

В.Є. Титаренко, к.т.н., доц.
В.П. Шумляківський, ст. викл.
І.А. Балагуц, магістрант

Житомирський державний технологічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ЗОВНІШНІЙ СТАН ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ В ІТС

Обґрунтовано необхідність дослідження динаміки зміни зовнішнього стану дорожнього покриття. Досліджено взаємодію системи «дорога–автомобіль–людина» за допомогою сучасних засобів збору та обробки інформації. Проведено аналіз існуючих сучасних систем моніторингу стану автомобільних доріг, зазначено переваги та недоліки на конкретних прикладах. Викладено стратегічні напрямки розвитку та вдосконалення систем збору та обробки інформації про стан покриття автомобільних шляхів. Представлено нову систему збору інформації про зовнішній стан дорожнього покриття та поточний технічний стан транспортного засобу. Описано будову та принцип роботи спроектованої системи. Зроблено пропозиції щодо оптимізації режимів експлуатації та руху транспортних засобів для підвищення ресурсу їх несучих систем. Внесено рекомендації про використання отриманої інформації для оперативного планування та вчасного проведення ремонтних робіт на пошкоджених ділянках автомобільних сполучень.

Ключові слова: *ультразвукові датчики; акселерометр; GPS; оптимізація режимів руху; ресурс несучої системи.*

Постановка проблеми. Забезпечення потреб мешканців міст та регіонів у пасажирських та вантажних перевезеннях залежить від рівня розвитку транспортної інфраструктури: шляхів сполучення, транспортних засобів (ТЗ) та багатьох підсистем транспортного комплексу, включаючи інтелектуальну транспортну систему (ІТС). Слід зазначити, що сьогодні автомобільний транспорт активно розвивається і щодня збільшується кількість транспортних одиниць, в той час як автомобільні шляхи залишаються вузькою ланкою транспортних систем нашого міста і регіону. Фактор перенавантаженості вулично-дорожньої мережі негативно впливає на стан дорожнього покриття в місті і, а стан дорожнього покриття значною мірою впливає на ресурс несучих систем автомобіля. В зв'язку з великими щоденними пробігами маршрутних ТЗ та перенавантаженістю в години «пік», зростанням вартості нових автобусів категорії М2 постає задача збільшення ресурсу їх експлуатації. Тому проблема оптимізації режимів експлуатації ТЗ є актуальною. В світлі даної проблеми оцінка якісних показників шляхів сполучення і транспортних комунікацій та їх облаштування традиційними методами вимагає значних затрат [1, с. 5]. Запропонований метод моніторингу стану дорожнього покриття виходить за межі традиційних за рядом якісних показників (насамперед за технологічністю), а відповідно потребує значно менших економічних вкладень.

Аналіз джерел досліджень. Найпростіший спосіб моніторингу профілю дороги для подальшого використання – це його вимірювання з подальшою обробкою даних у формі, зручній для використання [2, с. 37; 3, с. 31]. Методи запису мікропрофілю поділяються на безпосередні і непрямі. Безпосереднє вимірювання проводять за допомогою нівеліра з кроком 0,1–0,5 м. Такий запис дає найточнішу інформацію про нерівності, проте відрізняється надзвичайно великою трудомісткістю.

Непрямий метод запису профілю дорожньої поверхні реалізується за допомогою п'ятого колеса. Цей спосіб має два істотні недоліки: не враховується деформація шини і втрата контакту з дорогою, а це неминуче призводить до великих похибок при їх відтворенні.

Система Laser RST являє собою балку, на якій закріплено два бокси, що містять сенсори, камери та акселерометри, цифровий перетворювач і портативний персональний комп'ютер (ПК) і призначена для проведення паспортизації, контролю та діагностики доріг. Але з розвитком технологій на зміну цій лабораторії прийшли більш компактні системи.

Модульна система Hawkeye 2000 від ARRB Group складається з декількох вимірювальних і реєструючих приладів, з'єднаних з системою збору та обробки даних Heartbeat [4]. Прив'язка даних здійснюється до відстані, яку вимірює перетворювач на колесі, і координат GPS. Управління процесом зйомки і подальша обробка даних проводиться за допомогою оригінального програмного забезпечення. Недоліком даної системи є необхідність використання окремого автомобіля достатньої вантажопідйомності, що не відповідає вимогам.

Мобільне лазерне сканування – один з найбільш високотехнологічних, на сьогоднішній день, методів зйомки [5]. Щільність точок залежить від швидкості руху і відстані до об'єкта і може варіюватися від одиниць до тисяч точок на 1 м². Однак дана система вимагає значних економічних витрат. 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.

Постановка завдання. У роботі пропонується впровадження системи збору інформації про зовнішній стан дорожнього покриття та сповіщення водія в режимі «online» про перешкоди для обрання оптимального режиму руху з урахуванням негативного впливу нерівностей дороги на ресурс несучої системи ТЗ та безпеку руху.

Виклад основного матеріалу досліджень. Як показав аналіз літературних джерел зовнішні навантаження на ТЗ можна виявити за допомогою найрізноманітніших систем збору інформації про зовнішній стан дорожнього покриття: оптичні, лазерні або відео [1–5]. Але подібні методи сканування є енергоємними, потребують певний час для обробки і перетворення зчитаної інформації та значних економічних затрат. Тому, провівши аналіз усіх існуючих технічних засобів, які можна використати для збору інформації про стан дорожнього покриття, нами пропонується застосування ультразвукових датчиків (УЗД), як оптимальний варіант, що використовується в системах парктронік.

Перевагами даних засобів є: автоматичне виявлення найближчої перешкоди; можливість налаштування чутливості датчиків (сніг, дощ, бруд...); наявність хоча б трьох УЗД дозволяє виключити "мертві" зони; самодіагностика системи на справність.

Але УЗД мають і недолік: при русі зі швидкістю понад 30 км/год. за одне оновлення інформації (0,12 с) ТЗ проїде 1 м.

Принцип збору інформації запропонованим методом досить простий та не потребує значних економічних затрат. Інформація від первинних перетворювачів (ультразвукові датчики, акселерометри, датчики тиску повітря в шинах та маси транспортного засобу) надходить до комутатора (трекера) і далі виходить на передавач GPRS або 3G. Також інформація від первинних перетворювачів через трекер передається до бортового комп'ютера і через трекер на аналогово-цифровий перетворювач та комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням, а далі на інформаційний екран, встановлений поблизу водія (рис. 1). На екрані відображається зона пошкодженого дорожнього покриття та рекомендації щодо уникання наїзду на перешкоду.

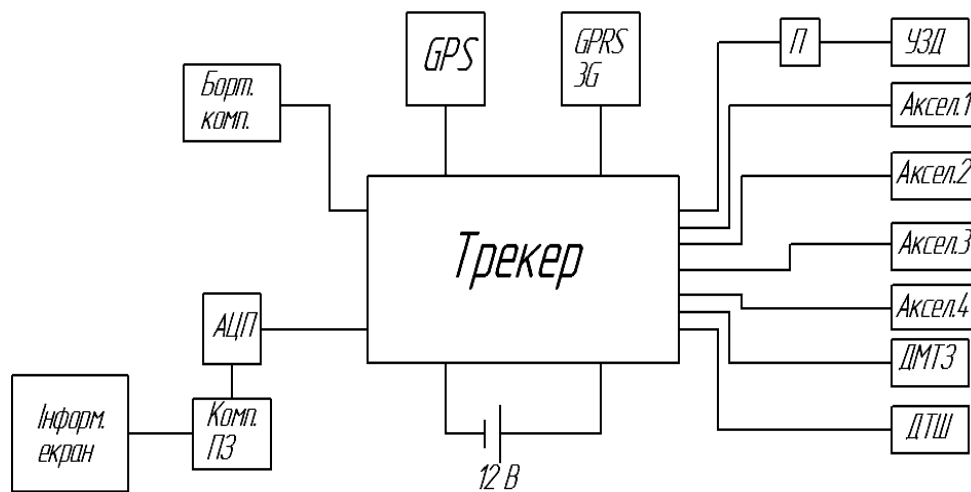


Рис. 1. Схема системи збору і передачі інформації:

Информ. екран – інформаційний екран; Комп. ТЗ – комп'ютер з необхідним програмним забезпеченням; АЦП – аналогово-цифровий перетворювач; Борт. комп. – бортовий комп'ютер; GPS – приймач; GPRS 3G – передавач; П – підсилювач; УЗД – ультразвуковий датчик; Аксел. 1 – Аксел. 4 – акселерометри; ДМТЗ – датчик маси транспортного засобу; ДТШ – датчик тиску повітря в шинах

Підвіска автомобіля призначена для пружного з'єднання несучої системи з колесами. Таке з'єднання необхідне для забезпечення заданої плавності ходу [6, с. 209; 7].

Оскільки маршрутні транспортні засоби експлуатуються по неякісному дорожньому покриттю та перенавантажуються в години «пік», доцільно отримати інформацію про навантаження, які передаються від дороги через підвіску на раму автомобіля [8, с. 190; 9, с. 26; 10, с. 55]. Для цього в контрольних точках ТЗ пропонується встановити акселерометри для контролю вібронавантаженості несучих систем.

Зібрані в такий спосіб дані про стан дорожнього покриття в смузі руху за допомогою трекерів передаються в інформаційно-аналітичний центр ІТС міста, де ця інформація заноситься до єдиної бази даних геоінформаційної системи, в подальшому стає доступною іншим учасникам дорожнього руху [11, с. 28], а також дану інформацію отримують управління автомобільних шляхів. Використовуючи сучасні

технології водій та диспетчер може безперервно отримувати інформацію про поточне перебування даного транспортного засобу, його технічний стан, умови експлуатації.

Принципова схема функціонування запропонованої системи зображено на рисунку 2.

Це дозволить оптимізувати режими руху, що зменшить руйнівні навантаження на несучу систему, і дозволить заздалегідь планувати ремонтні роботи на пошкоджених ділянках автомобільних доріг.

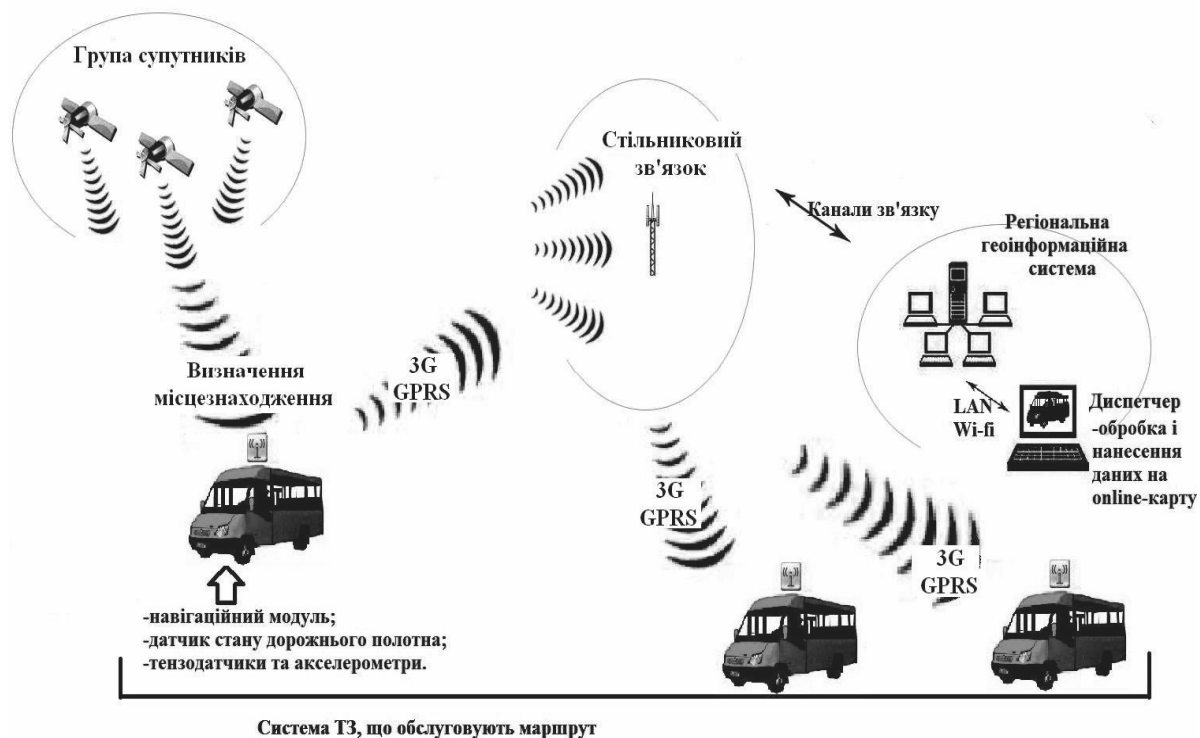


Рис. 2. Схема функціонування системи збору інформації про зовнішній стан дорожнього покриття

Висновки:

1. Віднайдено більш технологічний метод збору інформації про стан дорожнього покриття і її передачі в інформаційну систему міста.
2. Показана можливість оптимізації режимів руху автомобіля для підвищення його ресурсу через запропоновану систему збору інформації про стан дорожнього покриття.
3. Інформацію про стан дороги та її пошкодження слід використовувати для оперативного планування ремонтних робіт на ділянках автошляхів.

Список використаної літератури:

1. Інтерактивний моніторинг автомобільних доріг / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, А.А. Видмиш та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 132 с.
2. Моделювання дорожньої поверхні для розрахунку динаміки руху транспортних засобів / В.О. Богомолів, В.І. Клименко, А.І. Шилов та ін. // Автомобільний транспорт. – Вип. 29. – Харків : ХНАДУ, 2011.
3. Діагностика стану покриттів новітніми ходовими дорожніми лабораторіями: сучасний стан та перспективи розвитку / І.В. Кіяшко, Р.В. Смолянчук, Д.М. Новаковський та ін. // Науково-виробничий журнал. – № 5 (229). – Харків : ХНАДУ, 2012.
4. Система Hawkeye 2000 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.comlab.spb.ru/spets-oborud/ARRB/n144/>.
5. НИПИСтройТЭК: Лазерное сканирование и геоинформационные технологии [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://nipistroytek.ru/lazernoe-skanirovanie-i-geoinformatsionnye-tehnologii/mobilnoe-lazernoe-skanirovanie-/>.

6. *Сирота В.І.* Основи конструкції автомобілів : навч. посібник / *В.І. Сирота.* – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Арістей, 2005 – 280 с.
7. *Автомобили / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский и др. ; под ред. А.В. Богатырева.* – М. : Колос, 2001. – 496 с.
8. *Титаренко В.Є.* Вібродіагностика в системі технічного обслуговування автомобіля / *В.Є. Титаренко, В.П. Шумляківський / Вісник ЖДТУ ; Технічні науки.* – 2014.
9. Програмно-апаратний комплекс оцінки вібронавантаженості несучих систем транспортних засобів / *І.Г. Грабар, В.М. Іванченко, В.Є. Титаренко та ін. // Вісник ЖДТУ.* – 2010.
10. *Грабар І.Г.* Руйнування рамних конструкцій транспортних засобів в умовах експлуатації / *І.Г. Грабар, В.Є. Титаренко // Вісник ЖДТУ.* – 2008.
11. *Рудзінський В.В.* Інтелектуальні транспортні системи автомобільного транспорту (функціональні основи) : навч. посібник / *В.В. Рудзінський.* – Житомир : ЖДТУ, 2012. – 96 с.

ТИТАРЕНКО Володимир Євгенійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- надійність і міцність машин;
- проблеми вібронавантажованості несучих систем і екологічні проблеми автомобільного транспорту;
- сучасні енергозберігаючі технології.

ШУМЛЯКІВСЬКИЙ Володимир Петрович – старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- надійність і міцність машин;
- сучасні методи діагностики засобів автомобільного транспорту;
- інтелектуальні транспортні системи.

БАЛАГУЦ Інна Анатоліївна – магістрант кафедри автомобілів та автомобільного господарства Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- сучасні технології в автомобільному транспорті.

Стаття надійшла до редакції 14.11.2014

Титаренко В.Є., Шумляківський В.П., Балагуц І.А. Оптимізація режимів експлуатації несучої системи транспортних засобів на основі використання системи збору інформації про зовнішній стан дорожнього покриття в ІТС

Титаренко В.Е., Шумляковський В.П., Балагуц И.А. Оптимизация режимов эксплуатации несущей системы транспортных средств на основе использования системы сбора информации о внешнем состоянии дорожного покрытия в ИТС

Titarenko V.E., Shumliakivskiy V.P., Balaguts I.A. Optimization of modes of operation support system of vehicles based on the use of the system of collecting information about the external condition of pavement in the ITS

УДК 629.13

Оптимизация режимов эксплуатации несущей системы транспортных средств на основе использования системы сбора информации о внешнем состоянии дорожного покрытия в ИТС / В.Е. Титаренко, В.П. Шумляковський, И.А. Балагуц

Обоснована необходимость исследования динамики изменения внешнего состояния дорожного покрытия. Исследовано взаимодействие системы «дорога-автомобиль-человек» с помощью современных средств сбора и обработки информации. Проведен анализ существующих современных систем мониторинга состояния автомобильных дорог, указано преимущества и недостатки на конкретных примерах. Изложены стратегические направления развития и совершенствования систем сбора и обработки информации о состоянии покрытия автомобильных дорог. Представлена новая система сбора информации о внешнем состоянии дорожного покрытия и текущем техническом состоянии транспортного средства. Описаны устройство и принцип работы спроектированной системы. Сделаны предложения по оптимизации режимов эксплуатации и движения транспортных средств для повышения ресурса их несущих систем. Вынесены рекомендации об использовании полученной информации для оперативного планирования и своевременного проведения ремонтных работ на поврежденных участках автомобильных сообщений.

Ключевые слова: ультразвуковые датчики; акселерометр; GPS; оптимизация режимов движения; ресурс несущей системы.

УДК 629.13

Optimization of modes of operation support system of vehicles based on the use of the system of collecting information about the external condition of pavement in the ITS / V.E. Titarenko, V.P. Shumliakivskiy, I.A. Balaguts

The necessity to study the dynamics of changing the apparent condition of the road surface. The interaction of the system "road-car-man" through modern means of gathering and processing information. The analysis of existing systems for monitoring the state of modern highways, noted the advantages and disadvantages of specific examples. There are strategic directions of development and improvement of systems for collecting and processing information about the road surface. Presents a new system for collecting information on the structural condition of pavement and current technical condition of the vehicle. We describe the structure and principle of the designed system. An article contains suggestions for optimization of operation and traffic to improve their life supporting systems. Also, this article contains recommendations about the use of this information for operational planning and timely repairs to damaged sections of road connections.

Keywords: ultrasonic sensors; accelerometer; GPS; traffic optimisation; resource of carrying system.