

Клец Дмитро Михайлович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, d.m.klets@gmail.com

Дубінін Євген Олександрович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, dubinin-rmn@ukr.net

Холодов Михайло Павлович, канд. техн. наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, michaelkholodov@gmail.com

Байдала Владислава Юріївна, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vlada.baidala@gmail.com

РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ КОЛІСНИХ МАШИН

Підвищення ефективності експлуатації колісних машин можливе за рахунок застосування технологій щодо поліпшення їх окремих властивостей або впровадження елементів штучного інтелекту. Оскільки поліпшення окремих властивостей може призвести до погіршення інших, 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 оновлена інтелектуальна платформа Vehicle Maneuverability Improvement System (VMIS v.2), яка відрізняється від попередньої версії наявністю гіроскопа та веб-додатку з метою віддаленого діагностування експлуатаційних властивостей колісних машин.

Таблиця 1 – Аналіз новітніх систем управління маневреністю автомобілів

Атрибути інновацій	Аналог I	Аналог II	Аналог III	Аналог IV	Пропонована інтелектуальна платформа
Назва системи	VDC; ESP	APIA	CAPS	VMIS	VMIS v.2
Виробник	Robert Bosch GmbH	Continental Automotive Systems	Robert Bosch GmbH	ХНАДУ	ХНАДУ
Рік випуску	1995	2005	2007	2018	2023
Орієнтовна вартість	111\$ + ABS	300\$ + ESP + Adaptive Cruise Control	Близько 30% вартості автомобіля	Версія CM - 30\$; версія PM - 30\$ + ESP + RAS	Версія CM - 40\$; версія PM - 40\$ + ESP + RAS

Атрибути інновацій		Аналог I	Аналог II	Аналог III	Аналог IV	Пропонована інтелектуальна платформа
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 виявлення перешкод і фронтального удару	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)	Версія CM – Raspberry Pi 3B+ та MPU-6050 (гіроскоп, акселерометр); версія PM – Raspberry Pi 3B+ та MPU-6050 (гіроскоп, акселерометр) + ESP + RAS (Rear Active Steer)
Рівень технізації		Механізований	Автоматизований	Автоматизований	Інтелектуалізований	Інтелектуалізований
Рівень стратегії, що реалізується		1	2	2	4	4
ФУНКЦІЇ	Основні	Прогноз номінальної поведінки автомобіля; визначення	Виявлення перешкод; прогноз ймовірності зіткнення	Забезпечення активної і пасивної безпеки, стійкості і керованості, запобігання	Визначення дорожніх, кліматичних і техногенних умов; запобігання заносу (іму-	Визначення дорожніх, кліматичних і техногенних умов; запобігання заносу (іму-

Атрибути інновацій		Аналог I	Аналог II	Аналог III	Аналог IV	Пропонована інтелектуальна платформа
		фактичної поведінки автомобіля		заносу на початковому етапі	нітет автомобіля); контроль тиску в шинах; забезпечення показників маневреності автомобіля з урахуванням його технічного стану	нітет автомобіля); контроль тиску в шинах; забезпечення показників маневреності автомобіля з урахуванням його технічного стану; дистанційне діагностування
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 дорожнього руху;	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 дорож-	

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

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 коефіцієнта динамічної стійкості ($K_{ДС}$). 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.

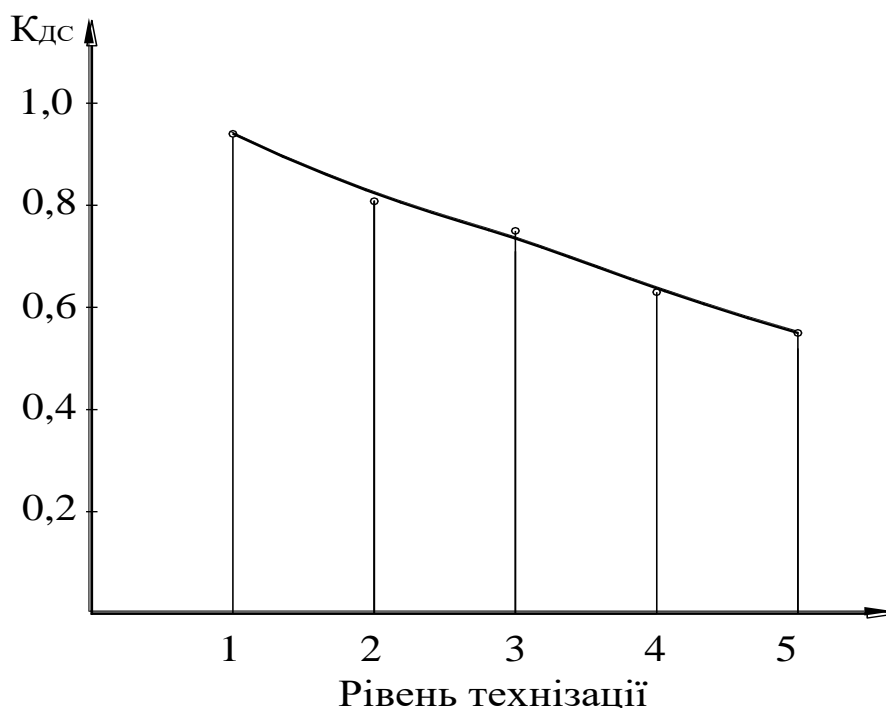


Рис. 1 – Залежність стійкості колісної машини від рівня технізації

Розвиток інтелектуальних бортових систем колісних машин дозволяє забезпечити стійкість положення та руху. Розроблений веб-додаток дозволяє проводити дистанційне оцінювання експлуатаційних властивостей колісних машин.

Список літератури

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.