

УДК 629.017

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ КОЛІСНИХ МАШИН

**Клец Д.М., д.т.н., проф., Дубінін Є.О., д.т.н., доц.**  
*(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)*

Підвищення ефективності експлуатації колісних машин можливе за рахунок застосування технологій поліпшення їх окремих властивостей, майстерності водіїв або впровадження елементів штучного інтелекту. Оскільки поліпшення окремих властивостей може призвести до погіршення інших, а фізіологічні здібності людини обмежені, найбільш перспективним напрямком є розвиток елементів штучного інтелекту на транспорті з метою забезпечення функціональної стабільності експлуатаційних властивостей колісних машин, в тому числі – маневреності, стійкості руху і положення. Для цього були визначені атрибути інновацій (основні компоненти; функції; рівень технізації і реалізованої стратегії, а також швидкодію) (таблиця 1). На основі проведеного аналізу запропонована інтелектуальна платформа Vehicle Maneuverability Improvement System (VMIS).

Таблиця 1 – Аналіз новітніх систем управління маневреністю автомобілів

Атрибути інновацій	Аналог I	Аналог II	Аналог III	Пропонована інтелектуальна платформа
Назва системи	VDC; ESP	APIA	CAPS	VMIS
Виробник	Robert Bosch GmbH	Continental Automotive Systems	Robert Bosch GmbH	ХНАДУ
Рік випуску	1995	2005	2007	2018
Орієнтована вартість	111\$ + ABS	300\$ + ESP + Adaptive Cruise Control	Близько 30% вартості автомобіля	Версія CM - 30\$; версія PM - 30\$ + ESP + RAS
Основні компоненти	ABS (антиблокуюча система), ASR (система регулювання крутного моменту двигуна), ACR (система управління активною підвіскою), APS (система контролю рульового управління)	Адаптивний круїз-контроль; електронна система гальмування; сенсорний кластер; трансміттер; педаль акселератора зі зворотним зв'язком; модулі контролю дверей, люка і сидіння; натягувач ременя; датчик	Гідравлічний модулятор тиску; система контролю подушок безпеки; радар; відеодатчик; активне рульове управління; система навігації; датчики систем активної безпеки	Версія CM – 2 акселерометра;  версія PM – 2 акселерометра + ESP + RAS (Rear Active Steer)

Атрибути інновацій		Аналог I	Аналог II	Аналог III	Пропонована інтелектуальна платформа
			виявлення перешкод і фронтального удару		
Рівень технізації		Механізований	Автоматизований	Автоматизований	Інтелектуалізований
Рівень стратегії, що реалізовується		1	2	2	4
ФУНКЦІЇ	Основні	Прогноз номінальної поведінки автомобіля; визначення фактичної поведінки автомобіля	Виявлення перешкод; прогноз ймовірності зіткнення	Забезпечення активної і пасивної безпеки, стійкості і керованості, запобігання заносу на початковому етапі	Визначення дорожніх, кліматичних і техногенних умов; запобігання заносу (імунітет автомобіля); контроль тиску в шинах; забезпечення показників маневреності автомобіля з урахуванням його технічного стану
	Допоміжні	Самодіагностика компонентів системи	Виявлення дорожніх знаків, допомога при паркуванні	Захист пішоходів, підвищення комфорту, допомога при паркуванні, моніторинг сліпих зон	Самонавчання системи; самодіагностика компонентів системи і показників автомобіля; контроль мікроклімату; регенерація енергії; взаємозв'язок з іншими учасниками руху, в тому числі – автоматична подача сигналу про небезпечну ділянку дороги або стан автомобіля іншим учасникам

Атрибути інновацій	Аналог I	Аналог II	Аналог III	Пропонована інтелектуальна платформа
				дорожнього руху; захист від стороннього втручання в роботу систем
Керуючі	Вироблення керуючих сигналів управління ковзанням коліс; управління бічним відведенням коліс	Автоматичне гальмування в разі визначення невідвортної аварії, підтримка автомобіля у обраній смузі руху, контроль рульового управління	Управління поздовжньою, вертикальною і бічною динамікою автомобіля, автоматичне включення фар і склоочисників	Випереджаюче управління (стійкість проти заносу); управління поздовжньою, вертикальною і бічною динамікою автомобіля; адаптивний круїз-контроль
Швидкодія	до 100 вим./с	до 100 вим./с	до 100 вим./с	200 вим./с

З використанням запропонованої інтелектуальної платформи можливе вдосконалення існуючих підходів щодо підвищення стійкості положення колісних машин, запропонованих у роботах [1-3].

За параметр стійкості пропонується використання критерію динамічної стійкості  $K_{ДС}$ , що визначається за залежністю (1) [4]

$$K_{ДС} = \frac{\omega_{поточн}}{\omega_{гран}}, \quad (1)$$

де:  $\omega_{поточн}$  – поточне значення кутової швидкості колісної машини в поперечній вертикальній площині, що визначається за залежністю;  $\omega_{гран}$  – гранична за умовою перекидання кутова швидкість колісної машини в поперечній вертикальній площині, що визначається за залежністю.

За  $K_{ДС} < 1$  стійкість положення забезпечується, за досягнення  $K_{ДС} \geq 1$  існує небезпека перекидання.

Таким чином, використання запропонованих рішень може бути наведено на рисунку 1 у вигляді закону перспектив розвитку експлуатаційної властивості колісної машини – стійкості положення від рівня технізації. При підвищенні рівня технізації ймовірність виникнення аварійної ситуації, пов'язаної з перекиданням, суттєво знижується. Так, на четвертому досягнутому рівні можливість перекидання зведена до мінімуму, система включається за заданим алгоритмом та не залежить від темпу наростання  $K_{ДС}$ . При п'ятому перспективному рівні буде здійснюватися прогнозування (штучний інтелект із пам'яттю) зміни  $K_{ДС}$  під час руху, система буде включатися за заданим алгоритмом залежно від темпу зростання  $K_{ДС}$ . У цьому випадку ситуації, пов'язані з перекиданням, будуть повністю виключені.

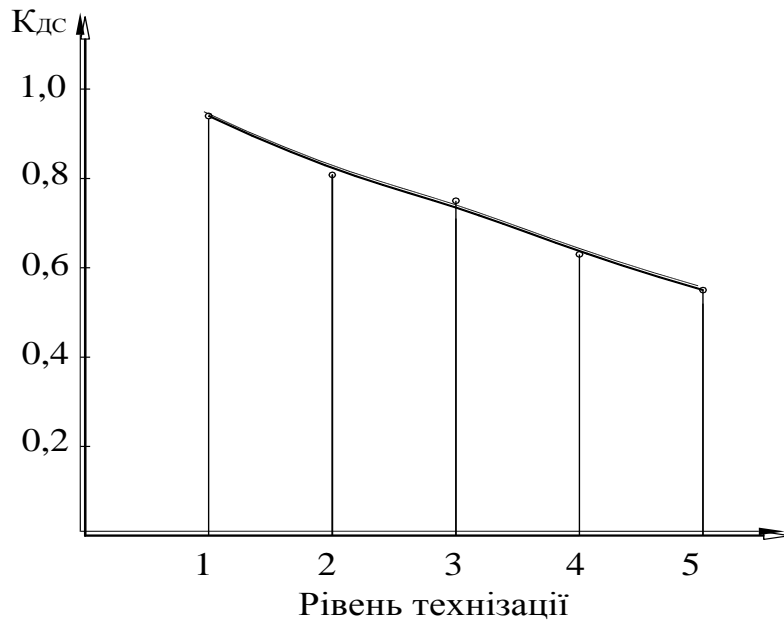


Рисунок 1 – Залежність стійкості положення колісної машини від рівня технізації

Оснащення інтелектуальними бортовими системами та пристроями колісних машин, в тому числі шарнірно-зчленованих, забезпечить зменшення динамічних навантажень під час руху нерівностями та забезпечення поперечної стійкості положення і надійності при експлуатації.

### Список використаних джерел

1. Пат. 63494 Україна, МПК В60W 30/02. Спосіб підвищення поперечної стійкості колісних машин зі складаними рамами / Подригало М. А., Полянський О. С., Дубінін Є. О., Задорожня В. В.; заявник і патентовласник Харківський нац. автом.-дорожній ун-т. – №201103212; заявл. 18.03.11; опубл. 10.10.11, Бюл. №19.
2. Пат. 72515 Україна, МПК В60W 30/04. Спосіб захисту колісних машин зі складаними рамами від перевертання на схилі / Подригало М. А., Полянський О. С., Дубінін Є. О., Клец Д. М., Задорожня В. В.; заявник і патентовласник Харківський нац. автом.-дорожній ун-т. – №201115431; заявл. 27.12.11; опубл. 27.08.12, Бюл. №16.
3. Пат. 64377 Україна, МПК В62D 21/00. Пристрій для забезпечення поперечної стійкості колісних машин з шарнірно-зчленованою рамою / Подригало М. А., Полянський О. С., Дубінін Є. О., Клец Д. М., Задорожня В. В.; заявник і патентовласник Харківський нац. автом.-дорожній ун-т. – №201103211; заявл. 18.03.11; опубл. 10.11.11, Бюл. №21.
4. Дубинин Е. А. Актуальность развития методов проведения испытаний средств транспорта на устойчивость / Е. А. Дубинин, А. С. Полянский // Нові технології, обладнання, матеріали в будівництві і на транспорті: міжнар. наук.-техн. конф., 26–28 листопада 2014 р.: тези доп. – Х., 2014. – С. 32–33.