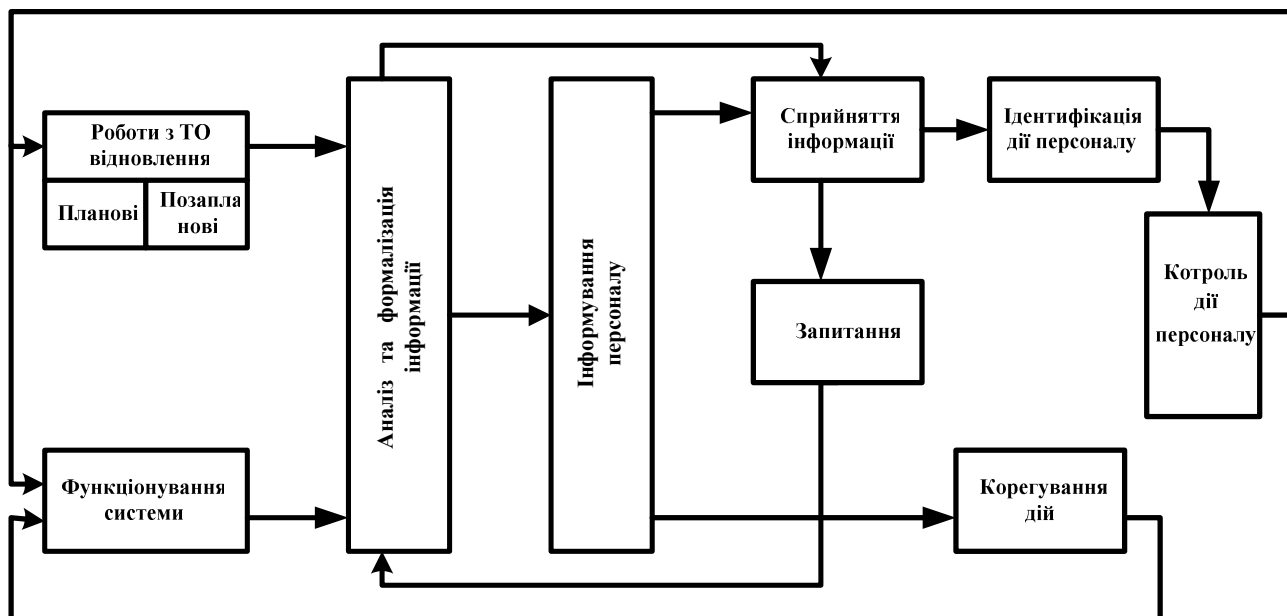


Рис. 8. Процедура інтелектуальної взаємодії системи керування з людиною-оператором

Основною відмінністю запропонованої процедури від традиційних інформаційно-керуючих систем є можливість проаналізувати та проконтролювати фактичні дії персоналу при проведенні планових та позапланових робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв. Тобто система набуває можливості корегувати свою роботу у випадках неякісного обслуговування або невідповідності виконання регламентних дій, чого позбавлені існуючі мікропроцесорні системи керування рухом поїздів.

Висновки

Застосування підходів та інструментів «Індустрія 4.0» при розробці та впровадженні інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті дасть змогу надати залізничним інформаційно-керуючим системам нових функцій. З'являється можливість здійснювати аналіз дій людини-оператора і на підставі цього організувати інтерактивний режим взаємодії інформаційно-керуючої системи з персоналом. Подальшим розвитком цього напрямку є надання залізничним цифровим системам і технологіям інтелектуальних властивостей.

Список використаних джерел

1. Мойсеєнко В. І., Бураковський С. Г. Інтеграція програмного забезпечення розгалужених телекомунікаційних та інформаційно-керуючих систем. *Збірник наукових праць ДонІЗТ*. 2012. № 9. С. 5–11.
2. Хмарні технології. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарні_технології.
3. Облачные технологии: основные понятия, задачи и тенденции развития. URL: <http://swsys-web.ru/cloud-computing-basic-concepts-problems.html>.
4. Richard W. Hamming The Art of Doing Science and Engineering. Learning to Learn. New York: Gordon Breach Science Publishers, 2005. 227 p.
5. Хемминг Р. В. Теория кодирования и теория информации. Москва: Радио и связь, 1983. 176 с.
6. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ. *Інформаційні технології в освіті*. 2011. № 10. С. 8–23.
7. Кадемія М. Ю., Кобися В. М. Можливості, що надають хмарні технології. *Хмарні технології в освіті*: матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару. Кривий Ріг: Видавничий відділ КМІ, 2012. С. 66–67.
8. Перспективи розвитку ринку хмарних обчислень в Україні: переваги та ризики: Аналітична записка. URL: http://www.niss.gov.ua/articles/1191/#_ftn2.
9. Baroudy K., Kishore S., Nair S., Patel M. (2018), Unlocking value from IoT connectivity: Six considerations for choosing a provider, March. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/unlocking-value-from-iot-connectivity-six-considerations--for-choosing-a-provider> (Accessed on 12.03.2018).
10. Ménard, A. (2017), How can we recognize the real power of the Internet of Things?, November. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/how-can-we-recognize-the-real-power-of-the-internet-of-things> (Accessed on 12.03.2018).

11. CER, CIT, EIM, UIC (2016). A Roadmap for Digital Railways. URL: <http://www.cer.be/sites/default/files/publication/A%20Roadmap%20for%20Digital%20Railways.pdf> (Accessed on 10.01.2018).
12. Joint Rail Sector Declaration on Digitalisation of Railways. URL: http://www.cer.be/sites/default/files/publication/171109_Joint_Rail_Sector_Declaration_on_Digitalisation_of_Railways.pdf (Accessed on 02.02.2018).

Мойсенко В. И., Огар А. Н., Гаевский В. В. Развитие железнодорожных цифровых систем и технологий в контексте инженерии 4.0

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы дальнейшего развития информационно - управляющих систем с применением подходов и инструментов «Индустрии 4.0» – облачных вычислений, искусственного интеллекта, машинного обучения. Разработана модель принятия решений о работоспособности системы и возможности безопасной ее эксплуатации. За счет использования этой модели можно создавать информационно - управляющие системы с возможностью анализа собственных показателей деятельности и действий эксплуатационного и технического персонала и на основании этого корректировать собственный алгоритм функционирования.

Ключевые слова: инфраструктура железнодорожного транспорта, информационно - управляющие системы, человеко - машинный интерфейс, инженерия 4.0, интерактивное интеллектуальное взаимодействие.

Moiseienko V., Ogar O., Gaievskiy V. The development of railway digital systems and technologies in the context of engineering 4.0

Abstract. The article deals with the problems of the further development of information management systems and information computer - integrated technologies using the "Industry 4.0" approaches and tools - cloud computing, artificial intelligence, machine learning. The most acute unresolved issues in their development are identified, one of which is the practical absence of a dialogue mode of the system with an operator. Considered the feasibility of using cloud services, where the computer is an ordinary terminal connected to the network and is a "computing cloud". Analyzed the deployment model of cloud computing and offered the most profitable options for their use, taking into account the available resources of JSC "Ukrzaliznytsya." The use of such an approach and the introduction of a digital signature creates the possibility of actually excluding a person from the information exchange as a person performing the transfer and processing of information. The modes of operation of automated train

control systems are considered taking into account normal operation and operation in the case of authorized and unauthorized interference with their operation. The interrelation of the process of operating the system by operating personnel with the quality of technological maintenance and repair has been established. A model has been developed for making decisions about the performance of the system and the possibility of its safe operation based on a comparison of the above factors. Using the proposed model allows you to create information - control systems with the ability to analyze your own performance indicators and actions of operational and technical personnel and on the basis of this to adjust your own functioning algorithm.

Key words: railway transport infrastructure, information - control systems, human - machine interface, engineering 4.0, interactive intellectual interaction.

Надійшла 10.04.2019 р.

Мойсенко Валентин Іванович, д.т.н., професор, завідувач кафедри СКС, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна. E-mail: mvi53@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1377-8703>

Огар Олександр Миколайович, доктор технічних наук, професор, кафедра залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна. E-mail: ogar.07.12@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1967-5828>

Гаевський Віталій Вікторович, здобувач кафедри СКС, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна. E-mail: gaevskiyv54@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7294-5706>

Moiseienko Valentin, doctor of tech. sciences, chief of chair Specialized Computer Systems, Ukrainisan State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine.

E-mail: mvi53@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1377-8703>

Ogar Oleksandr, doctor of sciences (engineering), professor, chief of chair "Railway stations and junctions", Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: ogar.07.12@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1967-5828>

Gaievskiy Vitalii, seeker of chair Specialized Computer Systems, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: gaevskiyv54@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7294-5706>