6. Wear resistance increase of samples tribomating in oil composite with geo modifier KGMF-1 / V. Aulin, S. Lysenko, O. Lyashuk [et al.] // Tribology in Industry. – Vol. 41. – №. 2. – P. 156-165.

7. Новий погляд на фізичну природу процесів тертя / В. В. Аулін, С. В. Лисенко, А. В. Гриньків, І. В. Жилова // Підвищення надійності машин і обладнання : міжнар. наук.-практ. конф., 15-17 квіт. 2020 р., м. Кропивницький : матеріали конф. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – С. 11-12.

8. Аулін, В. В. Модель надійності деталей транспортних машин за процесами реалізації триботехнологій їх припрацювання і відновлення / В. В. Аулін, С. В. Лисенко, А. В. Гриньків // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. - Кропивницький : ЦНТУ, 2019. - Вип. 2 (33). - С. 50-64.

9. Можливості технологій триботехнічного відновлення для підвищення зносостійкості і довговічності спряжень деталей транспортних засобів / В. В. Аулін, С. В. Лисенко, А. В. Гриньків [та ін.] // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : наук. жур. - Луцьк : Луцький НТУ, 2018. - №1(10). - С. 5-11.

10. Трибологические переходы при приработке поверхностей трения сопряжений деталей / В. В. Аулин, Т. Н. Замота, С. В. Лысенко и др. // Проблеми трибології. - Хмельницький : ХНУ, 2017. - № 4. - С.87-96.

УДК 004.89:656.13:658.5

ФУНКЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ АРХІТЕКТУРИ

В. В. АУЛІН, д.т.н., професор,
А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.,
Д. В. ГОЛУБ, к.т.н., доц.,
В. О. ДЬЯЧЕНКО, асп.,
А. О. ГОЛОВАТИЙ, асп.
Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: aulinvv@gmail.com

Функції інтелектуальних транспортних систем є системи, що інтегрують сучасні інформаційні, комунікаційні та телематичні технології, технології управління і призначені для автоматизованого пошуку та прийняття до реалізації максимально ефективних сценаріїв управління транспортною системою регіону (міста, дороги), конкретним транспортним засобом або групою транспортних засобів, з метою забезпечення заданої мобільності

населення, максимізації показників використання дорожньої мережі, підвищення безпеки та ефективності транспортного процесу, комфортно для водіїв і користувачів транспорту. Функція інтелектуальності забезпечуються за рахунок:

– максимально можливої автоматизації процесів управління транспортно-дорожнім комплексом;

– вироблення прогнозних управлінських рішень на основі сучасних математичних рішень і високо ефективних апаратно-програмних реалізацій.

На технічному рівні інтелектуальна транспортно-виробнича система (ІТВС) має розподілену елементну архітектуру на транспортних засобах та в інфраструктурі, як підсистемах ІТВС.

Підсистема ІТВС має закінчений, в рамках одного прикладного завдання, комплекс технологічних рішень, що реалізується на основі застосування технічних засобів телематики. Вона включає комплекс отримання цільових даних (на основі власної системи моніторингу, або від суміжної підсистеми), апаратно-програмний комплекс аналізу та прийняття рішення відповідно до функціонального завдання.

Інфраструктура ІТВС – це комплекс технічних засобів, периферійних пристроїв і каналів зв'язку, що виконують функції в ІТВС і не розташованих на транспортних засобах. До інфраструктурі ІТВС слід також віднести:

– дорожній комплекс всіх підсистем, в тому числі: технічні засоби моніторингу, аналізу та прийняття рішення відповідно до функціональних завдань підсистем, засоби реалізації управлінських рішень;

– ситуаційні, диспетчерські та оперативні центри.

До бортових засобів ІТВС відноситься комплекс апаратно-програмних засобів який штатно або додатково встановлених на транспортних засобах й забезпечує вирішення завдань інформаційної взаємодії з інфраструктурою ІТВС або з іншими транспортними засобами в рамках функціональних завдань різних підсистем ІТВС. Здійснюється зазначене з метою реалізації функцій моніторингу, управління та оптимізації руху, стану транспортного засобу, водія і вантажів, а також забезпечення інформаційної підтримки дій водія. Бортові ІТВС реалізують такі функції:

– надання водію допомогу в передбаченні дорожньої обстановки;

– запобігання небезпечної ситуації;

– зниження стомлюваності водія й приймання частини навантаження з управління автомобілем на себе;

– у випадку, якщо водій самостійно не зміг виконати необхідні дії по запобіганню дорожньо-транспортних пригод (ДТП), або знижуючи тяжкість її наслідків, автоматично беруть управління на себе;

– дозволяють ідентифікувати транспортний засіб і параметри його роботи.

В ІТВС істотну роль відіграють зовнішні інформаційні підсистеми як інформаційні системи різних видів транспорту. В їх рамках передбачена

оперативна та інша взаємодія на основі поєднаної диспетчеризації, а також інформаційні системи різних міністерств і відомств, в яких передбачено функціональний зв'язок з ІТВС.

При формуванні прикладної архітектури ІТВС в режимі проектування на підставі вимог замовника (з урахуванням інтересів споживачів, транспортної політики, рівня взаємодії оперативних служб органів виконавчої влади та т.д.) здійснюється формалізоване комплексне уявлення про функціональну та технічну структуру, зональні параметри і рівні сумісності транспортно-телематичних систем (підсистем ІТВС), взаємодія яких з максимальною ефективністю забезпечує необхідну мобільність населення і використання дорожньої мережі при заданому рівні транспортної та екологічної безпеки. До прикладної архітектури включається комплекс підсистем, що визначаються в процесі проектування локальної ІТВС.

Функціональна архітектура ІТВС визначає функції окремих елементів, модулів і локальних підсистем (ЛП), включаючи зв'язки між ними (рис.1). Вона базується з урахуванням сервісної специфіку, тобто враховує попит споживачів в різних її підсистемах. Окремі підсистеми функціональної архітектури містять ряд процесів, з яких складаються телематичні додатки (телематичні елементи). Складовою частиною завдань функціональної архітектури ІТВС є інформаційна архітектура системи, яка дає точний опис інформаційних процесів у всіх підсистемах і телематичних додатках, включаючи вимоги до вхідних і вихідних потоків інформації. Інформаційна архітектура може відрізнятися в різних підсистемах ІТВС.

Функціональна архітектура визначає модульну структуру ІТВС, в якій прописуються цільові спрямування розгортання ІТВС (безпека, організація дорожнього руху, моніторинг на дорозі і в транспортному засобі), та цільові групи завдань, навколо яких сформовані підсистеми ІТВС в транспортних засобах, в дорожній інфраструктурі, а також реалізована їх інтегрованість.

Структура об'єктів ІТВС в значній мірі визначає комплекс груп підсистем, які відповідно до світового досвіду є частиною комплексних проектів ІТВС. Слід зазначити, що до груп підсистем ІТВС відносяться підсистеми і диспетчерського управління. В підсистемі задіяні всі категорії транспорту, що виконують комерційні та цільові перевезення, управління транспортними потоками і інформаційним сервісом. Розглянути також групи підсистем дорожнього господарства, в тому числі по контролю транспортної ситуації і за станом дороги. Дані групи підсистем найбільш часто є предметом цільового замовлення на проектування і можуть існувати як інтегровано в складі ІТВС, так і самостійно. Ці групи також характеризуються регіональним (муніципальним) рівнем контролю.

У деяких випадках структурний опис груп підсистем вимагає більш докладного опису транспортних технологій. Зокрема, група підсистем управління транспортними потоками включає дві комплексні технології: директивні і непрямі принципи управління. Такі комплекси також можуть бути

предметом замовлення на самостійне проектування на муніципальному і відомчому рівнях. Всі підсистеми ІТВС формуються за рахунок набору опорних технологій, зміст і параметри яких визначаються на стадії проектування підсистем або ІТВС в цілому, якщо проектування окремої опорної технології не було самостійним пунктом вимог щодо проектування регіональної ІТВС.

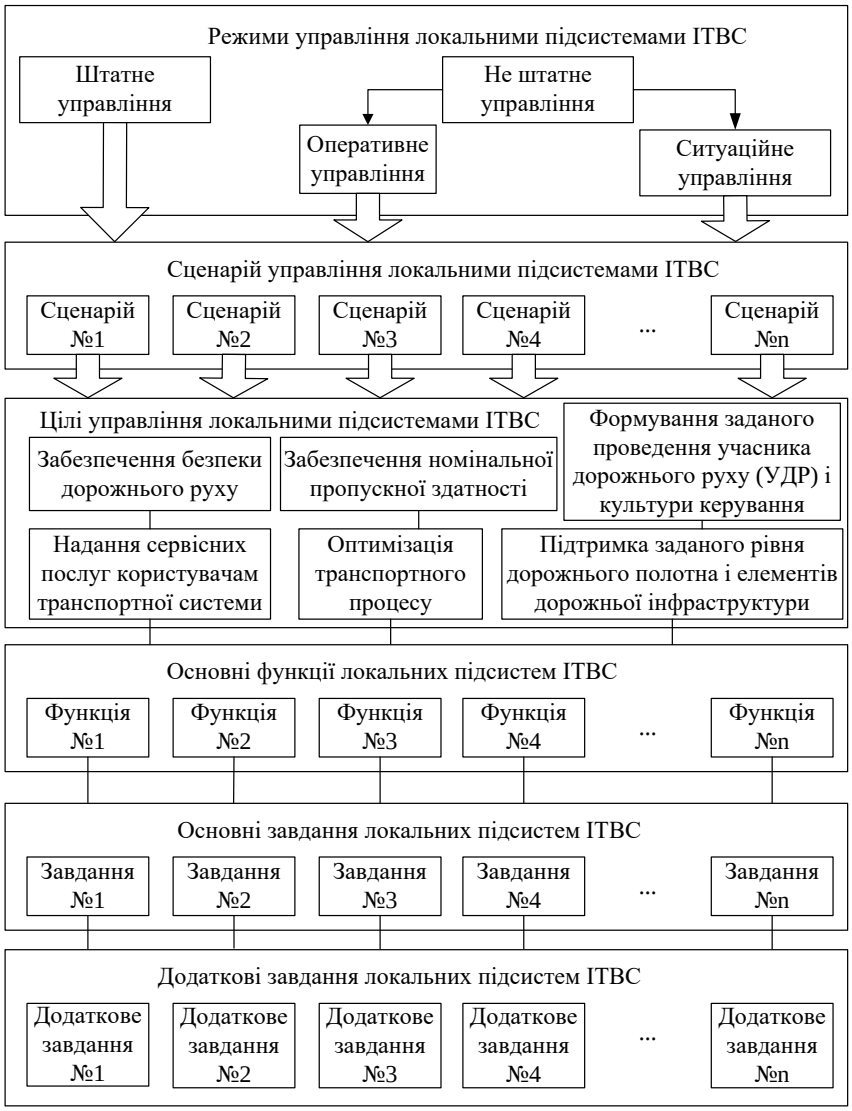

Рис. 1. Функціональна (управлінська) архітектура підсистем в інтелектуальних транспортно-виробничих системах

Технічне виконання опорних технологій пов'язано з розвитком телематичних елементів дорожньої інфраструктури, а також з освоєнням або створенням стандартів зв’язаної і комунікаційної взаємодій суб'єктів і об'єктів ІТВС. У комплексі ІТВС технічні елементи формують поняття про фізичну архітектуру.

За допомогою стандартизації телематичних елементів і стандартів передачі інформації формуються вимоги до параметрів обігу інформації як всередині ІТВС за технологічними завданнями підсистем, так із зовнішніми

інформаційними системами. До уваги беруться і інформаційні системи різних видів транспорту, оперативних служб органів виконавчої влади, які мають відповідну компетенцію, а також функції користувачів ІТВС. Інша форма класифікації функцій ІТВС описується ієрархічною структурою і процесами в підсистемах ІТВС. Кожен процес в підсистемах характеризується конкретними функціями і параметрами, які висувають вимоги до вхідної і вихідної інформації, а також до способу обробки інформації. В якості вимог до вхідної інформації окремих процесів відносяться частоти та визначення інтерфейсів вхідної інформації, вимоги до передачі вхідної інформації від датчиків. До вимог обробки інформації в рамках процесу відносяться, зокрема, захищеність і надійність даних в процесах обробки, властивості використовуваних алгоритмів. Зазначимо, що для надійного функціонування телематичних додатків необхідно забезпечити синхронізацію (узгодження) між окремими процесами. Ця синхронізація може бути кодовою, щоб обмін інформацією відбувався за узгодженими протоколами, або тимчасовою, для приведення масиву інформації до єдиної шкали часу, і простору, яка вимагає, те щоб інформація була віднесена до єдиної спільної точки простору.

Опорні технології ІТВС використовують виходи окремих частинних процесів, які синхронізовані в часі, за кодом і в просторі. До опорним технологій ІТВС відносять: підтримку транспортного планування, інформацію про водія автомобілів, електронний збір оплати за проїзд на автомагістралях, управління громадським транспортом, управління перевезеннями вантажними транспортними засобами тощо.

Ієрархічна структура інформаційної архітектури ІТВС, з опорними технологіями розташовується в декілька шарів (рис.2).

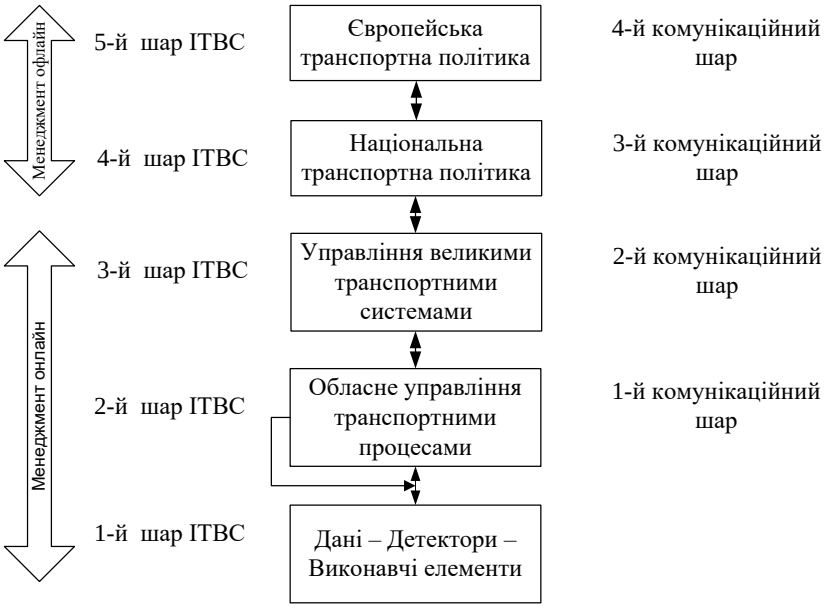

Рис. 2. Ієрархічна структура інформаційної архітектури інтелектуальних транспортно-виробничих систем

Ієрархічна структура є основною передумовою оптимальної

інформаційної архітектури з точки зору просторової і цінової оптимізації. За цими чинниками слід шукати єдину модель ієрархічної структури, яка буде враховувати різні вимоги до захищеності, надійності і доступності збору, передачі та обробки інформації.

Перший шар ІТВС являє собою найнижчий рівень системи, яка утворена як детекторами, так і виконавчими елементами і в ньому проводиться збір даних і дії з процесів управління.

Другий шар ІТВС характеризує оперативне управління невеликими ділянками транспортних мереж, окремих терміналів або транспортних засобів.

Третій шар ІТВС характеризує всю транспортну мережу великих ділянок і, в більшості випадків, мова йде про обробку, уніфікації і отримання інформації з підсистем другого шару.

Четвертий шар ІТВС відображає державну транспортну політику і її необхідні частини: створення фонду розвитку транспорту, навантаження та фінансування транспортної інфраструктури, оцінка втрат від пригод, статистична обробка даних та ін. Телематичні елементи можна розглядати як джерело інформації для визначення цих параметрів.

П'ятий шар ІТВС являє європейський рівень та транспортну політику країн - членів Європейського Союзу.

Кожен шар, природно, можна поділити на споживачів (перевізник, пасажир, водій і т.д.) і інфраструктуру. Ієрархічна структура ІТВС однакова як для споживачів, так і для інфраструктури. Комунікаційне середовище між першим і другим шарами пред'являє більш жорсткі вимоги до захисту, надійності та доступності передачі інформації. Одночасно дане середовище має відповідати й іншим вимогам, які, в більшості випадків, ведуть до створення власного комунікаційного середовища. У першому комунікаційному шарі передається найбільша кількість даних. У міру просування у верхні шари зменшуються обсяги переданих даних і знижуються вимоги до параметрів самої передачі. Для більш високих комунікаційних шарів, в основному, можна використовувати послуги існуючих телекомунікаційних організацій. При описі окремих шарів ІТВС слід підкреслити, що максимально підтримується комунікація між кожним шаром і мінімальна комунікація спостерігається між сусідніми шарами.

Перший шар ІТВС характеризується збором статичних і динамічних даних про транспортно-експлуатаційні якості шляху, транспортних засобах та транспортних терміналах. Характерним для цього шару, крім збору даних, є здійснення управління за допомогою виконавчих елементів. На автомобільному транспорті мова йде про наступні додатки збору даних:

– про транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги: інтенсивність, склад, щільність та швидкість руху, метеорологічні дані та ін.;

– про транспортні засоби: стеження за небезпечним вантажем, моніторинг викрадених автомобілів, автоматичне оповіщення про ДТП і т.д.;

– про транспортні термінали: зайнятість парковок, стан логістичних центрів і т.д.;

– про стан і зміну виконавчих елементів: зміна стану керованих дорожніх знаків, зміна стану світлофорів та ін.

Другий шар ІТВС включає, головним чином, велику кількість регіональних систем управління, які здійснюють незалежне управління на невеликих ділянках транспортних систем. В області автомобільного транспорту до цієї верстви відносяться, в першу чергу, центри управління роботою транспорту міст, центри управління тунелями, центри управління рухом через державні кордони, системи управління окремими ділянками автомагістралей і т.д. Завжди мова йде про певну галузь, яка в більшості випадків характеризується єдиним підходом до управління. В області громадського транспорту це системи управління рухом автобусів і трамваїв, системи управління метро тощо.

Третій шар ІТВС об'єднує системи управління другого шару і включає центри управління великими транспортними системами. В області автомобільного транспорту мова йде, в більшості випадків, про центри управління рухом міст, системи управління рухом на мережі автомагістралей, системи управління тунелями і т.д. У громадському транспорті, в більшості випадків, мова йде про центри управління роботою міського пасажирського транспорту.

Четвертий шар ІТВС є найвищим ланкою окремих видів транспорту на національному та регіональному рівнях і служить для впровадження транспортної політики та міждержавної взаємодії: електронні цифрові карти автомобільних доріг, масиви інформації для користувачів доріг, системи поширення інформації та їх міжнародної передачі. Цей шар інтегрує політичне, соціальне і економічне планування транспорту для всіх зацікавлених суб'єктів. Шар відрізняється, в першу чергу, збором статистичних даних про транспортні системи і служить для оцінки основних параметрів функціонування транспорту на відповідному рівні. Результатом оцінки якісних характеристик роботи транспортної системи на національному рівні є і визначення розміру фінансування окремих видів громадського транспорту з державного бюджету. Даний шар є частиною інформаційної системи країни, і дані, які він надає, повинні використовуватися іншими державними інститутами.

П'ятий шар ІТВС повинен бути ланкою регіональної (європейської, глобальної) транспортної політики і служити для її активної підтримки. На підставі збору даних з окремих регіонів повинні вирішуватися питання капітальних вкладень в транспорт на рівні ЄС (або глобальному рівні).

Фізична і комунікаційна архітектура при цьому визначає вимоги, що пред'являються до програмного забезпечення та апаратних засобів інформаційних і телекомунікаційних технологій, включаючи їх просторову локалізацію (рис.3) та непряме (КУТП) і директивне (ДУТП) управління транспортним процесом.

Відповідно до встановленої функціональної і інформаційної архітектури слід визначити конкретні фізичні рішення телекомунікаційних елементів і програмне забезпечення ІТВС. Критеріями прийняття рішень є

функціональність, безпека, надійність і не в останню чергу загальні витрати, пов'язані з придбанням і експлуатацією системи. Фізична архітектура першого рівня обумовлена вибором датчиків і виконавчих елементів.

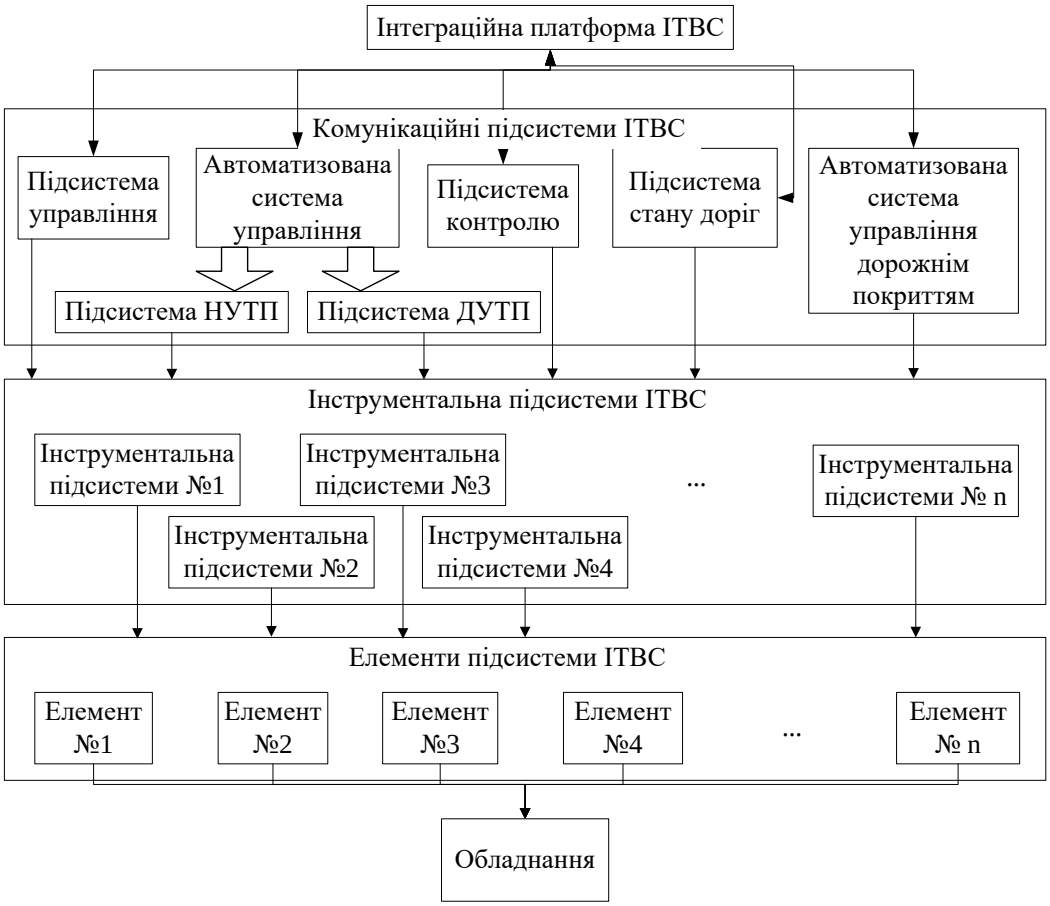

Рис. 3. Фізична архітектура інтелектуальних транспортно-виробничих систем

Між першим і другим рівнем здійснюється передача найважливіших даних, яка в більшості випадків тісно пов'язана з безпекою дорожнього руху та управлінням транспортними потоками. Передача між першим і другим рівнями зазвичай забезпечується за допомогою власного спеціального телекомунікаційного середовища, яке повинне гарантувати задоволення вимог до захищеності, доступності та надійності передачі інформації.

Другий рівень обробляє дані і здійснює зональне управління. Він утворюється, в основному, обчислювальною технікою, склад якої визначається відповідно вимог до інформації, яка обробляється Телекомунікація між другим і третім рівнями реалізується відповідно до вимог конкретних процесів. Ці вимоги дуже різноманітні. Передбачається, що приблизно половина інформації передається без вимог до надійності, доступності та захищеності, в той час як передача другої половини повинна гарантувати задоволення цих вимог.

Третій рівень визначений інформаційними технологіями управління та логістики найбільших транспортних областей. При цьому програмне забезпечення та апаратні засоби вибираються виходячи з вимог окремих

процесів. Телекомунікаційна середовище між третім, четвертим і п’ятим рівнями в переважній більшості випадків утворюється звичайним середовищем одного з існуючих операторів постійних мереж. Передача в транзитному шарі телекомунікаційних мереж відрізняється особливо високим ступенем доступності і взагалі високою якістю середовища. Однак необхідно забезпечити захист системи інформації, що зберігається і передається.

В якості прикладу можна навести фізичну архітектуру ІТВС США (US Department of Transport), в якій транспортна телематика поділяється на дві основні підсистеми:

– робота на транспортному шляху (пасажир, транспортний засіб);

– управління транспортними процесами (центри управління роботою транспорту, управління на дорозі).

Дані підсистеми поділяються на модулі та програми. Така архітектура створена в США пояснюється тим, що автомобільного транспорту. В ідеології ІТВС США постулюється, що якщо автомобільний транспорт є складовою частиною інтермодального і мультимодального транспорту, а отже слід розширити кількість підсистем інтелектуальних транспортних систем.

Список використаних джерел

1. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем : монографія / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко. - Кропивницький : ТОВ "КОД", 2017. - 369 с.

2. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем : монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.] ; під заг. ред. В. В. Ауліна. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. – 428с.

3. Аулін В.В. Методологія підходів до дослідження шляхів і сукупності факторів забезпечення належного рівня ефективності і надійності транспортних систем / В.В. Аулін, В.В. Біліченко, Д.В. Голуб [та ін.] // Вісник машинобудування та транспорту, 2017. – №2. – С. 4-14.

4. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, В. В. Біліченко, А. С. Замуренко // Вісник машинобудування та транспорту. - Вінниця : ВНТУ, 2020. - № 1(11). - С. 4-10.

5. Аулін, В. В. Інтелектуальні транспортні системи як результат впровадження інноваційних ефективних технологій / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий // Підвищення надійності машин і обладнання : міжнар. наук.-практ. конф., 15-17 квіт. 2020 р., м. Кропивницький : матеріали конф. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – С. 207.

6. Аулін В.В. Концептуальний підхід дослідження функціонування транспортних систем / В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.В. Гриньків / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Перспективні напрями розвитку регіональних транспортних та логістичних систем", 22-23 травня 2018 р. –

Харків: ХНАДУ, 2018. – С.14-17.

7. Аулін, В. В. Реалізація фізико-інформаційного підходу дослідження проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування транспортної системи / В. В. Аулін, Д. В. Голуб // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета : сб. науч. тр. – Харьков : ХНАДУ, 2018. – Вып. 81. – С. 21-28.

8. Теоретичний підхід до оцінки ймовірностей безвідмовної роботи транспортних та виробничих систем і ланцюгів постачань на основі їх логічних структурних схем надійності / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, С. В. Лисенко [та ін.] // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – Вип. 3 (34). – С. 290-304.

УДК 541.13; 621

ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ ДАТЧИК КИСНЮ

А. А. ТРОЦ, к.т.н., доц.,
А. А. ЗАСУНЬКО, асистент,
С. З. ХМЕЛЬОВСЬКА асистент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проблема оптимізації процесу спалювання палива однозначно, на даному етапі, вирішує проблему оптимізації енергозбереження затрат при мінімумі екологічних проблем в чорній металургії, енергетиці, транспорті та інших базових галузях. Проблеми енергозбереження і екології є безумовно актуальними і потребують свого технічного вирішення, рівень якого крім професіоналізму виконання залежить від фінансових можливостей.

Таким чином, проблема має три важливі сторони, які оптимально вирішуються повною або частковою автоматизацією контролю і регулювання технологічного процесу з оперативним комп’ютерним втручанням в обробку, збереження і передачу інформації.

Джерелами первинної інформації таких автоматизованих систем є первинні перетворювачі компонентного складу технологічних атмосфер. Особливе місце займає визначення кисню в газовій технологічній атмосфері. На даний час уже сформовано комплекс основних вимог до первинних перетворювачів концентрації кисню. Вони включають: точність не менше 1,5% в широкому вимірювальному діапазоні, що обумовлений необхідністю реалізації близько 100 технологічних діапазонів зміни концентрації кисню в газовій суміші конкретних технологічних процесів; малогабаритність при максимальній простоті конструкції і технології виготовлення; малоенергоємкість з мінімумом впливу на об’єкт виміру; універсальність як до умов експлуатації так і до вихідних сигналів в плані можливості стикування з