https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.26.228

УДК 625.7/.8

Вознюк А. Б.[1], *канд. техн. наук, https://orcid.org/0000-0002-7611-9652*
Райковський В. Ф.[2], *канд. техн. наук, https://orcid.org/0000-0002-6391-7647*
Каськів В. І.[2], *канд. техн. наук, доц., https://orcid.org/0000-0002-8074-6798*
Загорняк О. В.[3], *канд. техн. наук, доц., https://orcid.org/0000-0003-3830-4520*

[1] *ТОВ «МІТС», м. Київ, Україна*
[2] *Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна*
[3] *Національний транспортний університет (НТУ), м. Київ, Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ ДАНИХ СИСТЕМИ ЗВАЖУВАННЯ В РУСІ З МЕТОЮ АКТУАЛІЗАЦІЇ КОЕФІЦІЄНТІВ ЗМІНИ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ

Анотація

Вступ. Впровадження Системи зважування в русі (WIM) в Україні розпочалося на виконання Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018–2022 роки та мало на меті збереження дорожнього покриття та скорочення видатків на утримання автомобільних доріг загального користування державного значення.

З метою забезпечення прозорості у сфері державного планування будівництва, реконструкції, ремонту автомобільних доріг Укравтодором забезпечується оприлюднення актуальної інформації про роботу Системи WIM за допомогою інтерактивної мапи за посиланням http://bit.ly/wiminbrief та щорічних статистичних звітів.

Стаття присвячена аналізу режимів руху транспортних засобів на мережі автомобільних доріг загального значення на підставі даних Системи WIM.

Проблематика. Потреба в удосконаленні метода розрахунку надійності конструкцій дорожнього одягу (нежорсткого та жорсткого) під дією сучасного транспортного навантаження з урахуванням результатів спостережень, отриманих Системою зважування в русі, за зміною інтенсивності руху та складу транспортного потоку.

Мета. Уточнення змін режимів руху транспортних засобів і параметрів навантаження на конструкцію дорожнього одягу.

Матеріали та метод. Математичне моделювання з використанням даних натурних досліджень.

Результати. Актуалізовані коефіцієнти перерахунку даних від короткочасового обліку (від однієї години) до середньорічної добової інтенсивності руху.

Висновки. Впровадження системи зважування в русі в Україні та розширення мережі майданчиків – це прогресивний шлях, який покликаний врегулювати і зменшити зловживання із перенавантаженням транспортних засобів, зберегти дорожню мережу від передчасного руйнування. Зібрані системою WIM масиви даних придатні для моделювання навантажень і розрахунку конструкції дорожнього одягу.

Ключові слова: автомобільна дорога, аналіз, зважування в русі, інтенсивність руху, метод, модель, навантаження, транспортний засіб, транспортний потік, WIM.

Вступ

Стійка тенденція до збільшення інтенсивності та швидкості руху, вантажопідйомності транспортних засобів, разом із неможливістю негайного відновлення дорожньої мережі вже у 2020 році призвело до того, що близько 90,3 % автомобільних доріг перебувало у незадовільному транспортно-експлуатаційному стані, з них не відповідали вимогам за міцністю — 39,2 %, за рівністю — 51,1 %. Погіршення стану покриття за показниками рівності, у свою чергу, призводить до суттєвого зростання динамічної складової навантаження на покриття. Динамічні перевантаження від пневматичних коліс транспортних засобів на нерівних ділянках у середньому становлять (50–90) %, при допустимих 30 %, що призводить до прискореного руйнування дорожнього покриття за залежністю 4-го степеня [1].

Таким чином, удосконалення методу розрахунку надійності нежорсткого дорожнього одягу під дією транспортного навантаження неможливе без урахуванням результатів багаторічних натурних спостережень за зміною інтенсивності руху та складу транспортного потоку, визначення зміни показників транспортно-експлуатаційного стану мережі автомобільних доріг загального користування України.

Починаючи з грудня 2019 року, Укравтодором почали накопичуватись дані Системи зважування в русі [3]. Під час процесу зважування для кожного транспортного засобу визначаються: дата вимірювання (до мілісекунди за світовим часом), габарити (довжина, ширина, висота), кількість осей і відстань між ними, відстань від першої/останньої осі до переднього/заднього бампера (звис), загальна маса та навантаження на кожну вісь, кількість шин, смуга та напрям руху, швидкість руху і державний номер.

Аналізуючи зібрані дані можна розрахувати за будь-який проміжок часу наступні характеристики транспортного потоку:

– інтенсивність руху;
– щільність руху (зокрема, довжини транспортних засобів і дистанцію між ними);
– склад руху (класи транспортних засобів за EURO6 або EURO13) [4];
– швидкість руху (середню арифметичну, середню гармонійну, відсоток забезпечення тощо).

Крім того, за допомогою даних WIM можна встановити обсяг транзитних перевезень.

Всі ці характеристики можуть бути використаними для удосконалення способів і методів обґрунтування та раціонального планування та/або проєктування заходів з будівництва, ремонту та експлуатаційного утримання мережі автомобільних доріг загального користування.

Основна частина

Використовуючи дані спостережень за транспортним потоком на мережі автомобільних доріг України у 2006–2014 рр., дослідники [5] дійшли висновку про неможливість встановлення математичних закономірностей, які дають змогу прогнозувати зміну приросту інтенсивності та складу транспортного потоку із заданою ймовірністю, що необхідно при розрахунках конструкцій дорожнього одягу на динамічну дію навантаження.

Коефіцієнти зміни приросту інтенсивності не можуть бути апроксимовані єдиною залежністю протягом десятилітнього періоду. При нестабільній економіці їх неможливо прогнозувати із заданою надійністю. Похибка між проєктними та фактичними значеннями може становити від 400 % до 600 %. Залишається шлях безпосереднього вимірювання і постійного спостереження для отримання достовірних даних.

Отримані висновки щодо нерівномірності приросту інтенсивності руху транспортних засобів підтверджуються даними системи WIM [3] для майданчиків, які працювали впродовж 2020-2021 рр. (**табл. 1**).

Таблиця 1

Коефіцієнти приросту транспортного потоку

Майданчик WIM	Індекс дороги	км+	Середньорічна добова інтенсивність руху (потік), авт./добу		Коефіцієнт приросту інтенсивності, %
			2020 рік	2021 рік	
WIM01	М-06	24+130	26 376	27 875	1,06
WIM02	М-06	54+336	27 525	29 754	1,08
WIM03	М-03	80+939	16 140	14 844	0,92
WIM06	М-07	62+879	4 071	4 257	1,05

Згідно з вимогами пункту 6.2.5 [6] під час розрахунку конструкції дорожнього одягу використовують коефіцієнт $f_{смуги}$, який враховує кількість смуг руху та розподіл руху транспорту на них.

Отримані дані системи WIM [3] для майданчиків, які встановлені на автомобільних дорогах, І-а (8 смуг руху), І-б (4 та 6 смуг руху) та ІІ (3 смуги руху) категорій, дозволяють актуалізувати вимоги табл. 6.3 [12] (**табл. 2**).

Таблиця 2

Розподіл транспортного потоку за смугами у 2021 році

Майданчик WIM	Індекс дороги	км+	Кількість смуг руху	Напрям руху	Частка транспортного потоку, %, яка припала на смугу руху			
					1*	2	3	4
WIM01	М-06	24+130	4	Київ	52,94**	47,06	-	-
WIM02	М-06	54+336	4	Київ	64,84**	35,16	-	-
				Чоп	59,97**	40,03	-	-
WIM03	М-03	80+939	4	Київ	67,26	32,74	-	-
				Харків	65,12	34,88	-	-
WIM04	Р-03	19+543	4	Бровари	66,76	33,24	-	-
				Бориспіль	72,68	27,32	-	-
WIM05	М-05	36+304	4	Київ	54,72	45,28	-	-
				Одеса	52,12	47,88	-	-
WIM08	Н-31	122+000	4	Дніпро	89,14	10,86	-	-
				Решетилівка	86,62	13,38	-	-
WIM11	М-06	246+008	4	Київ	66,82	33,18	-	-
				Чоп	69,22	30,78	-	-
WIM13	М-21	247+432	4	Виступовичі	72,32	27,68	-	-
				Могилів-Подільський	73,88	26,12	-	-

Кінець таблиці 2

Майданчик WIM	Індекс дороги	км+	Кількість смуг руху	Напрям руху	Частка транспортного потоку, %, яка припала на смугу руху			
					1*	2	3	4
WIM15	Н-08	468+739	4	Бориспіль	65,00	35,00	-	-
				Маріуполь	65,66	34,34	-	-
WIM17	М-14	233+250	4	Одеса	56,61	43,39	-	-
				Новоазовськ	54,50	45,50	-	-
WIM20	М-30	233+250	4	Стрий	61,99	38,01	-	-
				Ізварине	56,98	43,02	-	-
WIM25	Н-24	220+718	4	Благовіщенське	56,06	43,94	-	-
				Миколаїв	56,19	43,81	-	-
WIM27	М-21	192+000	4	Виступовичі	54,96	45,04	-	-
				Могилів-Подільський	51,85	48,15	-	-
WIM42	М-30	389+135	3	Стрий	76,91	23,09	-	-
WIM43	Н-08	429+585	4	Бориспіль	69,17	30,83	-	-
				Маріуполь	58,64	41,36	-	-
WIM49	М-05	448+188	6	Київ	27,68	58,45	13,87	-
				Одеса	29,90	56,57	13,53	-
WIM50	М-30	277+427	4	Стрий	79,83	20,17	-	-
				Ізварине	44,40	55,60	-	-
WIM55	М-30	440+528	3	Стрий	89,89	10,11	-	-
WIM59	М-03	22+700	8	Київ	24,40	36,61	24,63	14,36
				Харків	32,83	20,81	28,62	17,74
Середні значення			**3**	**-**	**83,40**	**16,60**	**-**	**-**
			4		**63,66**	**36,34**	**-**	**-**
			6		**28,79**	**57,51**	**13,70**	**-**
			8		**28,62**	**28,71**	**26,63**	**16,05**

Примітки:
* Номер смуги рахують від узбіччя за напрямком руху.
** З урахуванням смуги руху для громадського транспорту.

Слід зауважити, що дані Системи WIM спростовують лінійний розподіл транспортного потоку за смугами руху — при наявності 3-х та більше смуг для руху в одному напрямку водії транспортних засобів тяжіють до руху посередині проїзної частини, навіть порушуючи при цьому вимоги пункту 11.2 Правил дорожнього руху [7].

Дані Системи WIM дають змогу актуалізувати коефіцієнти зміни інтенсивності руху, необхідні для визначення її середньорічного добового значення на підставі годинної інтенсивності руху згідно з вимогами [4].

Коефіцієнт K_1 визначають відношенням середньодобової інтенсивності руху для кожного типу транспортних засобів за місяць до середньодобової інтенсивності руху для кожного типу транспортних засобів за рік. Коефіцієнт K_2 визначають відношенням середньогодинної інтенсивності руху для кожного типу транспортних засобів за певну годину відповідного дня тижня до суми середньогодинної інтенсивності руху за добу для кожного типу транспортних засобів відповідного дня тижня.

Результати розрахунку коефіцієнтів зміни інтенсивності руху для транспортного потоку в цілому на прикладі даних майданчика WIM02 за 2021 рік наведені у **табл. 3** і **табл. 4**.

Таблиця 3

Результати розрахунку коефіцієнта зміни інтенсивності руху за місяцями року для майданчика WIM02

Місяць	K_1 (для потоку)
Січень	0,497
Лютий	0,820
Березень	0,955
Квітень	1,063
Травень	1,177
Червень	1,205
Липень	1,301
Серпень	1,198
Вересень	1,101
Жовтень	1,114
Листопад	0,992
Грудень	0,996

Таблиця 4

Результати розрахунку коефіцієнта зміни інтенсивності руху за годинами доби та днями тижня для майданчика WIM02

Час обліку	K_2 (для потоку)						
	день тижня						
	понеділок	вівторок	середа	четвер	п’ятниця	субота	неділя
00-01	0,022	0,022	0,022	0,022	0,019	0,021	0,015
01-02	0,017	0,018	0,019	0,019	0,016	0,016	0,012
02-03	0,013	0,015	0,016	0,016	0,013	0,013	0,009
03-04	0,012	0,014	0,014	0,014	0,012	0,013	0,008
04-05	0,015	0,017	0,017	0,018	0,015	0,016	0,009
05-06	0,030	0,027	0,026	0,026	0,022	0,025	0,013
06-07	0,045	0,039	0,037	0,037	0,031	0,035	0,019
07-08	0,047	0,046	0,046	0,045	0,039	0,048	0,025
08-09	0,046	0,048	0,047	0,046	0,040	0,055	0,032
09-10	0,046	0,047	0,046	0,046	0,040	0,057	0,038
10-11	0,048	0,049	0,049	0,048	0,043	0,059	0,045

Кінець таблиці 4

Час обліку	K_2 (для потоку)						
	день тижня						
	понеділок	вівторок	середа	четвер	п'ятниця	субота	неділя
11-12	0,051	0,051	0,050	0,049	0,047	0,060	0,053
12-13	0,054	0,053	0,052	0,052	0,050	0,061	0,059
13-14	0,055	0,054	0,053	0,053	0,053	0,060	0,064
14-15	0,055	0,056	0,055	0,055	0,057	0,060	0,068
15-16	0,058	0,058	0,057	0,056	0,059	0,061	0,070
16-17	0,058	0,058	0,058	0,059	0,063	0,060	0,074
17-18	0,057	0,057	0,058	0,059	0,063	0,057	0,072
18-19	0,055	0,054	0,056	0,057	0,064	0,055	0,071
19-20	0,054	0,052	0,055	0,056	0,067	0,048	0,068
20-21	0,054	0,051	0,054	0,055	0,065	0,042	0,060
21-22	0,045	0,046	0,046	0,047	0,055	0,034	0,049
22-23	0,036	0,037	0,037	0,036	0,041	0,025	0,038
23-00	0,028	0,029	0,030	0,028	0,028	0,019	0,028

Очевидно, що отримані коефіцієнти K_1 і K_2 близькі до наведених в таблицях Д.4 і Д.5 [4] та підтверджують вплив на інтенсивність руху і склад транспортного потоку близькості ділянки автомобільної дороги до великих міст, промислових підприємств тощо. Крім того, безпосередньо дані WIM рекомендується використовувати для розрахунків ділянок доріг у радіусі до 30 км від того чи іншого майданчика WIM. Зі зростанням відстані все більший вплив матимуть особливості району проєктування.

Згідно з вимогами пунктів 6.2.6 – 6.28 [6] руйнівний вплив транспортних засобів на конструкцію дорожнього одягу визначають за допомогою коефіцієнта приведення.

Значення сумарного коефіцієнта приведення розраховують за формулою:

$$S_{\text{m сум}} = \sum_{i=1}^{k} S_i, \tag{1}$$

де k — кількість осей транспортного засобу, для приведення якого до розрахункового динамічного навантаження визначають коефіцієнт $S_{\text{m сум}}$;

S_i — коефіцієнт приведення номінального динамічного навантаження від колеса з кожної із k осей транспортного засобу до розрахункового динамічного навантаження.

Коефіцієнт приведення навантажень S_{n} визначають за формулою:

$$S_{\text{n}} = \left(\frac{Q_{\text{дн}}}{Q_{\text{розд}}} \right)^{\beta}, \tag{2}$$

де $Q_{\text{дн}}$ — номінальне динамічне навантаження від колеса на покриття, кН;

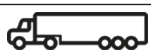
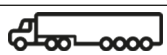
$Q_{\text{розд}}$ — розрахункове динамічне навантаження від колеса на покриття, кН;

β — показник інтенсивності руйнування, який дорівнює 4,4.

Результати розрахунку коефіцієнтів приведення (руйнівного впливу) навантажень від різних типів транспортних засобів до розрахункового навантаження A_2 (115 кН) на прикладі даних майданчика WIM02 за 2021 рік наведені у **табл. 5.**

Таблиця 5

Результати розрахунку коефіцієнта приведення до розрахункового навантаження A_2 (115 кН) для майданчика WIM02

Клас транспортного засобу	Частка у складі потоку, %	$K_{прив}$ до A_2 (115 кН)
(4)	0,13	0,17
(5)	3,54	5,86
(6)	0,44	5,17
(7)	0,50	2,76
(8)	0,01	2,55
(9)	0,04	2,99
(10)	0,12	2,01
(11)	0,04	1,72
(12)	0,05	0,39
(13)	0,07	2,03
 (14)	1,22	2,81
(15)	10,90	1,54
(16)	0,19	2,47
 (17)	0,46	1,94
(19)	0,03	0,76

Згідно з вимогами пункту 6.2.2 [4] розрахункове навантаження групи A_1 приймають для розрахунку дорожнього одягу на автомобільних дорогах І-а, І-б, якщо у розрахунковий період передбачається рух транспортних засобів із навантаженням на вісь понад 120 кН у кількості більше ніж 500 авт./добу, а для ІІ категорії — понад 150 авт./добу.

У частині 3 [3] наведені усереднені характеристики транспортних засобів, які здійснюють левову частку вантажних перевезень на мережі автомобільних доріг України та їхню частку із середнім навантаженням на вісь понад 120 кН (**табл. 6**).

Таблиця 6

Частка транспортних засобів, у яких навантаження хоча б на одну вісь становить 120 кН та більше

Клас транспортного засобу	Частка перевантажених транспортних засобів від їхньої загальної кількості, %
(4)	5,58

Кінець таблиці 6

Клас транспортного засобу	Частка перевантажених транспортних засобів від їхньої загальної кількості, %
(5)	15,86
(6)	66,33
(8)	13,27
(9)	3,50
(11)	6,86
(13)	3,91
(14)	2,25

Таблиця 7

Середня місячна інтенсивність руху транспортних засобів, у яких навантаження хоча б на одну вісь становить 120 кН та більше

Майданчик WIM	Індекс дороги	км+	Категорія дороги	Інтенсивність руху, авт./добу, за класами транспортних засобів								
				4	5	6	8	9	11	13	14	Разом
WIM 01	**М-06**	**24+130**	**І-б***	**173**	**32**	**40**	**4**	**1**	**-**	**14**	**35**	**299**
WIM 02	М-06	54+336	І-б	203	26	34	5	2	1	23	64	358
WIM 03	М-03	80+939	І-б	107	16	15	3	1	1	19	50	212
WIM 04	**Р-03**	**19+543**	**І-б****	**154**	**22**	**43**	**5**	**1**	**1**	**24**	**55**	**305**
WIM 05	**М-05**	**36+304**	**І-б**	**231**	**81**	**128**	**7**	**1**	**1**	**24**	**45**	**518**
WIM 06	М-07	62+879	ІІ*	26	3	39	1	-	-	3	15	87
WIM 07	**М-22**	**74+810**	**ІІ**	**26**	**7**	**93**	**4**	**1**	**-**	**13**	**18**	**162**
WIM 08	Н-31	122+000	Іб	14	5	24	2	1	-	5	11	62
WIM 09	**Н-01**	**198+423**	**ІІ**	**79**	**12**	**46**	**2**	**1**	**1**	**7**	**12**	**160**
WIM 10	Н-01	206+160	ІІ	69	9	28	3	1	1	7	15	133
WIM 11	М-06	246+008	І-б	107	12	11	2	1	1	19	50	203
WIM 12	М-30	823+336	ІІ	18	6	8	3	1	1	2	6	45
WIM 13	М-21	247+432	І-б	78	10	58	4	1	-	12	24	187
WIM 14	Н-03	246+365	ІІ	63	12	31	1	1	1	6	11	126
WIM 15	Н-08	468+739	І-б	48	13	15	4	1	1	7	16	105
WIM 16	Н-08	528+759	ІІ	21	5	11	3	1	1	3	6	51
WIM 17	М-14	229+610	І-б	48	12	32	15	3	1	6	16	133
WIM 18	Р-47	12+530	ІІ	17	2	7	4	1	1	2	4	38
WIM 19	М-14	618+352	ІІ	7	4	37	-	-	-	1	2	51
WIM 20	М-30	949+526	І-б	66	24	72	7	3	2	13	29	216
WIM 21	М-01	49+495	ІІ	19	8	15	1	1	-	4	12	60
WIM 22	Р-15	61+120	ІІ	23	2	5	1	1	-	2	4	38

Кінець таблиці 7

Майданчик WIM	Індекс дороги	км+	Категорія дороги	Інтенсивність руху, авт./добу, за класами транспортних засобів								
				4	5	6	8	9	11	13	14	Разом
WIM 23	М-30	208+505	II	21	6	12	3	11	2	5	18	78
WIM 24	Н-14	232+365	II	5	1	8	3	7	3	4	9	40
WIM 25	Н-24	220+718	I-б	51	14	52	4	3	2	17	31	174
WIM 26	Т-15-13	36+598	II	8	2	3	-	-	-	-	1	14
WIM 27	М-21	192+000	I-б	46	17	22	10	10	1	5	20	131
WIM 28	М-25	13+199	II	11	2	8	-	2	-	1	2	26
WIM 29	Н-23	2+998	II	14	3	7	1	6	1	4	11	47
WIM 30	М-02	0+606	II	16	3	6	1	7	1	3	11	48
WIM 31	Н-26	8+745	II	11	3	2	1	1	-	1	1	20
WIM 32	Н-16	10+867	II	29	4	5	2	1	-	4	7	52
WIM 33	М-15	13+221	II	46	6	13	1	1	-	4	8	79
WIM 34	М-06	631+000	II	19	5	17	1	-	-	3	7	52
WIM 35	Н-25	70+325	II	5	1	4	1	-	-	-	1	12
WIM 36	Н-09	360+323	II	15	2	7	-	-	-	2	3	29
WIM 37	М-24	29+785	II	21	5	15	-	-	-	1	1	43
WIM 38	М-07	299+143	II	9	2	12	-	-	-	5	6	34
WIM 39	М-15	86+105	II	28	4	9	2	1	1	3	6	54
WIM 40	М-14	56+577	II	5	1	4	-	-	-	1	2	13
WIM 41	М-30	546+960	II	37	8	12	2	1	1	10	18	89
WIM 42	М-30	389+135	II	37	8	27	2	1	-	8	13	96
WIM 43	Н-08	429+585	I-б	24	5	10	1	-	-	3	6	49
WIM 44	М-19	127+795	II	63	3	10	1	-	-	7	9	93
WIM 45	Н-11	144+505	II	15	4	5	2	11	4	6	20	67
WIM 46	Н-09	430+285	II	91	7	23	2	-	-	4	8	135
WIM 47	Н-03	210+735	II	60	7	16	1	3	1	7	14	109
WIM 48	Н-25	274+423	II	16	3	7	1	1	-	4	6	38
WIM 49	М-05	448+188	I-б	31	8	7	15	5	3	25	48	142
WIM 50	М-30	277+427	I-б	27	7	27	2	1	1	7	12	84
WIM 51	Н-25	207+225	II	7	1	7	-	-	-	1	1	17
WIM 54	М-07	381+451	II	12	2	31	1	-	-	5	9	60
WIM 55	М-30	440+528	II	49	11	23	3	2	1	11	23	123
WIM 56	Н-10	32+586	II	56	12	16	1	-	1	2	5	93
WIM 58	М-30	862+217	II	7	3	4	1	1	-	1	2	19
WIM 59	М-03	22+700	I-а	138	37	61	10	4	2	22	60	334

Примітки:
* Зважування здійснюється лише в напрямку Києва.
** Майданчик WIM встановлений на відстані 250 м від місця переходу автомобільної дороги з I-б категорії у II категорію.

Аналізуючи результати розрахунків (**табл. 7**) можна зробити висновок, що проєктування нового будівництва та/або реконструкції ділянок автомобільних доріг державного значення (міжнародних, національних і регіональних) у радіусі щонайменше 50 км навколо міста Києва необхідно здійснювати, використовуючи розрахункове навантаження групи A_1 (130 кН). Також критичну межу перетнули ділянки доріг М-22 та Н-01 у Полтавській та Черкаській областях відповідно. Ще щонайменше 4 ділянки доріг II категорії зазнають впливу навантаження від великовагових транспортних засобів.

Висновки

У результаті проведеного дослідження встановлено, що Система WIM є джерелом актуальних даних про характеристики транспортного потоку на мережі автомобільних доріг України.

Отримані результати підтверджують поступове зростання навантажень на конструкцію дорожнього одягу та потребу дедалі частіше використовувати під час проєктування розрахункове навантаження групи A_1 (130 кН).

Програмне забезпечення Системи WIM і щорічний технічний звіт вважаємо потребують доопрацювання для можливості забезпечення доступу до наступних даних про:

– температуру повітря;
– температуру покриття;
– коефіцієнти приведення короткочасних обліків до середньодобової-річної інтенсивності руху;
– коефіцієнти руйнівного впливу;
– коефіцієнти приросту інтенсивності.

Існує потреба в методиці з оброблення й аналізування даних із майданчиків WIM, яка необхідна для продовження наукових досліджень щодо руйнівного впливу від сучасних транспортних засобів і використання реальних отриманих даних для розрахунку конструкцій дорожнього одягу.

Список літератури

1. Райковський В.Ф. Удосконалення методу розрахунку надійності нежорсткого дорожнього одягу при дії навантаження : дис. … канд. техн. наук : 05.22.11. Київ, 2021. 211 с.

2. Вознюк А.Б. Удосконалення методу прогнозування аварійно-небезпечних ділянок на мережі автомобільних доріг : дис. … канд. техн. наук : 05.22.01. Київ, 2021. 226 с.

3. Система зважування в русі (Weigh in motion). Технічний звіт про роботу у 2019-2021 роках. URL: https://bit.ly/wimrprt21 (дата звернення: 01.09.2022).

4. ДСТУ 8824:2019 Автомобільні дороги. Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку. Київ, 2019. 33 с. (Інформація та документація).

5. Гамеляк І.П., Райковський В.Ф. Аналіз зміни коефіцієнтів приросту інтенсивності транспортних засобів в часі для автомобільних доріг України. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво.* 2015. Вип. 94. С. 226–238.

6. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. 2019. 62 с. (Інформація та документація).

7. Про Правила дорожнього руху. 2001. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text (дата звернення: 01.09.2022).

References

1. Raikovskyi V.F. Udoskonalennya metodu rozrakhunku nadiynosti nezhorstkoho dorozhnoho odyahu pry diyi navantazhennia [Improving the method of the reliability calculation of flexible pavement under load action]. PhD (Ing.). Kyiv, 2021. 211 p. [in Ukrainian].

2. Vozniuk A. B. Udoskonalennya metodu prohnozuvannya avariyno-nebezpechnykh dilianok na merezhi avtomobilnykh dorih [Improving the method of forecasting hazardous locations on the road network]. PhD (Ing.). Kyiv, 2021. 226 p. [in Ukrainian].

3. Systema zvazhuvannia v rusi. Tekhnichnyy zvit pro robotu u 2019-2021 rokakh [Weigh in motion system. Technical report on work in 2019-2021]. URL: https://bit.ly/wimrprt21 (Last accessed: 01.09.2022) [in Ukrainian].

4. DSTU 8824:2019 Avtomobilni dorohy. Vyznachennya intensyvnosti rukhu ta skladu transportnoho potoku [State Standard of Ukraine (DSTU 8824:2019) Highways. Determining the trafic intensity and composition of the trafic flow]. Kyiv, 2019. 33 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

5. Hamelyak I.P., Raikovskyi V.F. Analiz zminy koefitsiyentiv pryrostu intensyvnosti transportnykh zasobiv v chasi dlya avtomobilnykh dorih Ukrayiny [Analysis of the change in the coefficients of increase in the intensity of vehicles over time for the roads of Ukraine]. *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*. 2015. Iss. 94. P. 226–238. [in Ukrainian].

6. HBN V.2.3-37641918-559:2019 Avtomobilni dorohy. Dorozhniy odyah nezhorstkyi. Proektuvannia [Departmental Building Norms (HBN V.2.3-37641918-559:2019) Highways. The flexible pavement. Design]. Kyiv, 2019, 62 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

7. Pro Pravyla dorozhnoho rukhu: Decree of Cabinet of Ministers of Ukraine of 10.10.2001 N 1306 (editorial office of 30.08.2022 N 944-2022-п) // Database of Legislation of Ukraine / Verkhovna Rada of Ukraine. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text (Last accessed: 01.09.2022) [in Ukrainian].

Andrii Vozniuk[1], *Ph.D., https://orcid.org/0000-0002-7611-9652*
Vitalii Raikovskyi[2], *Ph.D., https://orcid.org/0000-0002-6391-7647*
Volodymyr Kaskiv[2], *Ph.D., Associate Prof., https://orcid.org/0000-0002-8074-6798*
Oleh Zahornyak[3], *Ph.D., Associate Prof., https://orcid.org/0000-0003-3830-4520*

[1] *IITS LLC, Kyiv, Ukraine*
[2] *M.P. Shulgin State Road Research Institute – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine*
[2] *National Transport University (NTU), Kyiv, Ukraine*

STUDY OF WEIGH IN MOTION DATA FOR TRAFFIC VOLUME COEFFICIENTS UPDATING

Abstract

Introduction. The implementation of the Weighing in Motion System (WIM) in Ukraine has been started in compliance with the State Targeted Economic Program for the Development of Public Highways of State Importance in 2018-2022 and was aimed at preserving the road surface from damaging and reducing expenses for road maintenance.

In order to ensure transparency in the field of state planning for the road construction, reconstruction and repair, Ukravtodor ensures the publication of up-to-date WIM information via interactive map http://bit.ly/wiminbrief and annual statistical reports.

The paper describes an analysis of traffic volume coefficients based on WIM data.

Problems. The need for improving the method of calculating of road pavement structures (non-rigid and rigid) reliability under existing traffic loads, taking into account the WIM data on traffic volume and traffic condition.

Purpose. Clarification of traffic conditions and traffic loads on road pavement.

Materials and method. Mathematical modelling using survey data.

Results. Up-to-date traffic volume coefficients.

Conclusions. The implementation of WIM System and WIM sites network expansion is a progressive way for traffic volume and traffic load monitoring and reducing destructive impact of overloaded vehicles on road pavement. WIM data is suitable for traffic load modelling loads and road pavement designing.

Keywords: analysis, method, model, road, traffic, traffic load, traffic volume, weigh-in-motion.