

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

Хабаров Володимир Остапович

УДК 656:004.75

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ІНТЕРАКТИВНОЇ ОЦІНКИ
І ОПЕРАТИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО
СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

Спеціальність 05.22.11– автомобільні шляхи та аеродроми

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Алексієв Олег Павлович,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, професор кафедри інформаційних технологій і мехатроніки.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Белятинський Андрій Олександрович,
Національний авіаційний університет, завідувач кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів;
Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Вирожемський Валерій Костянтинович,
Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна»
(ДП «ДерждорНДІ»),
перший заступник директора з наукової роботи

Захист відбудеться « 26 » травня 2016 р. о 12.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.059.01 при Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті за адресою: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25, конференц-зал.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету за адресою: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25 (вул. Петровського, 25).

Автореферат розісланий « 22 » квітня 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, доцент



Р. В. Смолянук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Динаміка розвитку сучасного суспільства, стрімкий розвиток автомобільного парку, підвищення мобільності мешканців міст та регіонів знаходяться у протиріччі з існуючими можливостями автомобільних доріг. Вони стали слабкою ланкою національної транспортної системи.

Для вирішення проблеми безпеки руху, безперервного і зручного проїзду протягом року з установленою швидкістю і навантаженнями необхідно якісне утримання автомобільних доріг. Всі роботи з утримання і ремонту автомобільних доріг починаються з діагностики їх стану. Огляд автомобільної дороги є його первинною діагностичною роботою. Від його результатів залежить як подальше спеціалізоване обстеження дороги, так і прийняття рішень щодо управління транспортними процесами, обмеження руху. Огляд доріг є інтерактивним процесом, у якому взаємодіють фахівець з утримання автомобільних доріг, інструментальні засоби діагностики стану дороги, учасники дорожнього руху, користувачі доріг та комп'ютерні ресурси.

Для інтерактивної оцінки та оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг необхідні порівняно прості методи, засоби та системи, які дають можливість без значних витрат оцінювати динаміку зміни стану дорожнього покриття. На сьогодні існує потреба у створенні засобів первинної діагностики, які дозволять своєчасно виявити відхилення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільної дороги від нормативних вимог. Однак дослідженням, спрямованим на створення таких інтерактивних інструментальних засобів і методів, на даний час приділяється не достатньо уваги.

Вищезазначене обумовило актуальність теми дисертаційного дослідження, яке полягає в удосконаленні методу інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями науки і техніки», основних Положень «Транспортної стратегії України на період до 2020 року» (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. № 217410), «Концепції програми інформатизації дорожньої галузі» (наказ Державної служби автомобільних доріг України від 06.07.2009 р. № 238). Основні дослідження теоретичного та практичного характеру виконано згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри інформаційних технологій та мехатроніки ХНАДУ в рамках виконання господарських науково-дослідних робіт: № 29-01-05 «Моніторинг технічного стану покриття автомобільної дороги державного значення М03 Київ – Харків – Довжанський» (номер держреєстрації 0105U002673), № 29-03-06 «Моніторинг технічного стану покриття автомобільної дороги державного значення М04 Знам'янка – Луганськ – Ізварине» (номер держреєстрації 0106U008829), № 09-53-07 «Інтелектуальна технологія управління громадським пасажирським транспортом великих міст та регіонів України» (номер держреєстрації 0107U001008).

Мета дослідження. Мета цього дисертаційного дослідження полягає в удосконаленні методу інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг на основі поєднання досвіду фахівця з використанням комп'ютерних ресурсів учасників дорожнього руху.

Задачі дослідження. Для досягнення поставленої в роботі мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести аналіз існуючих літературних джерел щодо стану, перспектив та проблем розвитку методів діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг.

2. Теоретично обґрунтувати та довести необхідність і можливість створення системи інтерактивного моніторингу автомобільних доріг на базі інформаційно-комунікаційної технології (ІКТ).

3. Встановити вимоги до створення та впровадження у дорожніх організаціях інформаційно-комунікаційної технології моніторингу автомобільних доріг.

4. Розробити інформаційно-комунікаційну систему огляду автомобільних доріг із застосуванням удосконаленого методу інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг.

5. Розробити практичні рекомендації із застосування удосконаленого методу інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг та здійснити впровадження результатів досліджень.

Об'єкт дослідження: процес діагностики транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг.

Предмет дослідження: удосконалення методу інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг.

Методи дослідження. Дослідження базується на методі аналогій, узагальнення та дискретної математики для визначення рішень щодо оперативної оцінки умов руху автотранспортних засобів. Застосовані методи операторного та графічного опису складних об'єктів і систем, елементи теорії штучних нейронних мереж (ШНМ) включно з елементами теорії нечіткого управління для теоретичного обґрунтування удосконалення методу інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг. Комп'ютерне моделювання стало основою програмно-апаратної реалізації удосконаленого методу, що досліджується у роботі.

Наукова новизна отриманих результатів:

– удосконалено існуючий метод інтерактивної оцінки транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг за рахунок раціонального розподілення та інтеграції комп'ютерних ресурсів дорожніх організацій і усіх учасників дорожнього руху;

– дістала подальшого розвитку ІКТ для визначення та накопичення даних про умови руху транспортних засобів у зимовий період при утриманні автомобільних доріг;

– вперше виконано синергетичне об'єднання досвіду спостерігача, засобів просторово-часової орієнтації та комп'ютерних ресурсів учасників дорожнього руху. На відміну від існуючої практики діагностування складних систем, створено новий ланцюг з автомобільного інформаційно-комунікаційного центру та інформаційного дорожнього порталу для вирішення задач систематичного

спостереження за транспортно-експлуатаційним станом автомобільних доріг.

Практичне значення отриманих результатів:

– створено і впроваджено у практику роботи дорожньо-патрульної служби (ДПС) дорожніх підрозділів у Харківській області у зимовий період 2015 року інформаційно-комунікаційну систему огляду автомобільних доріг із застосуванням удосконаленого методу інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг, що відрізняється від існуючої практики діагностичних робіт з оцінки експлуатаційного стану високим рівнем інтерактивності та розподіленням комп'ютерних ресурсів у дорожніх організаціях, її інтеграції з комп'ютерними ресурсами усіх учасників дорожнього руху;

– практичне значення отриманих результатів підтверджується відповідними актами впровадження Служби автомобільних доріг у Харківській, Донецькій та Луганській областях, Краснодарського Відкритого акціонерного товариства транспортного підприємства структурного підрозділу «Вугілля», науково-дослідної частини ХНАДУ;

– результати дисертаційної роботи використані для читання лекцій у навчальному курсі «Системна інженерія» і у дипломному проектуванні студентів факультету комп'ютерних технологій та мехатроніки ХНАДУ, які навчаються за спеціальністю 08.0502103 – комп'ютерні системи управління рухомими об'єктами автомобільного транспорту.

Особистий внесок здобувача. Основні положення дисертаційної роботи, що розроблені здобувачем особисто, викладено у публікаціях [2, 3, 16].

У наукових публікаціях [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17], опублікованих у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає у такому: означено шляхи вирішення проблеми створення простих методів, засобів та інструментальних систем, які дозволяють без значних витрат оцінювати динаміку зміни транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг [1, 4]; виконано аналіз існуючих літературних джерел щодо стану, перспектив і проблем розвитку методів діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг та обрано прототип системи інтерактивного моніторингу автомобільних доріг [5, 6]; доведено необхідність та можливість створення системи інтерактивного моніторингу автомобільних доріг на базі інформаційно-комунікаційної технології, застосування штучної нейронної мережі (ШНМ) у дорожніх організаціях [7, 8, 9]; встановлені вимоги до створення та впровадження у дорожніх організаціях ІКТ моніторингу автомобільних доріг [10 – 12]; розроблено інформаційно-комунікаційну систему огляду автомобільних доріг та практичні рекомендації щодо її застосування у роботі дорожньої патрульної служби у найбільш складний зимовий період утримання доріг [13, 14, 15, 17].

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на: щорічних науково-технічних та науково-методичних конференціях викладачів і співробітників ХНАДУ (Харків, 2008–2014 рр.); 17-й міжнародній науково-технічній конференції «Перспективные информационно-управляющие системы на железнодорожном, промышленном и городском транспорте» (Алушта, 2004 р.); міжнародній науково-технічній конференції «Мехатроника дорожніх будівельних машин» (Харків, 2007 р.);

всеукраїнській науково-методичній конференції «Проблеми використання інформаційних технологій в навчальному процесі» (Харків, 2007 р.); 1-й міжнародній науково-практичній конференції «Автомобіль та електроніка. Сучасні технології» (Харків, 2009 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Забезпечення безпеки та комфорту дорожнього руху: проблеми та шляхи розв'язання» (Харків, 2011 р.); регіональному та всеукраїнському семінарі «Системи PROCESS AUTOMATION: застосування в навчальному процесі й виробництві» кафедри автоматизації виробничих процесів ХТУБА Міністерства освіти і науки України (Харків, 2011, 2012 рр.).

Публікації. Основні положення та одержані результати дисертаційної роботи опубліковані в 1 монографії, 7 наукових статтях (2-х одноосібних) опублікованих у фахових виданнях, що входять до переліку МОН України, 7 доповідях у збірниках наукових конференцій і семінарів, 1 патенті, 1 свідоцтві про реєстрацію авторського права на твір та у 2 наукових статтях, опублікованих за кордоном.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації становить 180 сторінок, у тому числі 2 додатки на 33 сторінках, 51 рисуноків та 11 таблиць. Список використаних джерел налічує 146 найменування на 18 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, наведено відомості про застосовані методи дослідження та зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, надано загальну характеристику роботи.

Перший розділ роботи присвячений огляду засобів реєстрації, оцінки та оперативної діагностики стану автомобільних доріг. Різними аспектами цього питання, що пов'язані як зі змістовним, так і з інформаційним розвитком дорожньої галузі, займалися вчені: Алексієв О.П., Алексієв В.О., Белятинський А.О., Богомолів В.О., Буслаєв А.П., Васильєв А.П., Вирожемський В.К., Власов В.М., Гаврилов Е.В., Гамеляк І.П., Говорущенко М.Я., Золотарь І.А., Жанказієв С.В., Кизима С.С., Кіяшко І.В., Кузьмін Д.Е., Кузьмін В.І., Михович С.І., Павлюк Д.О., Прусенко Є.Д., Сільянов В.В., Смолянчук Р.В., Стороженко М.С., Туренко А.М., Угненко Є.Б., Хачатуров А.А., Філіппов В.В. та інші. Аналіз результатів досліджень дозволив виділити послідовні етапи розвитку інструментальних засобів спостереження за станом автомобільних доріг:

- виконання комп'ютерних моделей для вирішення окремих проблем та завдань експлуатації автомобільних доріг;
- створення автоматизованих систем управління дорожнім господарством, впровадження інформаційних технологій у дорожній галузі;
- розвиток дорожніх мехатроніки, телематики, інтелектуалізації автомобільних доріг, використання GPS, ГЛОНАСС, супутникових, мережевих технологій;
- створення єдиного інформаційного простору дорожніх організацій,

користувачів автомобільних доріг.

Ідея та гіпотеза дослідження передбачають такі рішення: залучення якомога більшої кількості користувачів автомобільних доріг та учасників дорожнього руху до оперативного реагування на негативні зміни експлуатаційного стану автомобільних доріг; своєчасне забезпечення необхідною інформацією дорожньо-експлуатаційні підприємства і організації для прийняття раціональних рішень з усунення їх наслідків; безперервна реєстрація, накопичення та узагальнення даних про оперативну ситуацію і середовище дорожнього руху за допомогою простих інструментальних засобів у режимі реального часу та досвіду фахівця-експерта. На рис.1 наведено послідовність дій у цьому дослідженні.



Рисунок 1 – Послідовність виконання дослідження

Другий розділ присвячено обґрунтуванню основ діагностики і моніторингу автомобільних доріг. Досліджено вирішення завдань як оцінки, так і оперативної діагностики стану автомобільних доріг. Не одноразове дослідження, а постійний контроль за змінами у стані доріг, узагальнення результатів реєстрації дорожніх даних є найбільш раціональним джерелом збору інформації. Логічна складова інтерактивного моніторингу повинна забезпечувати оцінку експлуатаційного стану автомобільної дороги (рис. 2).

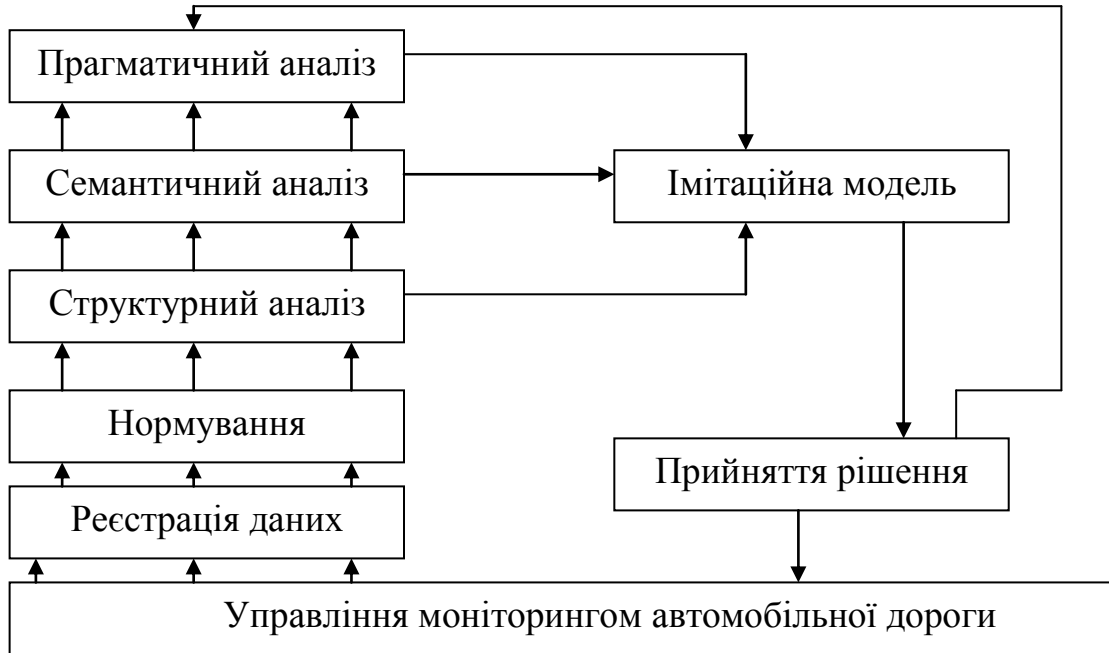


Рисунок 2 – Оцінка експлуатаційного стану автомобільної дороги

Інтерактивне спостереження за станом автомобільної дороги базується на поєднанні трьох складових. По-перше, реєструються швидкість та прискорення автомобіля за допомогою зовнішньої системи визначення місця його розташування у просторі відносно до часу, по-друге, проводиться безперервна відеозйомка за допомогою відеокамери (WEB-камери) або цифрового фотоапарата, по-третє, запис коментарів оператора, досвідченого фахівця-дорожника, який розпізнає конкретну ситуацію на дорозі.

Таким чином, отримаємо не просто організаційно-технічну систему, а інтерактивну систему, де в основній діяльності з моніторингу автомобільних доріг бере участь людина. Інтерактивний характер системи передбачає використання досвіду фахівця, який розпізнає дорожню ситуацію та стан дорожнього середовища.

Маємо синергетичну систему, у якій поєднано технічну, ергономічну та логічну складові: первинні характеристики $a_{ij}(t)$; параметри для оцінки $x_i(t)$; узагальнену оцінку $y(t)$. Це відповідає системі операторних співвідношень:

$$y(t) = Y[x_i(t), t], x_i(t) = X_i[a_{ij}(t), t]; j = 1, n; i = 1, m, \quad (1)$$

де Y – оператор оцінки стану дороги; X – оператор реєстрації первинних характеристик; $y(t)$ – образ оператора Y ; $x_i(t)$ – прообраз оператора Y .

В узагальненому співвідношенні (1) оператори X та Y являють собою як процедури перетворення кількісних даних первинних технічних характеристик дорожнього покриття, так і їх якісної оцінки згідно з логікою розуміння людини. За інтерактивним сприйняттям дорожньої ситуації виконується реєстрація значень спостережуваної динамічної змінної $x(t)$, її приведення до заздалегідь певної системи відкликів $y(t)$ і прагматична обробка значень лінгвістичної змінної $l(s)$. Причому в результаті процесу фаззифікації оцінка $l(s)$ виконується не відносно часу t , а відповідно до властивостей досліджуваного об'єкта в порівнянні з іншими аналогічними об'єктами. Наслідком є рішення задачі визначення фізичного порогу розрізнення спостережуваного динамічного процесу за споживчим розрізненням, що задається бальною оцінкою.

Відповідно до інформаційної теорії управління розрізняють фізичний і споживчий поріг розрізнення спостережуваного динамічного процесу. Якщо це оператор Y перетворення прообразу $x(t)$ у значення образу $y(t)$, то поріг розрізнення E_x дорівнює найменшій різниці суміжних значень $x(t): \Delta_x = \min(x_n - x_{n+1})$, є фізичним порогом розрізнення спостережуваного динамічного процесу. Відповідно $E_y = \min(y_m - y_{m+1})$ – споживчий поріг розрізнення спостережуваного динамічного процесу.

Варто зазначити, що під спостережуваним динамічним процесом автор розуміє одновимірний випадок зміни величини $x(t)$, а спостереження – реєстрація значень $x_n \in x(t)$. Кількість d_x різних значень $x(t)$ або дискретних відкликів визначається порогом розрізнення E_x так, що $n = 1, 2, \dots, d_x - 1, d_x$. За аналогією кількість d_y різних значень $y(t)$ визначається в такий же спосіб, тому

$$\left. \begin{aligned} d_x &= \frac{\max x_n - \min x_n}{E_x}; \\ d_y &= \frac{\max y_m - \min y_m}{E_y}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Таким чином, розглядаючи операторні співвідношення (2), треба поряд з кількісною відповідністю $X \rightarrow Y$ також аналізувати відповідність $Y \rightarrow L$, де L – множина значень лінгвістичної змінної, аналогом якої є $y(t)$. Назвемо P оператором фаззифікації спостережуваного динамічного процесу, аналогом якого є значення образу $y(t)$, $x(t)$, що оцінюється за значеннями $a_{ij}(t)$:

$$l(S) = P[y(t), s], \quad (3)$$

де S – аргумент, що характеризує відповідність $2k + 1$ значення y_m в діапазоні від y_{m-c} до y_{m+c} значенню $l(S)$ у поточний час t_p у моменту реєстрації.

Покладемо, що фаззифікація спостережуваного динамічного процесу є таким подвійним перетворенням динамічної функції $x(t)$, що реєструється:

$$\left. \begin{aligned} y(t) &= Y[x(t), t] \\ l(s) &= L[y(t), s] \\ S \in S &\rightarrow T, t_p \in T \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Так спостережувані геометричні елементи дороги, що являють собою послідовність прямих вставок і кривих відповідно до прив'язки значень $x(t)$ до місця реєстрації даних інтерактивного моніторингу дороги, що можна передати у вигляді таких значень $l(s)$: поворот ліворуч (ПЛ); кінець повороту праворуч (КП); кінець повороту ліворуч (КЛ); поворот праворуч (П); пряма вставка (В); початок повороту праворуч (ПП); початок повороту ліворуч (КЛ); початок вставки (ПВ); кінець вставки (КВ); початок ділянки (ПД); кінець ділянки (КД).

Коли α – поточний азимут; α_1 – попередній азимут; g_1 – ознака, що є:

$$g_1 = \begin{cases} +1, & \text{якщо } \beta > \xi; \\ -1, & \text{якщо } \beta < -\xi; \\ 0, & \text{якщо } |\beta| < \xi. \end{cases} \quad (5)$$

де $\beta = \alpha - \alpha_1$; ξ – точність (розрізнення) вимірювання азимуту.

Таким чином, згідно з (5) оцінка ділянки дороги або відповідає ситуації S , яку реєструє людина як множину лінгвістичних значень: {Л, П, В, ПП, ПЛ, КП, КЛ, ПВ, КВ, ПД, КД}, або однозначно визначається трьома вимірними значеннями азимуту J_j

$$S = \begin{cases} S = f(J_j, J_{j-1}, J_{j-2}); \\ \alpha = J_j, \alpha_1 = J_{j-1} \text{ (для ділянки } j); \\ \alpha = J_{j-1}, \alpha_1 = J_{j-2} \text{ (для ділянки } j-1). \end{cases} \quad (6)$$

Неважко помітити, що визначення значень лінгвістичних змінних, точніше номера N виконується таким чином: $N = Q_1 + Q_2$, де

$$Q_1 = \begin{cases} 1, & \text{якщо } g_1 = 1; \\ 2, & \text{якщо } g_1 = -1; \\ 3, & \text{якщо } g_1 = 0; \end{cases} \quad Q_2 = \begin{cases} 0, & \text{якщо } g_z = 1; \\ 3, & \text{якщо } g_z = -1; \\ 6, & \text{якщо } g_z = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Умова (7) значно спрощує процедуру P подвійного перетворення як значення параметра, який реєструється вимірювальним комплексом, так і лінгвістичної змінної, послідовністю значень, як аналітичного подання стану дороги. Вимірювальний комплекс – це сенсорна частина штучної ШНМ. Така ШНМ є метамережею, кожному вузлу якої відповідає проста діагностуюча нейронна мережа перетворення даних інтерактивного моніторингу дороги (рис. 3).

Операторні перетворення (5) – (7) передбачають отримання результатів нормалізації $x_j(t)$, розрахунку окремих параметрів $y_i(t)$ та узагальненої оцінки $q(t)$ безпосередньо на дорозі згідно з послідовністю: $a_i(t) \Rightarrow x_i(t) \Rightarrow y_i(t) \Rightarrow q_i(t)$.

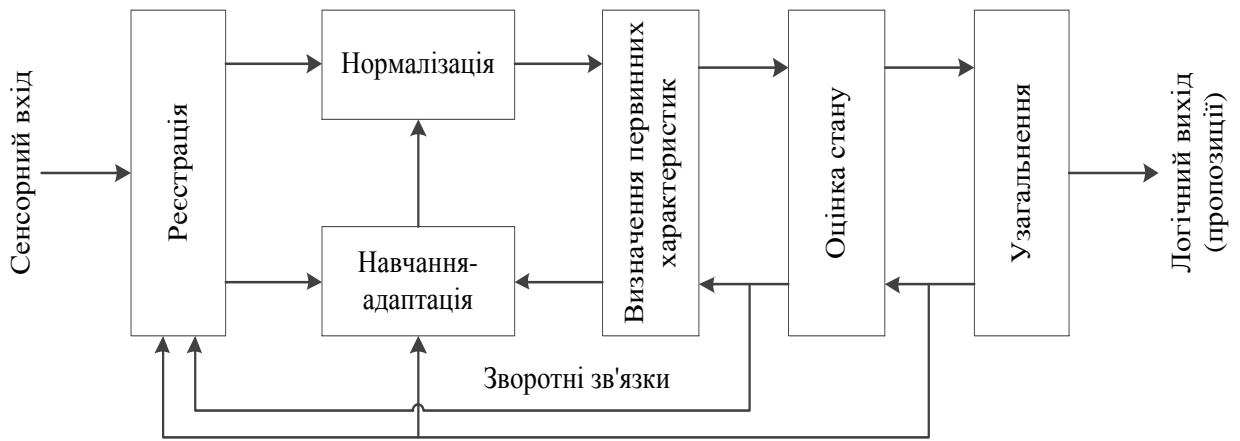


Рисунок 3 – Перетворення даних ШНМ інтерактивного моніторингу дороги

В основу перетворення даних покладено ланцюжок, який працює у режимі навчання: калібрування – коректування – зміна значень вагових коефіцієнтів сенсорного входу та процедур нормалізації розрахунку первинних даних. Перетворення забезпечене зворотними зв'язками від сенсорного входу, логічного виходу до кожного штучного нейрона цієї мережі. Окремі нейрони виконують реєстрацію даних (В1–В4), розрахунок первинних характеристик (П1–П4), опосередковані оцінки та узагальнення даних (О1 – О3, У). Структурну схему такої простої діагностуючої нейронної мережі наведено на рис. 4.

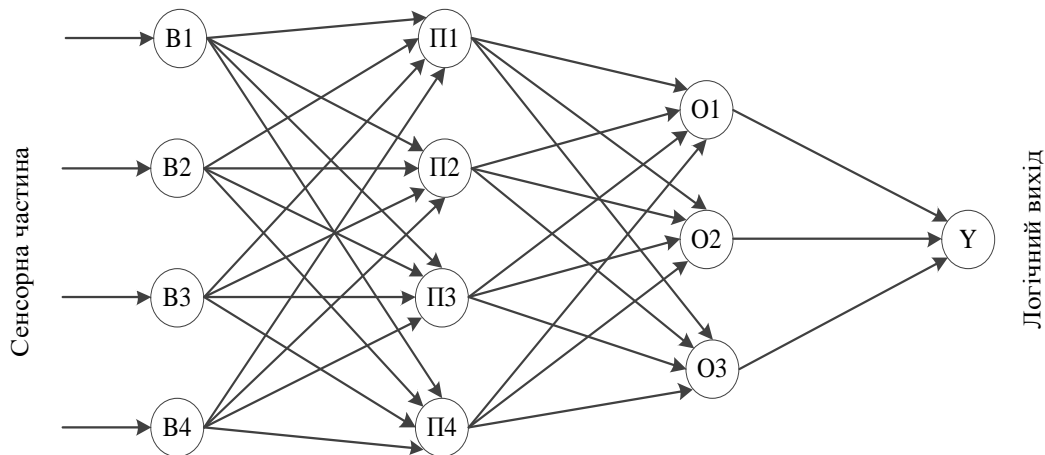


Рисунок 4 – Діагностуюча ШНМ інтерактивного моніторингу дороги

Подамо її як фізичну реалізацію узагальнення попередньо наведеної на рис. 2 схеми інтерактивного моніторингу. Це узагальнення дозволяє вирішити задачі дослідження з доведення як необхідності і можливості створення системи інтерактивного моніторингу автомобільних доріг на базі ІКТ, визначити вимоги до створення та впровадження зазначених технологій у дорожніх організаціях. Це і є своєрідний інтерактивний дорожній тестер (ІДТ), який вимірює прискорення, швидкість руху, його напрям, нормує отриману параметричну інформацію і виконує її змістовне визначення.

У третьому розділі розглянуто та досліджено створену комп'ютерну систему – прототип реєстрації, накопичення та використання даних про оперативну ситуацію і умови дорожнього руху (рис. 5).



1)



2)



3)



4)

1 – зовнішній вигляд базового транспортного засобу, на який встановлено обладнання; 2 – установка додаткового периферійного обладнання з реєстрації динаміки руху транспортного засобу; 3 – комп'ютерна система моніторингу дороги з приймачем GPS-сигналів Garmin та дорожнього бортового комп'ютера; 4 – відбиття телеметричних даних на екрані бортового дорожнього комп'ютера.

Рисунок 5 – Технічні засоби прототипу фізичної імітаційної моделі інтерактивного моніторингу дороги

Така система є своєрідною фізичною імітаційною моделлю – прототипом автомобільного інформаційно-комунікаційного центру (ІКЦ) у складі: портативний бортовий дорожній комп'ютер; комп'ютерна система реєстрації динаміки руху автомобіля; навігаційна система; відеокамера, що забезпечує реєстрацію відеозображення дорожнього середовища; система аудіозапису коментарів – результатів візуальної оцінки дорожньої ситуації в процесі огляду дороги. ІДТ-ІКЦ є програмно-апаратною частиною ІКТ визначення та накопичення даних про умови дорожнього руху автомобілів для рішення задач утримання доріг. Вона передбачає:

- 1) вимірювання рівності та зчпних якостей покриття автомобільних доріг;
- 2) індикацію результатів вимірювань у масштабі реального часу;
- 3) формування електронного архіву даних вимірювань;

- 4) можливість управління процесом вимірювань;
- 5) обробку результатів вимірювань.

Інтерактивний характер такого спостереження дорожніх даних зумовив як активну участь людини, так і роботу відповідного програмно-апаратного комплексу у реальному часі. У моделі-прототипі передбачено можливість запису аудіосигналу, що дозволяє реєструвати коментар фахівця-оператора. На рис. 6 наведено інтерфейс налагодження та калібрування програмно-апаратної частини моделі як ШНМ, що реєструє та опосередковано визначає умови дорожнього руху.

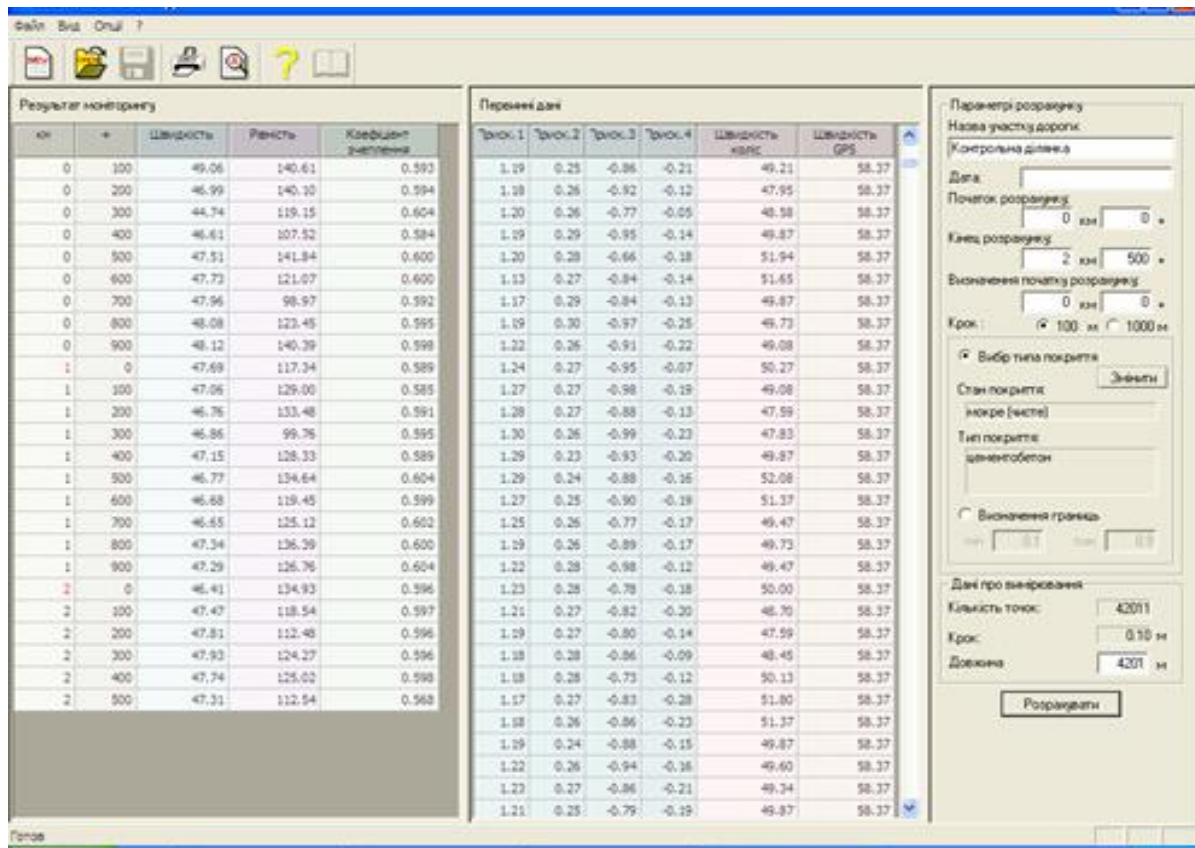


Рисунок 6 – Інтерфейс налагодження та калібрування

Основним засобом обробки даних, що зареєстровані системою, є використання електронної таблиці Microsoft Excel. Це дозволяє формувати базу даних вимірювань, проводити дослідження з даними експериментів, а також будувати графіки результатів досліджень. Для цього розроблені спеціальні макроси на мові Visual Basic for Application, які вбудовані у Microsoft Excel.

Поєднання, інтеграція зусиль фахівця, практично вже готових окремих рішень із застосування ІКТ огляду автомобільної дороги для рішення задач утримання, своєчасного виявлення відхилення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільної дороги від нормативних вимог є вирішенням завдання удосконалення методу інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг. На рис. 7 наведено форму сприйняття результатів оцінки стану ділянки дороги.

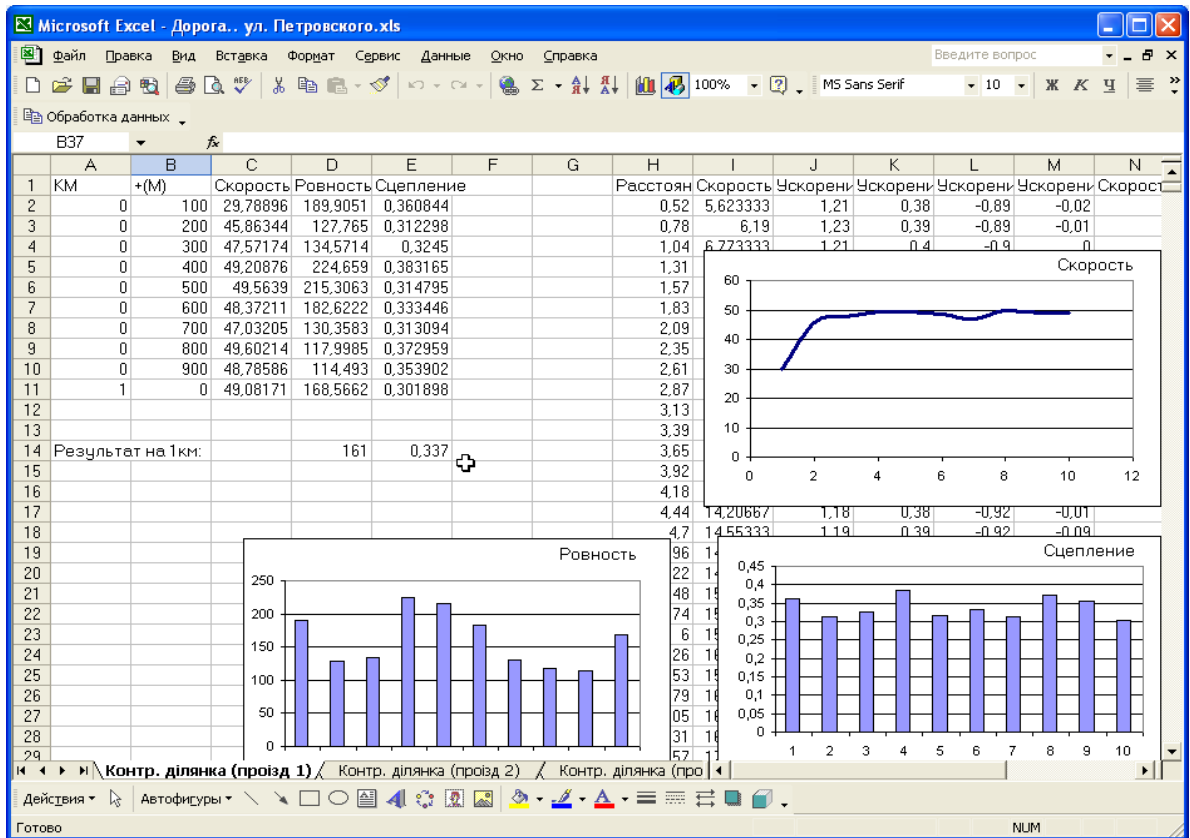


Рисунок 7 – Сприйняття результатів оцінки стану ділянки дороги

У табл. 1 наведено фрагмент робочого протоколу огляду ділянки автомобільної дороги. Передбачено різні форми подання результатів: у паперовій формі або на електронному носії.

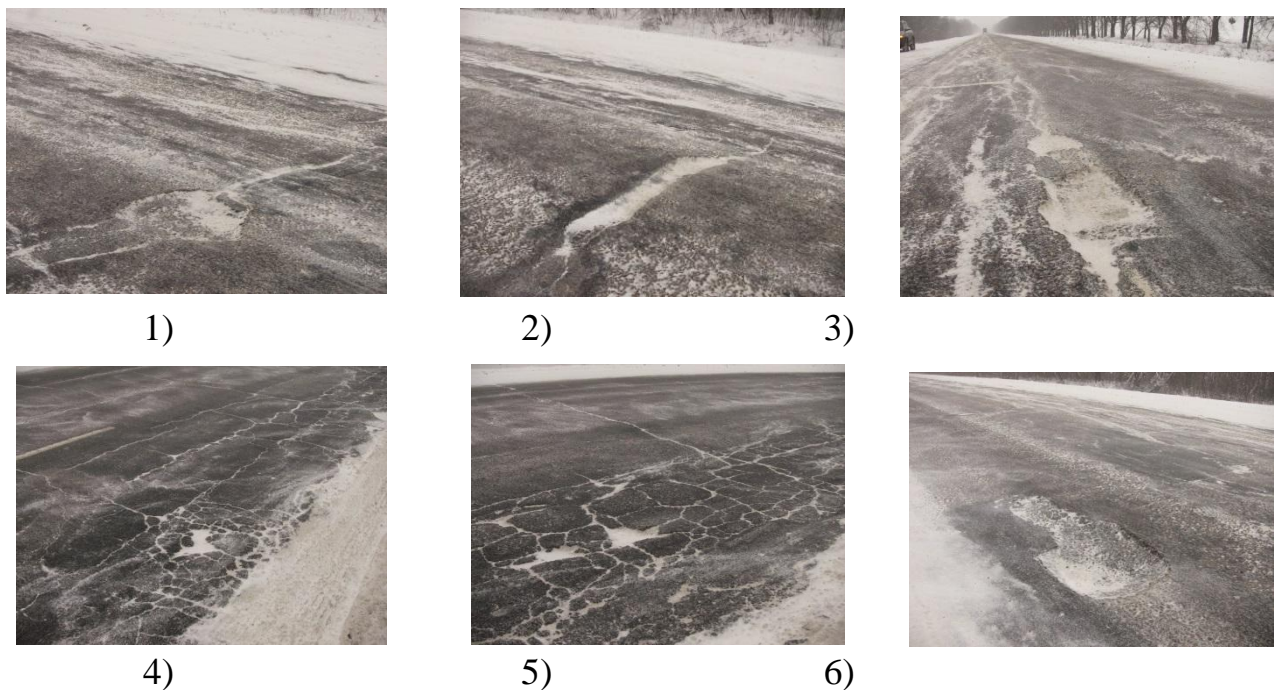
Таблиця 1

Фрагмент робочого протоколу з огляду ділянки автомобільної дороги

Час реєстрації	Коментар оператора
Початок руху	22.08.2010 р. Ділянка автомобільної дорога М-04 Знам'янка – Луганськ – Ізварине. Початок моніторингу ділянки дороги, околиця м. Донецька, км 446, від знака «Початок населеного пункту «ПІСКИ», км 446+496, до межі Дніпропетровської області. Рухаємось по населеному пункту «ПІСКИ».
01: 04 – 01:17	Км 446 + 470. Набираємо швидкість. Швидкість – 50 км/год. Осьова й крайова розмітки у доброму стані.
01: 21– 01:38	Під час зупинки, км 445 + 550, вимірювалась температура дорожнього покриття. Дорожнє покриття – чистий асфальтобетон без поверхневої обробки, температура становить 39,6 – 39,8 °С.
01: 40 – 01:42	Рухаємось по населеному пункту «ПІСКИ».
01: 45 – 01:53	Дві смуги руху, розмітка у доброму стані, почався дрібний дощ.
01: 58 – 02:02	Покриття дорожнього одягу у доброму стані.
02: 10 – 02:11	Примикання з правої сторони, км 443 + 200, є попереджувальні дорожні знаки про примикання.

Комп'ютерне та фізичне імітаційне моделювання є механізмом синергетичного об'єднання просторово-часової орієнтації мобільних інструментальних засобів з досвідом фахівця-експерта у задачах систематичного спостереження за транспортно-експлуатаційним станом автомобільних доріг.

У четвертому розділі розглянуто практичні аспекти застосування результатів дослідження. Їх основою є систематичні спостереження за транспортно-експлуатаційним станом доріг з урахуванням дорожньо-метеорологічної інформації. Учасниками цього спостереження, що займаються збором та обробкою інформації, є диспетчер та відповідальний черговий із зимового утримання доріг, які готують поточні оперативні дані про ситуацію, стан доріг. Застосування електронної реєстрації дефектів на покритті та перешкод руху дозволяє змінити існуючу практику ведення первинного обліку (рис. 8).



1) поперечна тріщина, лушення покриття, колійність, напливи, засніжена кромка проїзної частини; 2) розкриття тріщини, колійність, засніжена кромка проїзної частини; 3) ямковість, лушення, засніженість узбіч; 4) поздовжні та поперечні тріщини, сітка тріщин, лушення; 5) сітка тріщин, просадка, поперечні тріщини; 6) вибоїна, колійність

Рисунок 8 – Електронна реєстрація дефектів на покритті та перешкод руху

ІКЦ-ІКТ огляду автомобільних доріг є своєрідним дорожнім тестером-пробником (інтерактивним дорожнім тестером – ІДТ), відмінною характеристикою якого є його застосування як інструментального засобу для осіб, що виконують огляд доріг. ІДТ має різноманітне застосування. Він є як пристроєм, так і розподіленою телематичною системою технології огляду дороги. Компактність системи дозволяє використовувати будь-який автомобіль для проведення діагностичних робіт. Дані передаються до дорожнього порталу, що є технічною

складовою програмно-апаратного комплексу ІКЦ-ІКТ огляду автомобільної дороги.

На рис. 9 наведено організаційно-функціональну схему взаємодії учасників систематичних спостережень за станом дороги у зимовий період. Виконроб (майстер), керівник, комісія і більш широкий загал входять до ІКТ огляду автомобільних доріг. Насамперед ,дорожня патрульна служба, усі учасники дорожнього руху можуть бути користувачами ІКЦ-ІКТ огляду автомобільних доріг.

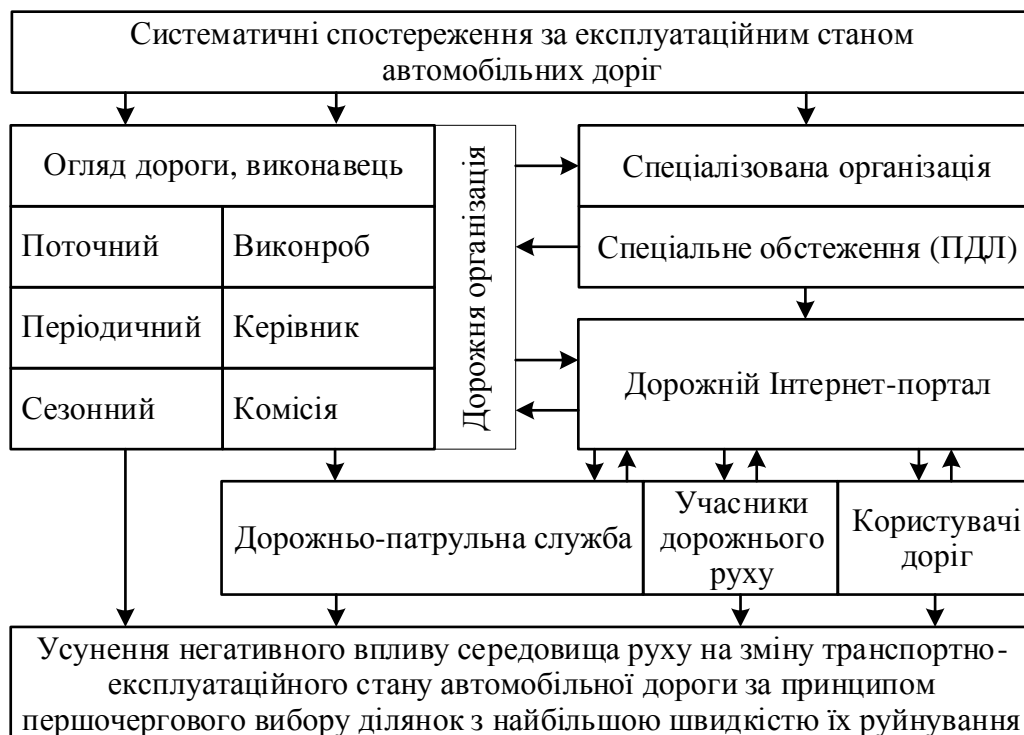


Рисунок 9 – Взаємодія учасників систематичних спостережень

Схемотехнічне рішення зі створення ІКЦ-ІКТ огляду автомобільних доріг досліджувалося в умовах СПКБ «МЕХАТРОНІКА ХНАДУ» для підтвердження можливості її фізичної реалізації, створення дворівневої автомобільної інформаційно-комунікаційної системи, яка містить інформаційно-комунікаційний центр та дорожній портал в інформаційному середовищі Internet.

Під час дослідження найбільша увага приділялася насамперед: роботі з оперативної діагностики дороги у зимовий період, синергетичному об'єднанню зусиль співробітників дорожньо-патрульної служби - ДПС районних автодорожніх діляниць - РАД та дорожньо-експлуатаційних підрозділів - ДЕП з проведення діагностичних робіт з огляду автомобільних доріг. Моделювання оцінки своєчасності прийняття рішень з оцінки реального стану доріг у зимовий період, кошторисні розрахунки ефективності застосування ІКТ показали, що у будь-якому випадку ефективність запропонованих рішень становить не менше 10 – 15 % від загального обсягу діагностичних робіт. Найбільш повною є оцінка відповідних результатів такого впровадження у РАД та ДЕД за прямим і непрямим (опосередкованим) економічним ефектом.

Для розрахунку непрямой складової економічного ефекту E_k використовуються дані про обсяг робіт V експлуатаційної дорожньої організації, про

витрати на виконання одиниці роботи до Z_1 і після впровадження ІКТ Z_2 :

$$E_k = V(Z_1 - Z_2). \quad (8)$$

Незважаючи на різницю в підходах, прийнятих для оцінки ефективності E комп'ютеризації, спільним є те, що впроваджувана система порівнюється з існуючою та аналізуються витрати на її проектування і впровадження, що дає нова система інтерактивної оцінки та оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг.

У загальному вигляді

$$E = E[X_y, X_c, X_e, X_b] \quad (9)$$

де X_y – множина показників робіт з утримання дороги; X_c – множина параметрів діагностичних робіт; X_e – множина параметрів організації транспортного процесу; X_b – множина зовнішніх чинників, що впливають на якість діагностичних робіт у цілому.

Порівняно з існуючою практикою систематичного спостереження за експлуатаційним станом автомобільних доріг запропонований удосконалений метод інтерактивної оцінки та оперативної діагностики практично не потребує капіталовкладення. Тільки від інтенсивності використання ІКТ огляду доріг залежать поточні експлуатаційні витрати. Час використання результатів відзначається миттєвою доступністю. Гнучкість та надійність удосконаленого методу помірні і високі.

Також виконано кількісну оцінку ефективності удосконаленого методу інтерактивної оцінки та оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних (табл. 2).

Таблиця 2

Ефективність ІКТ огляду автомобільної дороги

№ пп	Найменування показників	Од. виміру	ПДЛ (Кальк. № 1)	ІКТ (Кальк. № 2)	Ефективність	
					різниця (ПДЛ-ІКТ)	%
1	Вартість виконання робіт (надання послуг)	грн	9272,59	1162,14	8110,45	87,5
2	Виконавці	чол.	3	1	2	200
3	Норма часу	люд.-днів	9	0,5	8,5	94,44
4	Прямі матеріальні витрати	грн	423,74	423,74	0	0

ВИСНОВКИ

1. Вивчення та узагальнення вітчизняного досвіду, літературних джерел, нормативних документів свідчить про постійну тенденцію комп'ютеризації дорожньої галузі. Проте є протиріччя між рівнем продуктивності сучасних систем реєстрації даних про стан автомобільних доріг, динамічним накопиченням та статичним характером існуючих засобів, веденням електронних баз даних у дорожній галузі. Існує проблема підвищення рівня інформованості користувачів доріг, учасників дорожнього руху про стан автомобільних доріг, особливо у зимовий період, коли треба приймати рішення про оперативне втручання відповідальних осіб дорожньо-експлуатаційних підрозділів та дільниць в усунення наслідків погіршення стану дорожньої мережі, необхідності прийняття своєчасних рішень на обмеження дорожнього руху.

2. Удосконалення методу інтерактивної оцінки та оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг оснований на адаптації та самонавчанні, опосередкованій оцінці стану поверхні покриття проїзної частини, що дає можливість узагальнити отриману інформацію та зосередити увагу спостерігача на відхиленні значень від нормативних показників. Воно базується на створенні інтерактивного дорожнього тестера - ІДТ, відмінною характеристикою якого є можливість застосування його як інструментального засобу відповідальними особами, що організовують та виконують огляд доріг.

3. Удосконалений інтерактивний метод оцінки стану автомобільних доріг на основі застосування ІКТ об'єднав досвід спостерігача із використанням програмно-апаратних мультимедійних засобів моніторингу, просторово-часової орієнтації і комп'ютерних ресурсів користувачів доріг та учасників дорожнього руху на підставі синергетичного механізму самоорганізації. На відміну від існуючої практики комп'ютеризації діагностування транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг, новий підхід полягає у створенні ланцюга з автомобільного інформаційно-комунікаційного центру ІКЦ (множини ІКЦ) та інформаційного дорожнього порталу (Інтернет – сайту). Таким чином отримано безперервну реєстрацію та накопичення інформації про поточний стан доріг.

4. Імітаційне моделювання, кошторисні розрахунки ефективності впровадження ІКТ для моніторингу транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг показали, що у будь-якому випадку прибуток становить не менше 10 – 15 % від загального обсягу діагностичних робіт дорожньої організації. Огляд автомобільної дороги у зимовий період із застосуванням одного нового ланцюга ІКЦ та дорожнього порталу дає ефективність понад 1 тис. грн за один день роботи.

5. Доцільність створення ІКТ огляду дороги у зимовий період полягає у тому, що вона стає інструментальним засобом, який дозволить своєчасно приймати оперативні рішення щодо утримання, дрібного – поточного або аварійного ремонту, обмеження руху, а також обирати першочергові завдання для більш детального обстеження з метою успішного утримання відповідних ділянок та дороги у цілому.

6. Результати досліджень впроваджені у дорожніх організаціях Харківської, Донецької та Луганської областей. Застосування ІКТ співробітниками дорожньо-

патрульної служби - ДПС районних автодорожніх дільниць - РАД та дорожньо-експлуатаційних підрозділів - ДЕД для проведення діагностичних робіт з огляду автомобільних доріг довело можливість отримання на 100 км дороги понад 8 тис. грн прибутку.

7. Порівняльний аналіз існуючого інтерактивного методу оцінки та оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг дозволив підтвердити ефективність отриманого практичного результату його удосконалення. Було вдвічі скорочено час реєстрації інформації, необхідної для прийняття відповідних рішень щодо оцінки стану дороги, зменшено зайнятість управлінського та виробничого персоналу за рахунок комп'ютеризації збору, обробки, підготовки та передачі достовірної інформації про дорожні ситуації.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Алексієв В.О. Інтерактивний моніторинг автомобільних доріг: монографія / О.П. Алексієв, А.А. Видмиш, В.О. Хабаров. : – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 144 с.

а) публікації у наукових фахових виданнях України:

2. Хабаров В.О. Дорожники недополучают – государство теряет / В.О. Хабаров // Науковий вісник будівництва. – Х. : ХДТУБА. – 2002. – № 19. – С. 153 – 155.

3. Хабаров В.О. Интерактивная система мониторинга качества автомобильных дорог / В.О. Хабаров // Вісник ХНАДУ: зб. наук. пр. – Х. : – ХНАДУ. – 2007. – Вип. 38. – С. 301 – 303.

4. Алексеев В.О. Мехатронная система непрерывного мониторинга автомобильных дорог / В.О. Алексеев, С.Н. Неронов, В.О. Хабаров // Автомобільний транспорт : зб. наук. пр. – Х. : ХНАДУ. – 2005. – Вып.16. – С. 324 – 326.

5. Алексієв О.П. Універсальна автотранспортна лабораторія / О.П. Алексієв, О.В. Дзюбенко, В.О. Хабаров // Автомобільний транспорт : зб. наук. пр. – Х. : ХНАДУ. – 2008. – Вип. 22. – С. 73 – 76.

6. Алексієв О.П. Комп'ютерні системи у ВНЗ транспортного профілю / О.П. Алексієв, В.О. Хабаров, В.В. Верченко // Автомобільний транспорт : зб. наук. пр. – Х. : ХНАДУ. – 2008. – Вип. 23. – С.163 – 165.

7. Хабаров В.О. Гнучка мобільна комп'ютеризована система екологічного моніторингу наземних транспортних систем / В.О. Хабаров, В.В. Верченко // Автомобільний транспорт : зб. наук. пр. – Х. : ХНАДУ. – 2009. – Вип. 25. – С. 274 – 277.

8. Алексієв О.П. Інформація транспортної інфраструктури, машин та систем / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, В.О. Хабаров, Г.Г. Четверяков // Бионика интеллекта: научн.-техн. журнал. – Х. : ХНУРЕ. – 2010. – № 3 (74). – С. 52 – 57.

9. Пат. 32142 U Україна, МПК (2006) G01C7/00, G01C23/00. Комп'ютеризований мобільний комплекс для оцінки якості покриття автомобільних доріг / В.О. Алексієв, О.Г. Гурко, О.В. Дзюбенко, В.О. Хабаров // заявник та патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № u200713053; заявл. 26.11.2007 ; – Опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9.

10. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 63186 / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, В.О. Хабаров // Твір науково-практичного характеру «Інтерактивна оцінка і оперативна діагностика експлуатаційного стану автомобільних доріг (розгорнута постановка задачі)» («Інтерактивний автодорожній моніторинг»). Україна: Державна служба інтелектуальної власності України, дата реєстрації 24.12.2015.

б) публікації у наукових періодичних виданнях іноземних держав та апробаційного характеру

11. Алексеев О.П. Многоуровневая система автомобильного мониторинга / О.П. Алексеев, В.О. Хабаров // Сборник статей “Мехатроника транспортных средств и технологических машин”. – Губкин : ГОУ ВПО МГОУ, 2010. – С. 8 – 15.

12. Алексеев В.О. Микропроцессорная система автомобильного мониторинга транспортных машин и условий движения / В.О. Алексеев, В.О. Хабаров // Сборник статей “Мехатроника транспортных средств и технологических машин”. – Губкин : ГОУ ВПО МГОУ, 2010. – С. 67 – 72.

13. Алексієв О.П. Інформаційне забезпечення викладання навчального матеріалу з транспортного моніторингу дорожнього середовища / О.П. Алексієв, С.Н. Неронов, В.О. Хабаров // Збірник наукових праць всеукраїнської науково-методичної конференції з проблем використання інформаційних технологій в навчальному процесі ВНЗ. – Х. : ХНАДУ, 2007. – С. 93 – 96.

14. Алексієв О.П. Інтерактивний моніторинг транспортних систем / О.П. Алексієв, В.О. Хабаров, А.Ю. Федорець // Матеріали III Регіонального семінару з міжнародною участю “Системи PROCESS AUTOMATION: застосування в навчальному процесі й виробництві”. Х. : ХТУБА. – 2011. – С. 41 – 43.

15. Алексієв О.П. Інтерактивний моніторинг шляхів сполучення у транспортних системах (формалізація) / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, В.О. Хабаров, А.А. Видмиш, А.Ю. Федорець // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Забезпечення безпеки та комфорту дорожнього руху: проблеми та шляхи розв’язання”. – Х. : ХНУРЕ – ХНАДУ. – 2011. – С. 106 – 113.

16. Хабаров В.О. Інтерактивна оцінка і оперативна діагностика експлуатаційного стану автомобільних доріг / В.О. Хабаров // Матеріали всеукраїнського науково-практичного семінару “Системи PROCESS AUTOMATION: застосування в навчальному процесі й виробництві”. – Х. : ХНУБА, 2012. – С. 11 – 13.

17. Алексієв О.П. Інформаційно-комунікаційна технологія огляду стану автомобільних доріг / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, В.О. Хабаров, О.Ю. Кравченко // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “Інформаційні технології і мехатроніка”. – Х. : ХНАДУ, 2014. – С. 21 – 22.

АНОТАЦІЯ

Хабаров В.О. Удосконалення методу інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг. – На правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних

наук за спеціальністю 05.22.11 – автомобільні шляхи та аеродроми. – Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – м. Харків, 2016.

В дисертації досліджено синергетичне об'єднання просторово-часової орієнтації мобільних інструментальних засобів з досвідом фахівця-експерта, імітаційного комп'ютерного моделювання та фізичної реалізації програмно-апаратних мультимедійних засобів у задачах систематичного спостереження за транспортно-експлуатаційним станом автомобільних доріг.

Пропонується без значних витрат оцінювати динаміку зміни стану автомобільних доріг із застосуванням ІКТ їх утримання.

Удосконалено метод інтерактивної оцінки і оперативної діагностики експлуатаційного стану автомобільних доріг для скорочення часу, фінансових, людських витрат на діагностичні роботи за рахунок поєднання досвіду фахівця з використанням комп'ютерних ресурсів учасників дорожнього руху.

Ключові слова: автомобільна дорога, інтерактивний моніторинг, діагностика, інформаційно-комунікаційна технологія, мобільний дорожній тестер.

АННОТАЦИЯ

Хабаров В.О. Совершенствование метода интерактивной оценки и оперативной диагностики автомобильных дорог. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.11 – автомобильные дороги и аэродромы. – Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет. – г. Харьков, 2016.

Исследовано синергетическое объединение пространственно-временной ориентации мобильных инструментальных средств с опытом специалиста-эксперта, имитационного компьютерного моделирования и физической реализации программно-апаратных мультимедийных средств в задачах систематического наблюдения за транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог.

Предлагается без значительных затрат оценивать динамику изменения состояния автомобильных дорог с применением информационно-коммуникационной технологии (ИКТ) их содержания.

Изучена и доказана необходимость и возможность создания системы интерактивного мониторинга автомобильных дорог на основе ИКТ. Разработаны требования к созданию и внедрению в дорожных организациях ИКТ осмотра автомобильных дорог. Создана информационно-коммуникационная система осмотра автомобильных дорог с применением усовершенствованного метода интерактивной оценки и оперативной диагностики эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Даны практические рекомендации по применению усовершенствованного метода интерактивной оценки и оперативной диагностики эксплуатационного состояния автомобильных дорог и внедрены результаты исследований в работу дорожно-патрульной службы в наиболее сложный в содержании дорог зимний период.

По сравнению с существующей практикой систематического наблюдения за состоянием автомобильных дорог предлагаемый усовершенствованный метод интерактивной оценки и оперативной диагностики практически не требует капиталовложений. Текущие эксплуатационные расходы ИКТ зависят только от

интенсивности осмотра автомобильных дорог. Усовершенствованный метод характеризуется мгновенной доступностью, гибкостью и высокой надежностью. Проведена проверка предложенных новых научно-технических решений по мониторингу состояния покрытия автомобильных дорог государственного значения М04 Знаменка – Луганск – Изварино и М03 Киев – Харьков – Довжанский. На практике доказана техническая и экономическая эффективность усовершенствованного интерактивного метода оценки эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Показано значительное (в 2 – 3 раза) сокращение расходов на проведение обследования автомобильных дорог за счет объединения полевого и камерального периодов.

В результате усовершенствованного интерактивного метода в дорожной организации можно получить на 100 км дороги более 8 тыс. грн экономии денежных средств. Сокращается в два раза оперативность регистрации информации, необходимой для принятия соответствующих решений по оценке состояния дороги, уменьшается занятость управленческого и производственного персонала за счет компьютеризации сбора, обработки, подготовки и передачи достоверной информации о дорожных ситуациях. ИКТ осмотра автомобильных дорог в зимний период дает эффективность более 1 тыс. грн за один день работы в условиях одной дорожной организации.

Практическая ценность исследований автора работы подтверждена актами внедрения. Научные и практические результаты стали основой для совершенствования преподавания учебного курса «Системная инженерия автомобильных компьютерных систем». и магистерских исследований студентов специальности 8.05020103 – компьютерные системы управления движущимися объектами на автомобильном транспорте факультета компьютерных технологий и мехатроники.

Ключевые слова: автомобильная дорога, интерактивный мониторинг, диагностика, информационно-коммуникационная технология, мобильный дорожный тестер.

ABSTRACT

V. Habarov. Improvement in the method of interactive assessment and operational diagnostic roads. – The manuscript.

Thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.22.11 – Roads and aerodromy. Kharkov National Automobile and Road University. – Kharkiv, 2016.

The thesis discussed the synergistic association of space-time targeting of mobile tools with the experience of professional experts, computer simulation and physical implementation software and hardware multimedia tasks in a systematic transport state monitoring of highways.

It is proposed with using information and communication technology dynamics estimate of state highways without significant cost.

It is the method of interactive assessment rapid road state to reduce the time, financial and human costs of diagnostics road through a combination of knowledge professional expert with computer resources road traffic.

Keywords: highway, interactive monitoring, diagnostics, information and communication technology, mobile road tester.

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 0.9 Тир. 100 прим. Зам. 190-16.
Підписано до друку 19.04.16. Папір офсетний.

Надруковано з макету замовника у ФОП Бровін О.В.
61022, м. Харків, вул. Трінклера, 2, корп.1, к.19. Т. (057) 822-71-30, (066) 822-71-39
Свідоцтво про внесення суб'єкта до Державного реєстру
видавців та виготовників видавничої продукції серія ДК 3587 від 23.09.09 р.