

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Вінницький національний технічний університет  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

# **ІНТЕРАКТИВНИЙ МОНІТОРИНГ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

**Монографія**

Вінниця  
ВНТУ  
2012

УДК 004.9:625.7  
ББК 32.97:39.31  
А48

Автори:

**В. О. Алексієв, О. П. Алексієв, А. А. Видмиш, В. О. Хабаров**

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 10 від 30.05.2012 р.)

Рецензенти:

**Є. В. Бодяньський**, доктор технічних наук, професор;

**Г. І. Загарій**, доктор технічних наук, професор;

**М. І. Самойленко**, доктор технічних наук.

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

ISBN 978-966-641-490-1

Наведено основні відомості про автомобільні мехатроніку, телематику та синергетику як нові напрями інформаційного розвитку транспортної інфраструктури міст та регіонів. Розглянуто застосування та створення на транспорті розподілених комп'ютерних систем та інтелектуальних технологій управління рухом наземних автотранспортних засобів.

Монографія призначена для студентів технічних ВНЗ, магістрів, аспірантів та наукових співробітників транспортних та дорожніх організацій, що спеціалізуються на розробці і використанні сучасних комп'ютерних технологій на транспорті.

**УДК 004.9:625.7  
ББК 32.97:39.31**

**ISBN 978-966-641-490-1**

© Алексієв В. О., Алексієв О. П., Видмиш А. А., Хабаров В. О., 2012

## ЗМІСТ

|   |     |
|---|-----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....   | 4   |
| ВСТУП .....   | 5   |
| 1 Спостереження за станом автомобільних доріг .....   | 7   |
| 1.1 Діагностування стану автомобільних доріг .....  | 7   |
| 1.2 Спостереження і моніторинг .....  | 10  |
| 1.3 Інтелектуалізація інструментальних засобів .....  | 18  |
| 1.4 Інтерактивний моніторинг .....  | 25  |
| 2 Інтерактивний моніторинг автомобільних доріг .....  | 36  |
| 2.1 Спостереження та узагальнення .....   | 36  |
| 2.2 Лінгвістичні змінні та нечітке визначення даних .....   | 47  |
| 2.3 Інтерактивна система оцінки .....   | 53  |
| 2.4 Штучна нейронна мережа (ШНМ) для моніторингу авто-<br>мобільних доріг .....                   | 61  |
| 3 Оперативна діагностика .....  | 66  |
| 3.1 Супутникова технологія спостереження .....  | 66  |
| 3.2 Реєстрація телематичної інформації .....  | 75  |
| 3.3 Оцінка дорожніх ситуацій .....  | 85  |
| 3.4 Інтерфейс користувача .....   | 88  |
| 4 Інформаційно-комунікаційна технологія (ІКТ) спостереження<br>за станом автомобільних доріг..... | 93  |
| 4.1 Убудована ШНМ ІКТ для оцінки доріг.....   | 93  |
| 4.2 Інформаційно-комунікаційний центр інтерактивного<br>моніторингу автомобільних доріг .....     | 98  |
| 4.3 Впровадження ІКТ для оцінки поверхні автомобільної<br>дороги.....                             | 104 |
| 4.4 Вартісний аналіз результатів впровадження ІКТ інтера-<br>ктивного моніторингу.....            | 114 |
| ВИСНОВКИ .....  | 124 |
| ЛІТЕРАТУРА.....   | 129 |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

|      |   |   |
|------|---|---|
| АБОК | – | автомобільний бортовий обчислювальний комплекс  |
| АСУ  | – | автоматизована система управління   |
| АТЗ  | – | автотранспортний засіб  |
| БОК  | – | бортовий обчислювальний комплекс  |
| ІКТ  | – | інформаційно-комунікаційна технологія   |
| ІКЦ  | – | інформаційно-комунікаційний центр   |
| ІЛМ  | – | інформаційно-логічна модель   |
| ІОК  | – | інформаційно-обчислювальний комплекс  |
| ІТЗ  | – | інтелектуальний транспортний засіб  |
| МДП  | – | мобільний диспетчерський пункт  |
| ОПР  | – | особи, які приймають рішення  |
| ПДЛ  | – | пересувна дорожня лабораторія   |
| СІМ  | – | система інтерактивного моніторингу  |
| ТЗ   | – | транспортні засоби  |
| ТК   | – | транспортні комунікації   |
| ТМ   | – | транспортні машини  |
| ТП   | – | транспортні процеси   |
| ТПД  | – | тестер-пробник дорожній   |
| ТС   | – | транспортні системи   |
| ТСЦ  | – | транспортний ситуаційний центр  |
| УМТЛ | – | універсальна мобільна транспортна лабораторія   |
| ШНМ  | – | штучні нейронні мережі  |
| ШС   | – | шляхи сполучення  |
| CAD  | – | Computer-Aided Design (система автоматизованого проектування)                                   |
| GPS  | – | Global Positioning System (глобальна система визначення розташування об'єкта на поверхні Землі) |

## ВСТУП

Забезпечення потреб мешканців міст та регіонів, виробничих організацій у пасажирських та вантажних перевезеннях залежить від постійного розвитку транспортної інфраструктури: шляхів сполучення, транспортних машин та технологій і багатьох інших підсистем та ланок транспортного комплексу, що забезпечують надання транспортних послуг населенню та організаціям. Слід відзначити, що сьогодні на автомобільному транспорті склалася ситуація випередження розвитку автомобільного парку, відповідно підвищення мобільності мешканців міст та регіонів та обмежених можливостей існуючої транспортної мережі. Автомобільні дороги стають вузькою ланкою транспортних систем міст та регіонів. Вони потребують постійної уваги до усіх етапів створення та існування – від наукового обґрунтування та проектно-вишукувальних робіт до будівництва та утримання. Безумовно, є необхідність неперервного стеження за їх експлуатаційним станом. Його результати – основа для прийняття рішень з розподілу матеріальних, фінансових та людських ресурсів з утримання автомобільних доріг, їх експлуатації, ремонту та реконструкції.

У транспортній галузі існує спеціальна система, що забезпечує контроль та діагностику стану автомобільних доріг. Їх якість оцінюється, як правило, інструментальними засобами, приладами, пристроями та системами. У світовій практиці оцінки стану та діагностики автомобільних доріг розроблені потужні інформаційно-вимірювальні системи з високим рівнем автоматизації обстеження автомобільних доріг. В Україні функції оцінки стану автомобільних доріг виконує науково-технічний центр «Дор'якість».

Слід відзначити, що будь-яка оцінка шляхів сполучення або транспортних комунікацій, автомобільних доріг таких складних систем потребує значних фінансових витрат та трудовитрат. Тільки приблизна оцінка якості дорожнього покриття, геометрії та облаштування декількох десятків вулиць великого міста потребує виконання робіт з їх спостереження обсягом більше ніж сто тисяч гривень. При цьому слід зазначити, що такий нагляд за станом автомобільних доріг потрібно здійснювати постійно.

Поряд з детальним обстеженням автомобільних доріг за допомогою спеціальних інформаційно-вимірювальних систем необхідні порівняно прості методи, засоби та системи, які дозволяють без значних витрат постійно оцінювати динаміку зміни стану автомобільних доріг. Потрібний своєрідний «дорожній тестер-пробник» (ТПД), який дозволяє своєчасно виявити відхилення транспортно-експлуатаційних якостей автомобільної дороги від нормативних вимог, початок її руйнування.

У роботі пропонуються методи та засоби спостереження за станом автомобільних доріг, які спрямовані на таку оцінку. Основним в ній є теоретичне обґрунтування створення нової інтелектуальної інформаційно-комунікаційної технології (ІКТ) спостереження за станом автомобільних доріг, визначення її місця та інструментальних засобів реалізації в умовах практично будь-якої транспортної організації або органів регіонального, міського самоврядування.

Передбачено інтерактивний режим роботи ІКТ. Він спрощує відповідні процедури діагностування стану автомобільної дороги та безпосередньо процес обстеження. На порядок підвищується продуктивність моніторингу шляхів сполучення. Інтерактивна оцінка та оперативна діагностика експлуатаційного стану автомобільних доріг актуальні та своєчасні для подальшого розвитку і практичної реалізації новітніх технологій спостереження за станом шляхів сполучення транспортних систем, у дорожньому будівництві та експлуатації автомобільних доріг.

Метою дослідження є підвищення достовірності та своєчасності отримання інформації керівництвом дорожніх організацій, органів самоврядування та учасниками дорожнього руху про стан автомобільних доріг на регіональному рівні.

# РОЗДІЛ 1

## СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СТАНОМ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

### 1.1 Діагностування стану автомобільних доріг

Автомобільні дороги загального користування України – це дороги державного та місцевого значення, що забезпечують внутрішньо-державні та міжнародні перевезення пасажирів і вантажів з урахуванням адміністративно-територіального поділу держави, з'єднують населені пункти і є складовою частиною єдиної транспортної системи держави. Вони є державною власністю, порядок управління якою встановлюється Кабінетом Міністрів України. Діяльність з експлуатації таких шляхів сполучення транспортного комплексу підпорядковується основним законодавчим актам України, державним правилам їх ремонту, реконструкції та утримання [1–17]. Їх оцінка, діагностування є інформаційним процесом та оснований на концепції і національних програмах інформатизації, розвитку інформаційного забезпечення на автомобільних дорогах [18–20].

Різними аспектами цього питання, що пов'язані з інформаційним розвитком дорожньої галузі, займалися вчені О. П. Алексієв, В. О. Алексієв, А. П. Буслаєв, А. П. Васильєв, А. І. Воркут, Е. В. Гаврилов, М. Я. Говорущенко, І. А. Золотарь, В. К. Жданюк, І. В. Кіашко, В. А. Іларіонов, Д. Е. Кузьмін, В. І. Кузьмін, Д. О. Павлюк, В. П. Поліщук, В. В. Сільянов, Р. В. Смолянюк, А. М. Туренко, Є. Б. Угненко, А. А. Хачатуров, В. В. Філіппов та інші. Аналіз їхніх досліджень дозволив виділити три послідовні етапи інформатизації шляхів сполучення у транспортних системах:

- виконання комп'ютерних обчислень для вирішення окремих складових проблем та завдань із вишукування, проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг;
- створення галузевої автоматизованої системи управління дорожніми організаціями, впровадження інформаційних технологій у дорожній галузі;
- розвиток дорожньої мехатроніки, телематики, інтелектуалізація шляхів сполучення.

Слід відзначити, що поряд з інформатизацією дорожньої галузі вдосконалення автомобільних доріг, їх використання та експлуатація пов'язані із оцінкою транспортних витрат, рішенням економічних проблем дорожньої галузі у цілому [21–25]. На цьому ґрунтуються і вимоги до проблем діагностування автомобільних доріг на регіональному рівні. На рівні будь-якого дорожнього підприємства, організації слід ураховувати проблеми як організаційного, так і власне економічного характеру [26–29].

Мережа автомобільних доріг України – це не тільки наше національне надбання, а, перш за все, найважливіша складова економіки держави. Від транспортно-експлуатаційного стану доріг та штучних споруд на них значною мірою залежать збитки на перевезення вантажів і пасажирів, економічні витрати від дорожньо-транспортних пригод. Транспортні витрати збільшують собівартість вітчизняної продукції, зменшують її конкурентоспроможність на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Значення автомобільних доріг для соціально-економічного розвитку країни правильно розуміли наші батьки і діди. Тому автомобільні дороги в Україні інтенсивно почали будувати у важкі повоєнні роки. Як наслідок – економічні показники вже через п'ять–десять років перевершили довоєнний рівень. Чомусь ми не хочемо скористатися історичним досвідом Сполучених Штатів Америки, Німеччини та інших країн, що процвітають завдяки тому, що їх керівництво для подолання важкої кризи 30-х років усі зусилля спрямувало на будівництво автомобільних доріг. Так, на сьогоднішній день в Україні витрати на дорожню галузь у кілька разів менші, ніж у розвинутих країнах. У Швеції на один кілометр доріг витрачається у цілому в 4,4 рази більше коштів, ніж в Україні. У США – більше ніж у 4,3 рази, у Німеччині – більше ніж в 11 разів, у Швейцарії – більше ніж у 19,8 рази, в Японії – більше ніж у 25 разів. Навіть у Росії віддалені витрати на один кілометр доріг у 2,2 рази більше, ніж в Україні. Крім того, у розвинутих країнах на будівництво нових і реконструкцію існуючих доріг використовується від 50 до 84 % коштів. В Україні внаслідок недостатнього фінансування дорожнього господарства більше 80 % коштів витрачається на збереження існуючої мережі доріг і штучних споруд від руйнувань.



Споживчі якості автомобільних доріг внаслідок недостатнього фінансування та зменшення обсягів дорожніх робіт поступово погіршуються. Це призвело до зменшення швидкості перевезень вантажів і пасажирів, підвищення аварійності, внаслідок чого збільшилися витрати на автомобільні перевезення, зросли економічні збитки держави і суспільства. Оптимальний рівень фінансування дорожнього господарства, який включає економічні збитки держави від незадовільного стану доріг, становитиме 5,5 млрд гривень на рік. Мінімальний рівень фінансування дорожнього господарства становить 4,3 млрд гривень. При такому рівні фінансування ще можна зберегти існуючу мережу доріг та штучних споруд. Нескладно підрахувати, що збільшення фінансування до оптимального рівня дозволяє державі отримати на кожну гривню, спрямовану на дорожнє господарство, майже 6 гривень доходу. Ці розрахунки правильні тільки на сьогоднішній день. Але вже через два – чотири роки мережу доріг і штучних споруд при існуючому рівні фінансування не зберегти. Її оновлення для держави буде коштувати на порядок більше.

Кількісна оцінка економічних збитків за методикою, розробленою Харківським національним автомобільно-дорожнім університетом, свідчить про те, що при існуючому рівні фінансування дорожнього господарства (приблизно 1 млрд гривень на рік) економічний збиток держави становитиме 20,65 млрд гривень (рис. 1.1).

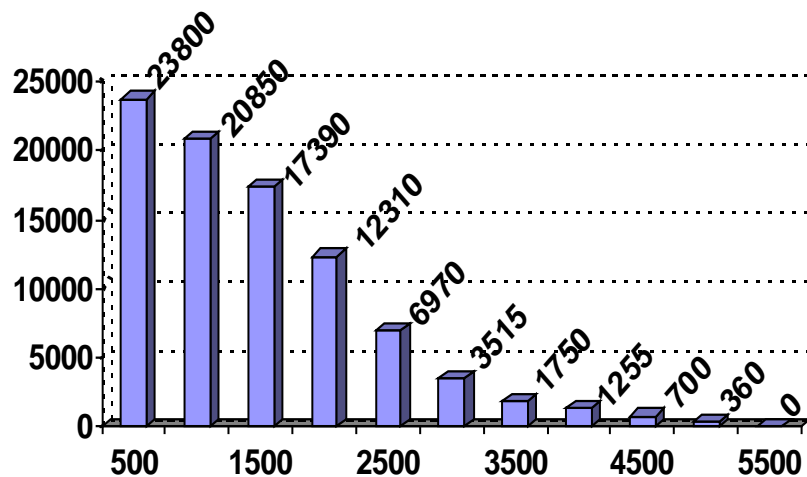


Рисунок 1.1 – Економічні втрати держави від фінансування дорожнього господарства, млн грн на поточний рік

## 1.2 Спостереження, моніторинг, інструментальні засоби

Експлуатація автомобільних доріг у містах, міжміські шляхи сполучення тісно пов'язані з їх спостереженням. У деяких випадках потрібну безперервне спостереження та діагностика експлуатаційного стану. Визначимо їх як моніторинг відповідних шляхів сполучення. Розглянемо інструментальні засоби, що забезпечують не просто спостереження за станом автомобільних доріг, а й підготовку даних для вирішення задач розподілу завдань експлуатаційним організаціям.

Інструментальні засоби слід розглядати не як технічну підтримку спостереження за їх станом, а як їх безперервний моніторинг. Відмінність моніторингу від діагностування полягає у визначенні передісторії зміни стану автомобільної дороги відповідно до існуючого стану. Таким чином, моніторинг повинен забезпечити своєрідну відбудову, характеристику змін стану відповідного шляху сполучення.

Саме моніторинг передбачає, що усі інструментальні засоби реєстрації, накопичення дорожніх даних є технічними, повністю або частково комп'ютеризованими системами. Також вони передбачають цифрову обробку даних, подання відповідної інформації користувачам у вигляді, придатному для прийняття рішень з утримання та експлуатації відповідних шляхів сполучення.

Світовий досвід свідчить, що для того, щоб дороги були якісні, необхідна ефективна робота системи такого моніторингу за станом автомобільних доріг. Основним елементом цієї системи є діагностика автомобільних доріг. Здійснюють такі роботи спеціалізовані організації, використовуючи пересувні дорожні лабораторії та спеціальне обладнання.

Існує декілька технологій та методів оцінки стану дороги за рівністю, за ковзанням, зчепленням та геометричними параметрами. Практично усі вони передбачають використання інструментальних засобів виконання вимірювань безпосередньо при наближенні спостерігача до відповідної ланки шляху сполучення. У результаті реєструється значення окремих параметрів діагностування. Сама технологія такої діагностики передбачає використання пересувних дорожніх лабораторій.

Відповідний комплекс діагностичних робіт включає в себе рішення таких основних завдань:

- підготовчі роботи;
- польові роботи;

- обробка отриманих даних;
- аналіз результатів вимірювань;
- розв’язання прямої та зворотної задачі перетворення – відбудова значень транспортно-експлуатаційних параметрів дороги;
- розв’язання задач утримання автомобільної дороги, включно з розподілом матеріальних та фінансових ресурсів, спрямованих на експлуатацію дорожньої мережі.

Для визначення техніко-експлуатаційних характеристик автомобільних доріг у польових умовах широко використовуються пересувні лабораторії, що являють собою багатофункціональні вимірювально-обчислювальні комплекси, встановлені на шасі базового автомобіля. Такі лабораторії дозволяють в автоматичному чи напівавтоматичному режимі отримувати геометричні параметри елементів доріг, коефіцієнти зчеплення та показники рівності дорожнього покриття, показники міцності дорожнього одягу, а також відеоінформацію про дороги та штучні споруди. Бортовий комп’ютер з програмним забезпеченням дозволяє об’єднувати в єдиний комплекс інформацію з різних вимірювальних систем лабораторії, проводити автоматичне введення та первинну обробку вимірювань, проглядати результати вимірювань та роздруковувати їх у вигляді таблиць та графіків на друкувальних пристроях.

Зараз існують пересувні дорожні лабораторії (ПДЛ), обладнані сучасним профілометричним обладнанням для оцінки рівності дорожнього покриття, лазерними сканерами для оцінки поперечного профілю дороги, системами відеокomp’ютерного сканування поверхні дорожнього покриття для реєстрації дефектів, системами GPS для точної прив’язки об’єктів та георадарами для отримання інформації про характеристики шарів дорожнього покриття.

Моніторинг транспортних потоків – це система спостереження та контролю за станом дорожнього середовища, завантаженістю дороги, реєстрації та обробки отриманих даних. Розглянемо на прикладі сучасних дорожніх організацій відповідні методи та технології спостереження за станом автомобільних доріг, що основані на застосуванні ПДЛ [30–32]. Так, у науково-виробничому об’єднанні «Регіон» (Москва) розроблено апаратно-програмний комплекс відеопаспортизації доріг – лабораторію ДВК-4 (рис. 1.2).

У лабораторії оцінка стану дороги базується на таких розробках:

- блок цифрового відеозапису в комп’ютер;

– блок позиціонування, оснований на застосуванні ультразвукових давачів, які відстежують місцезнаходження автомобіля на дорозі, та на дії GPS-приймача;

– блок вимірювання глибини дорожньої колії, який складається з блока давачів, лазерного сканера і георадара.



Рисунок 1.2 – Апаратно-програмний комплекс відеопаспортизації доріг

Лабораторія є комплексною і вимірює велику кількість параметрів, які включають усю геометрію дороги. Вона дозволяє реєструвати всі стани дорожнього середовища з великою точністю. В результаті після обробки отримуємо тахометричну зйомку в масштабі 500 тисяч з прив'язкою до всіх об'єктів, які потрапили в поле зору камер (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Програмний інтерфейс ДВК-4

Лабораторія ВКС (рис. 1.4) була розроблена у 1995 – 96 рр. у науково-дослідному інституті матеріалів та конструкцій при МАДІ. Ця лабораторія дозволяє оцінити стан дорожньої поверхні, фіксувати дефекти покриття, тріщини, результати ремонтних робіт, ремонтні карти, при цьому точність оцінки об'єктів на поверхні дороги становить 0,5 см. Таким чином, будь-яка тріщина може бути оцінена, зафіксована та заміряна геометрично.



Рисунок 1.4 – Лабораторія відеокомп'ютерного сканування ВКС

Пересувна лабораторія обладнана системою вимірювання геометрії дороги, її профілю. Вона дозволяє оцінити поздовжній профіль дороги з фіксацією міжнародного індексу рівності. Крім того, система дозволяє оцінити поперечний профіль дороги з виявленням і вимірюванням колій на проїжджій частині. Устаткування лабораторії показано на рис. 1.5.

Також розроблено систему дорожнього відеозапису ДВС-3 (рис. 1.6) зі встановленою системою з трьох відеокамер, гіроскопом (рис. 1.7) і давачем шляху, що дозволяє при проїзді дорожнього об'єкта отримувати його траєкторію і кадри відео, прив'язані до координат за цією траєкторією.



Рисунок 1.5 – Обладнання лабораторії ВКС

Після цього можливі вимірювання геометричних параметрів ширини об'єктів, довжини, висоти встановлення дорожніх знаків – і відповідно стає зрозумілою вся ситуація на дорозі.



Рисунок 1.6 – Лабораторія дорожнього відеозапису ДВС-3



Рисунок 1.7 – Обладнання лабораторії ДВС-3

Найцікавішим є створення мобільної дорожньої лабораторії «МУДРЕЦ» – мобільний вуличний дорожній рецептор (рис. 1.8). Ця лабораторія є інструментальним засобом комплексного діагностування шляхів сполучення, оцінки якості дорожнього покриття разом із реєстрацією кількісних характеристик та складу транспортних потоків [30].



Рисунок 1.8 – Мобільна дорожня лабораторія «МУДРЕЦ»  
(основне обладнання)

Узагальненням досвіду створення ПДЛ, орієнтованих на порівняно універсальний моніторинг, комплексне діагностування та спостереження за станом автомобільних доріг, є розробка інтерактивних мікропроцесорних систем автомобільного моніторингу та оцінки умов дорожнього руху [32, 33].

Ці системи вирішують завдання оцінювання параметрів, що визначають геометрію дороги, якість покриття, а також параметрів, що визначають стан водія. Результатом роботи цієї системи є швидкість і траєкторія руху транспортного засобу. На рис. 1.9 наведено схему, яка пояснює зміст такого моніторингу. Завдяки багатоплановості функцій спостереження властивостей досліджуваних об'єктів їх моніторинг здійснюється різними вимірювальними комплексами. Так, із цією метою у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті (ХНАДУ) розроблено серію автономних мобільних інформаційно-обчислювальних комплексів: ІОК-1, ІОК-2, ІОК-3. Це базові спеціалізовані системи [32, 33].

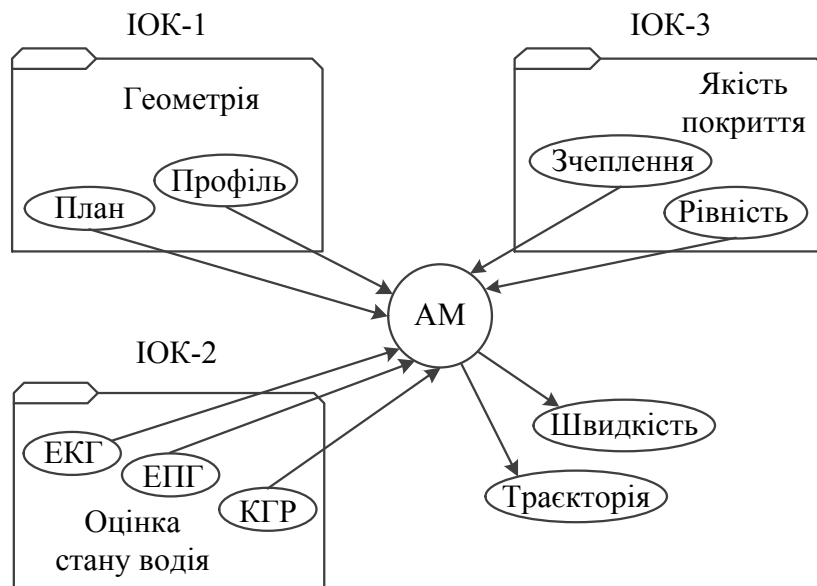


Рисунок 1.9 – Автомобільний інтерактивний моніторинг умов руху

До базової комплектації ІОК-1, 2, 3 входять такі основні вимірювальні прилади та пристрої:

- гіроскопічні - для визначення траєкторії руху автомобіля, його просторового розташування (гіронапівкомпас, гіровертикаль);
- давачі обертів коліс;
- давачі прискорень для визначення динамічних характеристик автомобіля;
- приймач GPS-сигналів для просторово-часової орієнтації моніторингових процесів.

До цієї системи входять також автономні пристрої для оцінки стану водія (ЕКГ - електрокардіограма, ЕПГ – електропневмограма, КГР – шкірно-гальванічний рефлекс).

На основі цих базових комплексів у 2002–2005 роках було створено ІОК-4, 5, 6 та УМТЛ (універсальна мобільна транспортна лабораторія), якими можна було обладнати будь-які наземні транспортні засоби [32–35]. Аналіз цих інструментальних засобів діагностування стану автомобільних доріг, оцінка попередніх (80–90-ті роки попереднього сторіччя) реалізацій порівняно простих ПДЛ, наприклад системи «Траса» [36–38], синергетичне об'єднання різних засобів моніторингу автомобільних доріг від інерційних до супутникових систем доводять необхідність об'єднання вимірювальних та комп'ютерних ре-



курсів для підвищення рівня інформаційного забезпечення з метою вирішення завдань діагностування та моніторингу автомобільних доріг [39–41].

Проведене у роботі [42] дослідження принципів такого об'єднання для універсальних дорожніх лабораторій дозволяє помітити постійний хвилеподібний розвиток від спеціалізації до універсалізації відповідних апаратних рішень (табл. 1.1). Цей розвиток відповідає закону Мура та принципу Макімото, які слід розглядати як частковий випадок більш загального принципу синергетичного об'єднання складних об'єктів та систем – принципу невпинного розвитку [42, 44].

Таблиця 1.1 - Розвиток апаратної частини інструментального забезпечення моніторингу автомобільних доріг

| Рік  | Елементна база<br>Мікропроцесор | Співвідношення<br>уніфікації та<br>спеціалізації | Модифікація<br>ПДЛ                                 | Застосування<br>бортової ЕОМ               |
|------|---------------------------------|--|--|--|
| 1971 | 4004                            | Універсалізація                                  | Пересувна<br>транспортна<br>лабораторія<br>«Траса» | Централізована<br>система обробки<br>даних |
| 1972 | 8008                            |  |  |  |
| 1978 | 8086                            |  |  |  |
| 1982 | Intel 286                       | Спеціалізація                                    | ІОК-ХАДІ на<br>базі мікроЕОМ                       | Автономна<br>система на базі<br>ЕОМ ДЗ-28  |
| 1985 | Intel 386                       |  |  |  |
| 1989 | Intel 486                       |  |  |  |
| 1993 | Pentium                         | Універсалізація                                  | ІОК-ХАДІ на<br>базі ПЕОМ<br>типу ІВМ РС            | Автономна<br>система на базі<br>notebook   |
| 1997 | Pentium II                      |  |  |  |
| 1999 | Pentium III                     |  |  |  |
| 2000 | Pentium 4                       | Спеціалізація                                    | КС-ОЯП на<br>базі промислового<br>комп'ютера       | Промислова<br>система<br>на базі РС/104    |
| 2006 | Core 2 Duo                      | Універсалізація                                  | УМТЛ на базі<br>автомобільної<br>телематики        | Розподілена<br>обчислювальна<br>мережа     |

Таким чином, можна висловити твердження про те, що ускладнення інструментальних засобів спостереження за станом автомобільних доріг приводить до появи більш розвинутих універсальних систем.

### 1.3 Інтелектуалізація інструментальних засобів

Логічним продовженням принципу синергетичного об'єднання є принцип інтелектуалізації – додання складній технічній системі властивостей розумної поведінки. Саме інтелектуалізація, ланцюжок від синергетичного об'єднання фізично різних інструментальних засобів діагностування автомобільних доріг, їх моніторингу, покладена в основу подальшого розвитку інструментальних засобів дослідження, спостереження за станом автомобільних доріг.

Сьогодні принцип інтелектуалізації стає науковою базою розвитку інструментальних засобів дослідження складних об'єктів та систем, що важливо як для будь-яких технічних об'єктів та систем у цілому, так і для систем діагностування стану автомобільних доріг. На рис. 1.10 наведено схему, що пояснює визначений принцип.

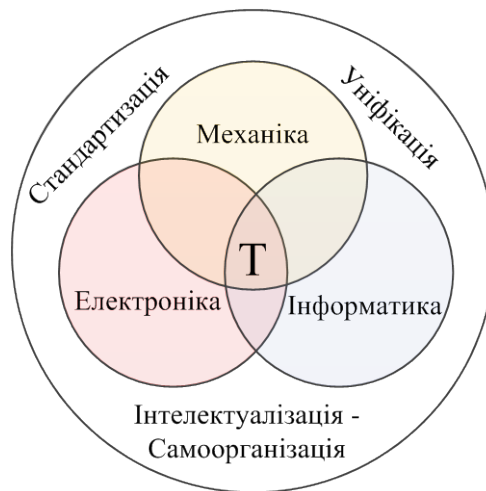


Рисунок 1.10 – Інтелектуалізація інструментальних засобів діагностування автомобільних доріг

Інтелектуалізація полягає у логічному поєднанні процесів уніфікації та спеціалізації з розвитком систем, що базуються на синергетичному об'єднанні трьох технологій: інформаційної, механічної та електронної [45, 46].

Це об'єднання базується на застосуванні телекомунікації, комп'ютерних wireless-технологій, уніфікації, стандартизації та синергетики. Телекомунікації та комп'ютерні wireless-технології забезпечують інформаційні послуги – телематику (внутрішню – між пристроями та

агрегатами ТЗ та зовнішнім середовищем, зовнішню – між ТЗ та інформаційним простором Internet). Уніфікація – це забезпечення універсальних рішень (структуризація та реалізація модульних конструкцій). Стандартизація – це використання загальних протоколів (узгодження рівня сигналів та логіки їх створення і функціонування) передачі даних. Синергетика – ефективна сумісна дія різнорідних частин складної системи на основі самоорганізації та інтелектуалізації – надання технічним системам Smart якостей людської поведінки, тобто система стає мислячим об'єктом, що має здатність приймати рішення за аналогією до дій (розуму) людини.

Інтерактивний моніторинг є логічним втіленням інтелектуалізації інструментальних засобів діагностування автомобільних доріг. Йому притаманні властивості реалізації режиму спостереження та діагностування шляхів сполучення у реальному масштабі часу, використання можливостей та досвіду людини-оператора (експерта) в умовах безпосередньої оцінки стану умов руху автотранспортних засобів. Практичною реалізацією інтерактивного моніторингу є наведені вище приклади систем, у яких людина-оператор поєднується з ергатичною системою вимірювання значень транспортно-експлуатаційних параметрів автомобільних доріг [47–51].

У дослідженнях ХНАДУ [52–55] (2003–2006 рр.) з проблем поєднання інтелектуалізації транспортних машин, систем та мехатронізації шляхів сполучення транспортної інфраструктури міст та регіонів України, зазначено про необхідність застосування синергетичного підходу до створення таких складних систем, як інструментальні засоби забезпечення інтерактивного моніторингу автомобільних доріг [42, 43]. Інтелектуалізація, надання властивостей інтерактивності та роботи у реальному часі, перш за все, використовуються при створенні нових інструментальних засобів діагностування стану автомобільних доріг. Їх розвиток від перших систем, таких як «Траса», ІОК-1, 2 [38], відомих в Україні та країнах СНД приладів «ПКРС», «УДВО» та інших стандартизованих приладів, пристроїв та систем [56], до пересувних дорожніх лабораторних комплексів, які вирішують проблеми оцінки транспортної інфраструктури міст та регіонів [29–31, 33, 42, 46],

так чи інакше визначають основну тенденцію удосконалення інструментальних засобів.

Слід відзначити, що властивість інтелектуальності (розумності) інструментальним приладам спостереження за станом автомобільних доріг надають не тільки технічні засоби, але і відповідна логіка, економіко-математичні методи як опису, так і оцінки якості їх проектування, будівництва та утримання [57–63]. У дослідженнях [64, 65] розглянуто теоретичні засади інтелектуалізації технічної складової такого спостереження, а в описі та роботах [66–70] – практичні основи їх реалізації.

Синергетичне об'єднання різнорідних технічних складових за лазерною технологією, засобами відеодіагностики, звичайної гіроскопії виводить на новий рівень інтелектуалізацію оцінювання споживчих якостей поверхні дороги. У дослідженнях ХНАДУ саме таке об'єднання стало основою для творення сучасних систем спостереження, оцінки та діагностики автомобільних доріг [71–73]. Вони базувалися на детальному аналізі інструментальних засобів вимірювання рівності та зчипних якостей, на застосуванні новітніх методів та засобів, принципово нових приладів, пристроїв та систем, що призначені для обладнання ПДЛ [74–77]. У роботах розглянуті шляхи розвитку такого комплексного підходу. Особливо слід відзначити розробку у ХНАДУ автоматизованої системи відеодіагностики автомобільних доріг [78–79].

Вона базується на оригінальній системі відеодіагностики «ОКО», що складається з таких модулів: блок отримання зображення (лінійна промислова камера високої роздільної здатності), блок урахування руху (давач обертів, установлений на колесі), блок реєстрації – комп'ютер промислового формату, встановлений на автомобілі, що призначений для роботи виключно з системою «ОКО», за допомогою якого виконується реєстрація зображень поверхні автомобільних доріг та їх аналіз. Автомобіль-лабораторія (ГАЗ-2705) є автономним носієм системи. На рис. 1.11 наведено зовнішній вигляд автоматизованого робочого місця інженера-дослідника у цій системі, на рис. 1.12 – сенсорну частину – давач урахування руху, відеокамери.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про автомобільний транспорт» // Відомості Верховної Ради – 2001. – № 22. – Ст. 105.
2. Збірник законодавчих та нормативних документів, що регламентують діяльність підприємств автомобільного транспорту всіх форм власності. К. ТОВ Вид-во «Київська книжкова фабрика». – 2003, – Вип. 3, 608 с.
3. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України П-Г.1-218-113-97 Української державної корпорації «Укравтодор» Наказ № 190 від 26.09.1997 р.
4. Концепція розвитку транспортно–дорожнього комплексу України на середньостроковий період та 2020 року.[Електронний ресурс] // Урядовий портал : Законодавство. Розвиток транспортно–дорожнього комплексу, 2002. - С 1–12. Режим доступу:[http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publis\\_article?art\\_id=32874](http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publis_article?art_id=32874).
5. Хабаров В. О. Дорожники недополучают – государство теряет / В. О. Хабаров // Научный вестник строительства. – Харьков : ХДТУБА. – 2002. – № 19. – С. 153–155.
6. Хабаров В. О. Интерактивная система мониторинга автомобильных дорог О. Хабаров // Вестник ХНАДУ. – 2007. Вып. 38. – С. 301–303.
7. Алексеев В. О. Мехатронная система непрерывного мониторинга автомобильных дорог / В. О. Алексеев, С. Н. Неронов, В. О. Хабаров // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – Х. : ХНАДУ. – 2005. – Вып. 6, С. 324–326.
8. Алексієв О. П. Універсальна автотранспортна лабораторія / О. П. Алексієв, О. В. Дзюбенко, В. О. Хабаров // Автомобильный транспорт. – Харьков : ХНАДУ. – 2008. – Вып. 23 – С. 219–221.
9. Хабаров В. О. Гнучка мобільна комп'ютеризована система безперервного моніторингу наземних транспортних систем / В. О. Хабаров, В. В. Верченко // Автомобильный транспорт. – Харьков ХНАДУ. – 2009. – Вып. 25. – С. 247–277.
10. Алексієв О. П. Комп'ютерні системи у ВНЗ транспортного профілю / О. П. Алексієв, В. О. Хабаров, В. В. Верченко // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – 2008. – Вып. 23. – С. 163–165.

11. 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 технічного ВНЗ. – Харків : ХНАДУ, 2007. – С. 93–96.

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

13. Алексеев В. О. Мониторинг автомобильных дорог и автомобилей./ В. О. Алексеев, В. О. Хабаров // Информационные технологии. – Губкин, ГТУ, 2010. – 7 с.

14. Жданюк В. К. Використання модифікатора дорожніх бітумів «Мобіт» при будівництві асфальтобетонних покриттів / В. К. Жданюк, В. М. Логвиненко, В. О. Хабаров // Автошляховик України – 2003. – № 3(173), – С. 29–331.

15. Алексеев О. П. Информатизация транспортных систем / О. П. Алексеев, В. О. Алексеев, В. О. Хабаров, Г. Г. Четверяков // Бионика интеллекта: научн.-техн. журнал. – 2010. – № 3 (74). – С. 52–57.

16. Концепція національної програми інформатизації.// Схвалено Законом України №75/75/98-ВР від 2.02.98. – с.1-8– Режим доступу: [http://www.profy.nplu.org!/site/official/1\\_conc-hrog-inform/htm](http://www.profy.nplu.org!/site/official/1_conc-hrog-inform/htm).

17. Закон Украины о Национальной программе информатизации // Голос Украины от 7 апреля 1998 г., №65 (1815). - С. 5–1.

18. Програма створення системи інформаційного забезпечення на автомобільних дорогах загального користування на 2002-2020 роки / Постанова Кабінету Міністрів України від 17 квітня 2002 р. №586, 2002. - с. 1 - 11. Режим доступу: <http://www.zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=586-2002-%EF>.

19. Прусенко Е. Д. Основные направления научно-технической политики в дорожной отрасли Украины /Е. Д. Прусенко: /Материалы международной научной конференции «Опыт и проблемы

современного развития дорожного комплекса Украины на этапе вхождения в Европейское сообщество» – Харьков : ХНАДУ, 2002. – С. 6–9.

20. Прусенко Е. Д. Система управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог / Прусенко Е. Д., В. Ф. Демишкан // Вестник ХГАДТУ, 1999. – Вып. 10. – С. 45–47.

21. Демишкан В. Ф. Состояние, основные проблемы и перспективы развития дорожного хозяйства Украины / В. Ф. Демишкан: Материалы международной научной конференции «Опыт и проблемы современного развития дорожного комплекса Украины на этапе вхождения в Европейское сообщество» – Харьков :ХНАДУ, 2002. – С. 3–6.

22. Коркушко Н. Н. Усовершенствование метода оценки эффективности инвестиционных проектов в дорожном хозяйстве / Н. Н. Коркушко // Економіка транспортного комплексу: Збірник наукових праць. – Харків : Видавництво ХНАДУ. – 2007. – Вип. 11. – 124 с.

23. Коркушко Н. М. Інвестиційна діяльність дорожніх підприємств в умовах розвитку національної економіки / Н. Н. Коркушко // Економіка транспортного комплексу: збірник наукових праць. – Харків : Видавництво ХНАДУ. – 2008. – Вип. 12. – 144 с.

24. Тюпаков С. В. Модель процесів функціонування об'їзду С. В. Тюпаков // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво : Науково-технічний збірник. – 2004. – № 70. – С. 146–152.

25. Абрамова О. С. Оцінка розвитку конкурентних переваг дорожнього підприємства / О. С. Абрамова // Економіка транспортного комплексу: Збірник наукових праць. – Харків : Видавництво ХНАДУ. – 2008. – Вип. 12. – 144 с.

26. Догадайло Я. В. Удосконалення методу класифікації витрат на постійній і змінні / Догадайло Я. В. // Економіка транспортного комплексу: Збірник наукових праць. – Харків : Видавництво ХНАДУ. – 2007. – Вип. 11. – 124 с.

27. Догадайло Я. В. Удосконалення звітності для керівників підприємств дорожньої галузі / Економіка транспортного комплексу:

збірник наукових праць. – Харків : Видавництво ХНАДУ. – 2009. – Вип. 13. – 156 с.

28. Бычков В. Г. Диагностика автомобильных дорог. / В. Г. Бычков, И. Г. Миловидов. Передвижные дорожные лаборатории // Видеофильм. – Москва: Федеральное дорожное агентство ФГУ «Росдортехнология», 2006.

29. Кузьмин Д. М. Технология и методы интеллектуального мониторинга автотранспортных потоков и состояния автомобильных дорог: автореф. дис. канд. техн. наук / Д. М. Кузьмин. – М. : МАДИ, 2008. – 21 с.

30. Васильев Ю. Э. Будущее диагностики за передвижными лабораториями: Ю. Э. Васильев, А. В. Беляков // Наука и техника в дорожной отрасли.- 2008. – №1 – С. 3–11.

31. Алексієв В. О. Управління розвитком транспортних систем : монографія / В. О. Алексієв.– Харків : ХНАДУ, 2008. – 268 с.

32. Устойчивость колесных машин против заноса в процессе торможения и пути ее повышения / Подригало М. А., Волков В. П., Алексеев В. О. и др.; под ред. М. А. Подригало. – Харьков : ХНАДУ, 2006. – 377 с.

33. Алексієв В. О. Інформаційна технологія моніторингу автомобільних доріг / В. О. Алексієв, С. А. Серіков, С. М. Костюченко // Опыт и проблемы современного развития дорожного комплекса Украины на этапе вхождения в европейское сообщество : материалы международной научной конференции. – Харків , 2002.– С. 11–13.

34. Алексеев В. О. Мехатронная система непрерывного мониторинга автомобильных дорог / В. О. Алексеев, С. Н. Неронов, В. О. Хабаров // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – Харьков : ХНАДУ. – 2005. – Вып. 16.– С. 324–326.

35. Гришин С. И. Дорожная лаборатория для обследования автомобильных дорог / С. И. Гришин, Ю. Б. Зонов // Автомобильные дороги. – 1986. – № 9. – С. 8–9.

36. Субботин С. П. Структура автоматизированной системы паспортизации автомобильных дорог / С. П. Субботин, С. И. Жилин // Автомобильные дороги. – М., 1984. – № 6. – С. 6–7.

37. Гаврилов Э. В. Принципы разработки мобильных вычислительных комплексов / Э. В. Гаврилов О. П. Алексеев,



О. П. Смирнов // Информационные технологии. – Харьков: Мишкольц-Магдебург. – ХГПУ, 1996. – С. 139–141.

38. Смирнов О. П. Программно-аппаратные методы и средства для оценки состояния автомобильных дорог: автореф. дис. канд. техн. наук / О. П. Смирнов. – Харьков : ХГАДТУ, 1995. – 26 с.

39. Алексієв В. О. Розробка інформаційної технології моніторингу транспортних комунікацій: автореф. дис. канд. техн. наук / В. О. Алексієв. – Харків : ХГАДТУ, 1999. – 19 с.

40. Гурко О. Г. Просторово-часова орієнтація: автореф. дис. канд. техн. наук / О. Г. Гурко. – Харків : ХНАДУ, 2001. – 19 с.

41. Алексієв В. О. Концепція інформаційного розвитку транспортних систем: автореф. дис. докт. техн. наук / В. О. Алексієв. – Харків : ХНАДУ, 2010. – 40 с.

42. Алексієв В. О. Мехатроніка транспортних засобів та систем. / В. О. Алексієв, В. П. Волков, В. І. Калмиков. – Харків : ХНАДУ, 2004. – 176 с.

43. Шалабаев Е. В. Теоретические и практические проблемы развития мехатроники / Е. В. Шалабаев // Современные технологии. – СПб., 2001. – С. 46–67.

44. Алексієв В. О. Система OrCad для проектування електронних пристроїв мехатронних комплексів: навчально-методичний посібник / В. О. Алексієв. – Харків : ХНАДУ, 2006. – 160 с.

45. Алексієв В. О. Управління розвитком транспортних систем : монографія / В. О. Алексієв. – Харків : ХНАДУ, 2008. – 268 с.

46. Алексієв В. О. Мехатронізація транспортних машин та систем / В. О. Алексієв // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: науково-технічний збірник. – 2004. – № 71. – С. 79–84.

47. Костюченко С. М. Оцінка стану транспортних систем у задачах організації руху автотранспортних засобів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05. 22. 01 / Костюченко Сергій Михайлович – Х, 2003. – 19 с.

48. Алексієв В. О. Інформаційна технологія моніторингу автомобільних доріг / В. О. Алексієв, С. А. Серіков, С. М. Костюченко // Опыт и проблемы современного развития дорожного комплекса

Украины на этапе вхождения в европейское сообщество : материалы международной научной конференции. – Харьков, 2002.– С. 11–13.

49. Алексеев В. О. Мобильный вычислительный комплекс для мониторинга среды движения / В. О. Алексеев // Автомобильный транспорт : сб. научн. тр. – 2002.– Вып. 9. – С. 101–104.

50. Алексієв В. О. Технічне забезпечення інтелектуалізації транспортних машин та систем / В. О. Алексієв // Вестник ХНАДУ : сб. научн. тр. – 2004. – Вып. 24. – С. 78–80.

51. Інформаційний аналіз та синтез автомобільних мехатронних систем: звіт з наукової роботи № Ф81337 / ХНАДУ – № держреєстрації 0105U002175. – Харьков, 2005. – 162 с.

52. Методологія інтелектуального моніторингу руху наземних транспортних засобів: звіт з наукової роботи № 09-53-04 / ХНАДУ – № держреєстрації 0104U002050. – Харьков, 2006.– 242 с.

53. Теорія інформаційного аналізу та синтезу мехатронних систем // ХНАДУ, звіт з наукової роботи, № держреєстрації 0101U005210 Харьков, – 2003. – 148 с.

54. Моніторинг технічного стану покриття автомобільної дороги державного значення М04 Київ – Луганськ – Ізварине: звіт з наукової роботи / ХНАДУ – № держреєстрації 0101U005210.– Харьков, 2006.– 90 с.

55. Моніторинг технічного стану покриття автомобільної дороги державного значення М04 Київ – Луганськ – Довжанський: звіт з наукової роботи / ХНАДУ /, – № держреєстрації 0105U002673.– Харьков, 2005. – 86 с.

56. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А. П. Васильев, Б. С. Марышев, В. В. Силкин и др.; под ред. д-ра техн. наук, проф. А. П. Васильева. - М. : Информавтодор, 2005. – 1519 с.

57. Золотарь И. А. Экономико-математические методы в дорожном строительстве / И. А. Золотарь. – М. : Транспорт, 1974. – 246 с.

58. Повышение надежности автомобильных дорог / Золотарь И. А., Некрасов В. К., Коновалов С. В. и др. – М. : Транспорт, 1977. – 183 с.

59. Сиденко В. М. Методы оценки качества автомобильных дорог / В. М. Сиденко – К. : УкрНИИНТИ, 1977. – 57 с.
60. Автомобильные дороги (совершенствование методов проектирования и строительства) / В. М. Сиденко, О. Т. Батраков, М. И. Волков и др. – Киев: Будивельник, 1973. – 280 с.
61. Филиппов В. В. Оценка на ЭВМ транспортно - эксплуатационных качеств автомобильных дорог при их проектировании и реконструкции: Повышение эффективности проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог / В. В. Филиппов. – К: Укрдорстрой, 1981. – 120 с.
62. Филиппов В. В. Оценка транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог :автореф. дис. д-ра техн. наук/ В. В. Филиппов. – М. : МАДИ, 1987. – 40 с.
63. Васильев А. П. Ремонт и содержание автомобильных дорог / А. П. Васильев, В. И. Баловнев, М. Б. Корсунский. – М. : Транспорт, 1989. – 287 с.
64. Васильев А. П. Эксплуатація автомобільних дорог и организация дорожного движения / А. П. Васильев, В. М. Сиденко. – М. : Транспорт, 1990. – 304 с.
65. Лебедев О. С. Дослідження показань поштовхміра як показника рівності дорожнього покриття / О. С. Лебедев // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К : НТУ. – 2004. – Вип. 72. – С. 40–46.
66. Мобильная диагностическая лаборатория с лазерно-гироскопической системой СоюздорНИИ // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2001. – №3. – С. 46.
67. Буслаев А. П. К вопросу об интеллектуальных системах в автомобильно-дорожном движении / А. П. Буслаев, Д. М. Кузьмин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2006. – Вып. 2. – С. 33–40.
68. Кузьмин Д. М. Компьютерные методы обработки информации и распознавание образов в задачах транспорта и связи. Ч.1. Пакет Matlab / Д. М. Кузьмин, А. П. Буслаев, М. В. Яшина. – МТУСИ. – М., 2008. – 86 с.
69. Пржибил П. Телематика на транспорте // Пржибил П., Свитек М. : МАДИ (ГТУ), 2003. – 540 с.

70. Телематика на автомобильном транспорте / В. М. Власов, С. В. Жанказиев, В. Б. Николаев, В. М. Приходько. – М. : МАДИ (ГТУ), 2003 – 175 с.

71. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В. М. Власов, В. Б. Николаев, А. В. Постолиит, В. М. Приходько. – М. : МАДИ (ГТУ), 2006 – 283 с.

72. Розробка та впровадження комп'ютерної системи збору, реєстрації і обробки результатів вимірювання показників рівності і зчпних якостей покриттів автомобільних доріг // ХНАДУ, звіт з наукової роботи № держреєстрації 0102 U 004105. – Харків, – 2002. – 91 с.

73. Розробити методику сканування поверхні покриттів та експериментальний зразок високошвидкісної лазерної установки сканування покриттів: звіт з наукової роботи / ХНАДУ – № держреєстрації 0105U002695. – Харків, 2006.– 66 с.

74. Розробити автоматизовану систему відеодіагностики автомобільних доріг /ХНАДУ – проміжний звіт НДР № 37/35-36=07: етап Д1Д – приймальні випробування установки відеодіагностики стану покриттів автомобільних доріг.– Харків, 2008.– 61 с.

75. Estimation and attainment road evennes Smolianyk R. V., Velichko G. V., Krupa N. V., Fillipov V. V. // IX International Conference Durable and save road pavements. – Kielce, 6-7 may, 2003. – P.583–592.

76. Смолянюк Р. В. Оценка эксплуатационного состояния дорожных покрытий на основе совершенствования методов измерения ровности и сцепных качеств: дис. канд. техн. наук: 05-22-11 – Р. В. Смолянюк. – Харків : ХНАДУ, 2005. – 157 с.

77. Смолянюк Р. В. Оценка потребительских свойств дорожных покрытий с учетом неоднородности ровности и сцепных качеств / Р. В. Смолянюк, М. С. Стороженко, И. В. Кияшко // Вестник ХНАДУ. – Харьков : ХНАДУ, 2002. – Вып. 48. – С. 189–191.

78. Смолянюк Р. В. Комплексная оценка потребительских свойств автомобильных дорог/ Р. В. Смолянюк // Материалы международной научной конференции «Опыт и проблемы современного развития дорожного комплекса Украины». – Харків : ХНАДУ, 2002. – С. 106–107.

79. Смоляннюк Р. В. Измерение подходов к оценке ровности автомобильных дорог / Р. В. Смоляннюк, М. С. Стороженко, И. В. Кияшко // Автошляховик України. – 2004. – №5. – С. 41–44.

80. Кіяшко І. В. Напрямки удосконалення системи відеодіагностики автомобільних доріг/ І. В. Кіяшко, Р. В. Смоляннюк // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. тр. – Дніпропетровськ: ПГАСА, 2007. – Вып. 43, – С. 183–191.

81. Field Evaluation of the Auto-Read Version of the Face Dipstick as a Class I Profiling Device Bertrand. – Presented at the 69th Annual Meeteng of the Transportation Research Board. – Washington, DC, 1990. – 22 p.

82. Long-Term Time Stability of Pavement Ride Quality Data / Spangler E. B., Federal Highway Administration. – Report FHWA/OH-91/001. – 1990. – 99 p.

83. ASTM Standarts, Vol. 04.03, E1364. Standart Test Method for Measuring Road Roughness by Static Rod and Level Method. – American Society for Testing and Materials. – 1991. – 701 p.

84. Seasonal Changes in the Longitudinal Profile of Pavements Subject to Frost Action / Novak E. C., DeFrain L. E. – Transportation Research Record 1362. – 1992. – 100 p.

85. ASTM STP 1164. Spectral Characteristics of Longitudinal Highway Profiles as Related to Ride Quality. – American Society of Testing and Materials. Philadelphia, 1992. – 65 p.

86. A Summary of Pavement Performance Data Collection and Processing Methods Used by State DOTs / Federal Highway Administration. Report FHWA-RD-95-060. – 1994. 62 p.

87. Road Profiler User Group Fifth Annual Meeting. Road Profiler Data Analysis and Correlation / Perera R. W., Kohn S. D., Soil and Materials Engineers Inc. – Research Report No. 92–30. – 1994. – 87 p.

88. Sayers M. W., Karamihas S. M. The little Book of Profiling. Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles. – The Regent of University of Michigan, September 1998. – 306 p.

89. Gothie M. Inernational Friction Index // Routes Roads. – 1998. – #300. – P.47–53.

90. A comparison of SCRIM and GripTester Report / UK TRL (Transport Research Laboratory). – UK., 1993. – 150 p.

91. Harverson D. Friction Harmonics // World Highways. – 1993. – № 3– P.56–62.

92. Catalogue 6th Edition. Testing equipment for the construction industry / Controls Testing Equipment LTD. – Tring, Hertfordshire HP23 4JX – U.K. – 2005. – 476 p.

93. International PIARC Experiment to Compare and Harmonize Texture and Skid Resistance Measurements // PIARC Publication 01.04. T, Permanent International Association of Road Congress. – Paris (France), 1995. – P.128–158.

94. Highway Development and Management, HDM-4, Washington DC: the World Bank, 1997.

95. Авторская справка № 1587341 СССР, ГО1С 7/04. Способ измерения радиуса кривой в плане автомобильной дороги и устройство для его осуществления / О. П. Алексеев, Э. В. Гаврилов, О. П. Смирнов, В. Е. Тырса. – № 4440388/2440388/24–28; Заявлено 4.04.88; Опубл. 23.08.90. Бюл. № 31.

96. Авторская справка № 1796903 СССР, ГО1 07/04. Способ определения продольного уклона участка автомобильной дороги / О. П. Алексеев, О. П. Смирнов, В. Е. Тырса. – № 4878774/10; Заявлено 22.08.90; Опубл. 23.02.93. Бюл. № 7.

97. Авторская справка № 1827405 СССР, ЕО1С 23/07. Способ определения ровности дорожного покрытия / О. П. Алексеев, О. П. Смирнов. – № 4918213/33; Заявлено 12.03.91; Опубл. 15.07.93. Бюл. № 26.

Авторская справка № 1749334 СССР, ЕО1С 23/07.

98. Авторская справка № 1749334 СССР, ЕО1С 23/07. Способ определения сцепных качеств дорожного покрытия / О. П. Алексеев, О. П. Смирнов, В. Е. Тырса. – № 4783806/33; Заявлено 24.10.89; Опубл. 23.07.92 Бюл. № 27.

99. Свідоцтво № 437 від 16.04.03. Про державну метрологічну атестацію вимірювальних каналів комп'ютерної системи збору, реєстрації і обробки результатів вимірювання показників рівності і зчепних якостей покриттів автомобільних доріг. – Харків : ХДНДІМ, 2003. – 11 с.

100. Споруди транспорту. Дороги автомобільні. Метод визначення коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля з дорожнім покриттям : ДСТУ Б. В.2 3-2-97.

101. Споруди транспорту. Дороги автомобільні. Методи вимірювання нерівностей основ і покриттів: ДСТУ Б. В.2 3-2-2000.

102. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Проектування. Будівництво. ДБН В.2.3 – 4:2007 / Жданюк В. К., Кіяшко І. В., Тітар В. та інш. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. –82 с.

103. Норми витрат на контроль якості дорожньо-будівельних матеріалів та робіт. – К. УДВТП УКРДОРТЕХНОЛОГІЯ, 2005. – 46 с.

104. Гаврилов Э. В. Планирование ремонта автомобильных дорог/ Гаврилов Э. В., О. П. Алексеев, В. О. Алексеев, Д. Г. Яфарова // Вестник ХГАДТУ. – Харьков РИО ХГАДТУ. – 1999. Вып. 12–13. - С. 135–137.

105. Шаповалов А. Л. Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха в придорожном пространстве /А. Л. Шаповалов // Вестник ХНАДУ: сб. научн. тр. – 2006. Вып. 19. – С. 82–84.

106. Канило П. М. Автомобиль и окружающая среда / Канило П. М., Бей И. С., Говянский А. И.; под ред. П. М. Канило. – Харьков : Прапор, 2000. – 304 с.

107. Степанчук О. В. Методи створення і ведення транспортно-екологічного моніторингу в крупних і найкрупніших містах : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.20 / О. В. Степанчук. – К. : КНУБА, 2004. – 16 с.

108. Охорона навколишнього середовища. Автомобільні дороги загального користування. Оцінка та прогнозування екологічного стану доріг та виробничих баз. ДСТУ 218-2071168-096-2003. – К. : Укравтодор Мінтрансу України, 2003.

109. Загородню В. Т. Мехатронная система строительства асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог / В. Т. Загороднюк, А. Е. Грошев // Мехатроника. – 2001. – № 8. – С. 28–21.

110. Костюченко С. М. Математическое описание и моделирование процесса восстановления подсистем и звеньев транспортного комплекса // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков : АПБУ, спец. вып. – 2001. – С. 50–58.

111. Костюченко С. М. Оценка состояния транспортных систем в задачах управления движением / С. М. Костюченко // Автомобильный транспорт. – 2002. – Вып. 9. – С. 115–117.

112. Алексеев В. О. Интеллектуальная технология организации движения транспортных средств / В. О. Алексеев, С. М. Костюченко // Автомобильный транспорт. – 2002. – Вып. 10. – С. 95–97.

113. Пат. 55591 А Україна, МПК<sup>7</sup> E01C23/07. Пристрій для моніторингу автомобільних доріг / Серіков С. А., Алексієв В. О., Костюченко С. М.; заявник та патентовласник Харківський державний автомобільно-дорожній технічний університет. – № 2001106697; заявл. 01.10.2001 ; опубл. 15.04.2003. Бюл. №4.

114. Пат. 51110 А Україна, МПК<sup>7</sup> G08G1/00. Пристрій для вимірювання швидкості автомобіля / Серіков С. А., Алексієв В. О., Костюченко С. М.; заявник та патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № 2002010132; заявл. 03.01.2002; опубл. 15.11.2002. Бюл. №11.

115. Алексієв О. П. Система обробки інформації під час моніторингу автомобільних доріг / О. П. Алексієв, С. М. Костюченко, В. М. Циценко // Тези до доповідей міжнародної наукової конференції «Досвід та проблеми сучасного розвитку дорожнього комплексу України на етапі входження до Європейської спільноти». – Харків : Вид-во ХНАДУ, 2002. – С. 16–18.

116. Техническое зрение роботов; под ред. Ю. Г. Якушенкова. – М. : Машиностроение, 1990. – 272 с.

117. Розенфельд А. Распознавание изображений / Розенфельд А.; пер. с англ. М.: ТИИЭР. 1981. – Т 69. – №5. С. 120–133.

118. Прэтт У. Цифровая обработка изображений / Прэтт У.; пер. с англ. – М. : Мир, 1981. Т. 1. 310 с.; Т. 2. 290 с.

119. Техническое зрение роботов; под ред. А. Пью. – М. : Машиностроение, 1987. – 320 с.

120. Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов // М. В. Грушенко, Н. Н. Петрушенко, Р. Э. Пащенко, О. В. Шаповалов. – Харьков : ЭкоПерспектива, 2006. – 347 с.

121. Ярославский Л. П. Введение в цифровую обработку изображений / Л. П. Ярославский. – М. : Сов. радио, 1979. – 312 с.



122. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – М. : Транспорт, 1984. – 287 с.
123. Zade L. A. The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning. Part 1, 2, 3 // Information Sciences, n.8 pp. 199-249, pp. 301–357; n. 9 pp. 43–80, 1965.
124. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьева и др. – М. : Радио и связь, 1989. – 304 с.
125. Гринев С. Нечеткая логика в системах управления: [http: // offline/2001/415/13052/](http://offline/2001/415/13052/)
126. Начала информационной теории управления / Б. Н. Петров, В. В. Петров, Г. М. Уланов и др. – М. : ВИНТИ, 1972. – С. 5–128.
127. Темников Ф. Е. Теоретические основы информационной техники / Ф. Е. Темников. – М. : Энергия, 1971. – 424 с.
128. Алексеев В. О. Мобильный вычислительный комплекс для мониторинга среды движения / В. О. Алексеев // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – 2002. – Вып. 9. – С. 101–104.
129. Информационные основы теории систем управления с обратными связями / Б. Н. Петров, В. В. Петров, Г. М. Уланов и др. // Техническая кибернетика. – М. : ВИНТИ, 1973, С. 5–78.
130. Алексієв В. О. Про принципи розробки мехатронних систем /В. О. Алексієв, С. М. Костюченко, С. М. Неронов, Ю. М. Суярко // Вісник ХДАДТУ. – 2001. – Вип. 15–16. – С. 140–143.
131. Алексеев В. О. Интеллектуальный мониторинг дорожных машин / В. О. Алексеев // Вестник ХНАДУ, – Харьков : ХНАДУ. – 2004. – Вып. 27. – С. 201–203.
132. Миркин Б. Г. Проблема группового выбора / Б. Г. Миркин. – М. : Наука, 1974. – 256 с.
133. Руденко О. Г. Искусственные нейронные сети / О. Г. Руденко, Е. В. Бодянский. – Харьков : ТЕЛЕТЕХ, 2004. – 372 с.
134. Попков К. А. Интеллектуальные системы / К. А. Попков, В. Г. Коньков. – М. : Изд-во МГТУ, 2003. – 348 с.
135. Комашинский В. И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи / В. И. Комашинский, А. А. Смирнов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2003. – 94 с.

136. Бодянский Е. В. Нейро–фаззи сети Петри в задачах моделирования сложных систем / Е. В. Бодянский, Е. И. Кучеренко, А. И. Михалев. – Днепропетровск: Системные технологии, 2005. – 311 с.

137. Бодяньський Є. В. Адаптивне виявлення розладнань в об'єктах керування за допомогою штучних нейронних мереж / Є. В. Бодяньський, О. І. Михальов, І. П. Плісс. – Дніпропетровськ : Системні технології, 2000. – 140 с.

138. Пат. 38742 U Україна, МПК(2006) G01C23/00. Система для визначення просторово-часової орієнтації автотранспортних засобів / Алексієв В. О., Гурко О. Г.; заявник та патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № u200805769; заявл. 05.05.2008; опубл. 12.01.2009. Бюл. № 1.

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

140. Богомолів В. О. Проблема створення єдиного інформаційного простору транспортних організацій / В. О. Богомолів, В. О. Алексієв // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр.– 2009.– Вып. 25. – С. 222–225.

141. Богомолів В. О. Концептуальне обґрунтування та синергетичний підхід до розвитку транспортних систем / В. О. Богомолів, В. О. Алексієв // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: науково-технічний журнал. – 2009. – № 5(78). – С. 59–63.

142. Гейтс Б. Бизнес со скоростью мысли / Б. Гейтс. – 2-е изд., испр. – М. : Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2001. – 480 с.

143. Алексієв В. О. Технологія X-by-WIRE та мехатронізація автотранспортних засобів / В. О. Алексієв // Вестник ХНАДУ: сб. н. тр. – 2006. – Вып. 32.– С. 120–122.

144. Алексієв О. П. Інтерактивний моніторинг транспортних систем / О. П. Алексієв, В. О. Хабаров, А. Ю. Федорець // Матеріали ІІІ

Регіонального семінару з міжнародною участю «Системи PROCESS AUTOMATION: застосування в навчальному процесі й виробництві».  
– ХТУБА, 2011. – С. 32–38.

145. Алексієв О. П. Формалізація інтерактивного моніторингу у транспортних системах / О. П. Алексієв, В. О. Алексієв, В. О. Хабаров // Вісник ХНАДУ, – 2011. – Вип. 53. – С. 111–114.

146. Інтерактивний моніторинг шляхів сполучення у транспортних системах (формалізація) / О. П. Алексієв, В. О. Алексієв, В. О. Хабаров, і ін. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Забезпечення безпеки та комфорту дорожнього руху: проблеми та шляхи розв'язання». – Харків : ХНАДУ, 2011. – С. 9–18.

147. Автоматизована система диспетчерського управління та контролю громадського пасажирського транспорту: звіт з наукової роботи / ХНАДУ - № держреєстрації 003V004398. – Харків, 2003. – 143 с.

148. Норми витрат на контроль якості дорожньо-будівельних матеріалів та робіт. – Київ, УДВТП УКРДОРТЕХНОЛОГІЯ, 2005. – 46 с.

149. Методологія інтелектуального моніторингу руху наземних транспортних засобів: звіт з наукової роботи № 09-53-04 / ХНАДУ - № держреєстрації 0104U002050. – Харків, 2006. – 242 с.

150. Інтелектуальна технологія управління громадським пасажирським транспортом великих міст та регіонів України: звіт з наукової роботи № 09-53-07 / ХНАДУ - № держреєстрації 0107U001008. – Харків, 2008 – 257 с.

*Наукове видання*

**Алексієв Володимир Олегович  
Алексієв Олег Павлович  
Видмиш Андрій Андрійович  
Хабаров Володимир Остапович**

**ІНТЕРАКТИВНИЙ МОНІТОРИНГ  
АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

Моногорафія

Редактор Н. Мазур

Оригінал-макет підготовлено А. А. Видмишем

Підписано до друку 25.09.2012 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. др. Арк. 8,32  
Наклад 100 прим. Зам № № 2012-148

Вінницький національний технічний університет,  
КІВЦ ВНТУ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті,  
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-81-59  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.