

**І.П. Гамеляк**  
**В.Ф. Райковський**

# ДОСЛІДЖЕННЯ РУЙНІВНОГО ВПЛИВУ ПЕРЕВАНТАЖЕНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ТЕРМІН СЛУЖБИ НЕЖОРСТКИХ КОНСТРУКЦІЙ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Національний транспортний університет

*У роботі приведено дослідження руйнівного впливу сучасних перевантажених транспортних засобів на конструкції нежорсткого дорожнього одягу.*

*За результатами виконаного аналізу встановлені залежності впливу перевантажених транспортних засобів (за даними заводу виробника) на зміну параметрів нежорсткого дорожнього одягу (товщини шару асфальтобетонних шарів, загального модуля пружності, терміну служби).*

*Ключові слова. Автомобільні дороги державного значення транспортні засоби, перевантаження, інтенсивність, конструкція дорожнього одягу.*

## Вступ

За останні 20 років, у зв'язку з кризовим станом вантажних залізничних перевезень, в Україні спостерігалася стійка тенденція зростання об'ємів перевезень вантажів автомобільним транспортом. Зростання об'ємів вантажних перевезень автомобільним транспортом та відповідно інтенсивності руху, неминуче призводить до істотного збільшення динамічної складової навантаження на існуючі дорожні конструкції.

## Основна частина

З метою вирішення проблем дорожньої інфраструктури була призначена Національна програма Велике будівництво, яка мала кардинально змінити стан Національної мережі автомобільних доріг та виправити накопичені за минулі роки тенденції руйнування дорожньої інфраструктури. Одним із засобів досягнення цієї мети є налагодження системи Державного контролю за здійсненням великовагових автотранспортних перевезень. На заваді комплексного вирішення цієї задачі, маємо відсутність науково-технічного обґрунтування показників впливу колісних формул сучасних вантажних транспортних засобів (далі – ВТЗ), в тому числі військової техніки, на стан дорожнього одягу. Нормативна база, щодо визначення параметрів вагового контролю, якою наразі користуються в Україні застаріла, оскільки вона не враховує конструктивні особливості сучасних транспортних засобів (колісні формули, навантаження на осі тощо). Отже, ураховуючи зазначене виникає нагальна потреба осучаснити нормативну базу з'ясувати відповідність параметрів сучасного вантажного автотранспортного потоку, його технологічну, економічну, екологічну, безпекову складову та узгодити нові фактори впливу на стан АДЗК з параметрами контролю можливих граничних навантажень.

Повномасштабне вторгнення агресора московії змінило логістичні ланцюги, що привело до збільшення навантажень на основних маршрутах автомобільних перевезень.

Фахівцями ДП «ДерждорНДІ» та Національного транспортного університету на основі експериментальних та теоретичних досліджень виконано роботи з встановлення руйнівного впливу перевантажених транспортних засобів на нежорстку конструкцію дорожнього одягу за наступними напрямками:

- встановлення зміни потрібного модуля пружності Епот дорожньої конструкції в залежності від інтенсивності та складу транспортного потоку для автомобільних доріг;
- встановлення коефіцієнтів зменшення строку служби нежорсткого дорожнього одягу для різних категорій автомобільних доріг за даними зміни інтенсивності та складу транспортного потоку;
- для автомобільних доріг I – IV категорій виконано порівняльний аналіз;
- встановлено залежності впливу перевантажених транспортних засобів на розрахункові параметри нежорсткого дорожнього одягу.

В таблицях 1 – 2 наведено вплив відсотку перевантажених транспортних засобів у складі транспортного потоку на параметри (зміни потрібного модуля пружності, зміни терміну служби, тощо) нежорсткого дорожнього одягу.

Таблиця 1

Вплив відсотку перевантажених транспортних засобів (на 30 % понад нормативного) у складі транспортного потоку на параметри нежорсткого дорожнього одягу

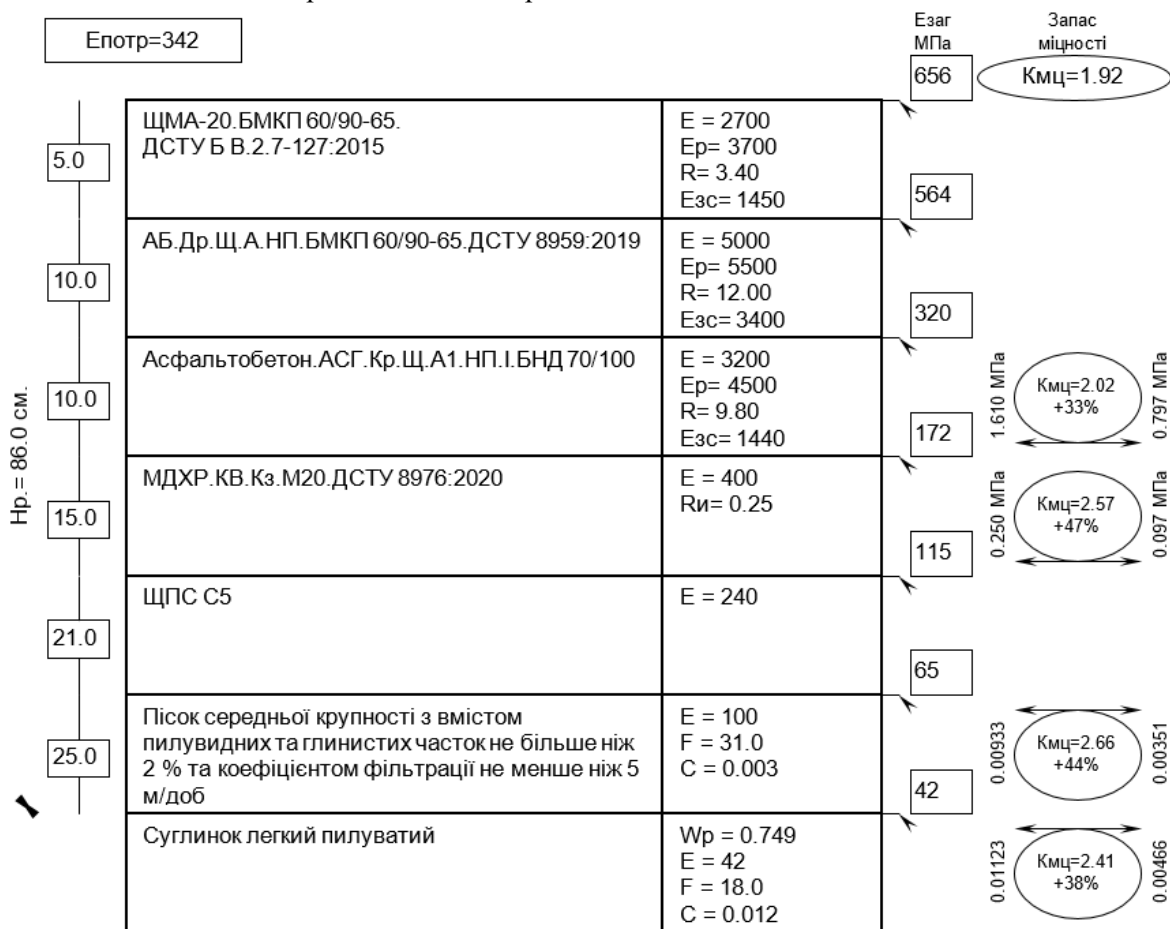
Інтесивність, авто./добу	Інтесивність приведення до розрахункового навантаження, 115 кН					Потрібний модуль пружності дорожнього одягу при розрахунковому навантаженні, 115кН					Приріст потрібного модуля пружності дорожнього одягу при розрахунковому навантаженні, 115кН при перевантаженні					Зменшення терміну служби КДО в залежності від перевантаження, роки				
	Відсоток перевантажених ТЗ у складі транспортного потоку, %					Відсоток перевантажених ТЗ у складі транспортного потоку, %					Відсоток перевантажених ТЗ у складі транспортного потоку, %					Відсоток перевантажених ТЗ у складі транспортного потоку, %				
	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
22644	4568	7639	10706	13776	16844	248	270	284	295	304	8,87	14,52	18,95	22,58	1,63	2,21	2,78	3,36		
21200	7415	12263	17107	21943	26796	380	402	416	426	435	5,79	9,47	12,11	14,47	1,62	2,18	2,74	3,30		
15101	5992	9849	13705	17559	21426	371	392	406	417	425	5,66	9,43	12,40	14,56	1,61	2,16	2,71	3,26		
19833	4112	6718	9342	11945	14571	355	376	390	400	409	5,92	9,86	12,68	15,21	1,60	2,15	2,69	3,24		
10267	2818	4529	6256	7964	9692	339	359	373	383	391	5,90	10,03	12,98	15,34	1,58	2,10	2,62	3,15		
10267	2818	4529	6256	7964	9692	339	359	373	383	391	5,90	10,03	12,98	15,34	1,58	2,10	2,62	3,15		
12998	3134	5021	6902	8778	10667	343	363	377	387	396	5,83	9,91	12,83	15,45	1,57	2,09	2,60	3,12		
10690	2942	4746	6542	8345	10146	340	361	375	385	393	6,18	10,29	13,24	15,59	1,58	2,11	2,63	3,15		
11369	3134	5065	6980	8892	10807	343	364	377	388	396	6,12	9,91	13,12	15,45	1,58	2,10	2,62	3,14		
9767	2251	3603	4956	6309	7661	329	349	363	373	381	6,08	10,33	13,37	15,81	1,57	2,09	2,60	3,12		
9271	1765	2642	3522	4399	5278	318	336	348	358	365	5,66	9,43	12,58	14,78	1,48	1,91	2,34	2,76		
3353	1555	2148	2729	3326	3907	313	327	337	346	353	4,47	7,67	10,54	12,78	1,39	1,71	2,03	2,35		
2307	1048	1646	2251	2851	3447	296	315	329	339	347	6,42	11,15	14,53	17,23	1,55	2,04	2,53	3,02		
5473	985	1187	1398	1604	1807	293	301	308	314	319	2,73	5,12	7,17	8,87	1,24	1,42	1,60	1,77		
3249	537	753	966	1180	1390	268	282	293	301	308	5,22	9,33	12,31	14,93	1,40	1,74	2,08	2,42		
1621	401	752	1104	1450	1802	255	282	298	310	319	10,59	16,86	21,57	25,10	1,81	2,56	3,30	4,05		
22644	4568	4614	8639	12666	16691	356	360	387	403	415	1,12	8,71	13,20	16,57	1,14	1,95	2,77	3,58		
21200	7415	10099	15626	21145	26682	377	390	409	422	431	3,45	8,49	11,94	14,32	1,37	2,01	2,64	3,28		
15101	5992	10935	14453	17970	21499	368	393	405	415	422	6,79	10,05	12,77	14,67	1,77	2,27	2,77	3,27		
19833	4112	8122	10274	12402	14553	351	381	391	399	406	8,55	11,40	13,68	15,67	1,89	2,34	2,78	3,23		
10267	2818	5511	6925	8321	9736	335	364	374	382	388	8,66	11,64	14,03	15,82	1,88	2,31	2,73	3,16		
10267	2818	4529	6256	7964	9692	335	356	369	380	388	6,27	10,15	13,43	15,82	1,58	2,10	2,62	3,15		

Таблиця 2

**Вплив відсотку перевантажених транспортних засобів (з завантаженням за даними заводу виробника) у складі транспортного потоку на параметри некоросткого дорожнього оліягу**

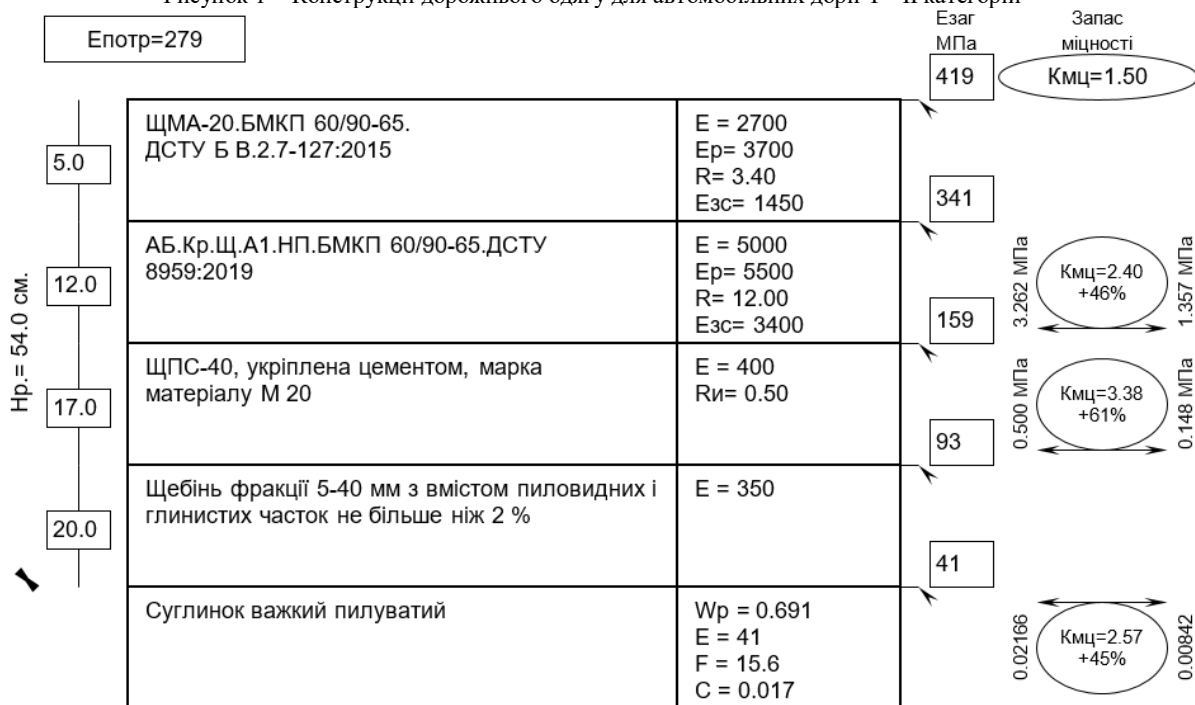
Інтенси́вність, авто./добу	Інтенси́вність привелених до розрахуноквого навантаження, 115 кН					Потрі́бний модуль пружності дорожнього оліягу при розрахуноквому навантаженні, 115кН					Прирі́ст потрі́бного модуля пружності дорожнього оліягу при розрахуноквому навантаженні, 115кН при перевантаженні					Зменшення терміну служби КДО в залежності від перевантаження, роки				
	Відсоток перевантажених ТЗ у складі транспортного потоку, %					Відсоток перевантажених ТЗ у складі транспортного потоку, %					Відсоток перевантажених ТЗ у складі транспортного потоку, %					Відсоток перевантажених ТЗ у складі транспортного потоку, %				
	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
22644	4568	14341	24092	33887	43638	248	297	319	334	345	19,76	28,63	34,68	39,11	2,89	4,72	6,55	8,38		
21200	7415	19783	32144	44465	56829	380	422	443	457	467	11,05	16,58	20,26	22,89	2,49	3,91	5,33	6,76		
15101	5992	14721	23406	32129	40861	371	409	429	443	453	10,24	15,63	19,41	22,10	2,31	3,55	4,79	6,04		
19833	4112	10788	17514	24184	30911	355	396	417	431	441	11,55	17,46	21,41	24,23	2,45	3,85	5,24	6,63		
10267	2818	6553	10317	14046	17810	339	375	394	407	418	10,62	16,22	20,06	23,30	2,19	3,34	4,47	5,61		
10267	2818	6553	10317	14046	17810	339	375	394	407	418	10,62	16,22	20,06	23,30	2,19	3,34	4,47	5,61		
12998	3134	6442	9768	13044	16373	343	374	392	404	414	9,04	14,29	17,78	20,70	1,96	2,87	3,76	4,67		
10690	2942	6126	9284	12467	15628	340	372	390	402	412	9,41	14,71	18,24	21,18	1,98	2,90	3,83	4,75		
11369	3154	6479	9788	13113	16445	343	374	392	404	414	9,04	14,29	17,78	20,70	1,96	2,86	3,76	4,66		
9767	2251	4922	7594	10266	12938	329	362	381	394	404	10,03	15,81	19,76	22,80	2,07	3,09	4,11	5,12		
9271	1765	4000	6211	8446	10655	318	354	372	386	395	11,32	16,98	21,38	24,21	2,14	3,21	4,30	5,37		
3353	1555	3539	5490	7496	9447	313	348	367	380	390	11,18	17,25	21,41	24,60	2,15	3,22	4,33	5,40		
2307	1048	2366	3694	5033	6357	296	331	350	363	373	11,82	18,24	22,64	26,01	2,13	3,22	4,31	5,39		
5473	985	1624	2266	2912	3551	293	315	329	340	348	7,51	12,29	16,04	18,77	1,61	2,17	2,73	3,29		
3249	537	1056	1594	2111	2649	268	296	314	326	336	10,45	17,16	21,64	25,37	1,88	2,74	3,56	4,42		
1621	401	990	1580	2150	2740	255	294	314	327	337	15,29	23,14	28,24	32,16	2,32	3,57	4,79	6,05		
22644	4568	17619	30663	43666	56715	356	414	437	453	464	16,29	22,75	27,25	30,34	3,50	5,95	8,38	10,82		
21200	7415	15806	24154	32539	40934	377	409	427	440	450	8,49	13,26	16,71	19,36	2,03	2,99	3,96	4,93		
15101	5992	12192	18446	24641	30894	368	398	416	428	438	8,15	13,04	16,30	19,02	1,94	2,84	3,72	4,61		
19833	4112	7535	10985	14402	17853	351	377	393	405	414	7,41	11,97	15,38	17,95	1,77	2,49	3,20	3,92		
10267	2818	6553	10317	14046	17810	335	371	391	404	414	10,75	16,72	20,60	23,58	2,19	3,34	4,47	5,61		
10267	2818	6203	9604	12957	16363	335	369	388	401	411	10,15	15,82	19,70	22,69	2,09	3,12	4,14	5,17		

Для встановлення впливу перевантажених транспортних засобів на нежорсткий дорожній одяг в розрахунках було використано реальні конструкції: рис. 1 для автомобільних доріг I – II категорій та рис. 2 для автомобільних доріг III – IV категорій.



E, C, R - МПа; F - град.

Рисунок 1 – Конструкції дорожнього одягу для автомобільних доріг I – II категорій



E, C, R - МПа; F - град.

Рисунок 2 – Конструкції дорожнього одягу для автомобільних доріг III – IV категорій

У таблицях 3 – 5 наведено порівняння нормативних та фактичних коефіцієнтів приведення до розрахункового навантаження А2 (115 кН).

Таблиця 3

**Порівняння нормативних та фактичних коефіцієнтів приведення до розрахункового навантаження А2 (115 кН) з перевантаженням 30 % від нормативно дозволеного значення**

Схема транспортного засобу за колісною формулою	Коефіцієнт приведення до розрахункового навантаження А2 (115 кН)		Коефіцієнт перевищення нормативного навантаження
	Нормативне	Фактичне	
Колісна схема 8×4.2	2,51	8,91	3,55
Колісна схема 6×4.2	7,63	3,41	0,45
Колісна схема 4×2.2+6	1,61	4,82	2,99
Колісна схема 6×4.2+6	1,63	3,81	2,34

Таблиця 4

**Порівняння нормативних та фактичних коефіцієнтів приведення до розрахункового навантаження А2 (115 кН) з максимальним завантаження за даними заводу виробника**

Схема транспортного засобу за колісною формулою	Коефіцієнт приведення до розрахункового навантаження А2 (115 кН)		Коефіцієнт перевищення нормативного навантаження
	Нормативне	Фактичне	
Колісна схема 8×4.2	2,51	26,42	10,53
Колісна схема 6×4.2	7,63	21,91	2,87
Колісна схема 4×2.2+6	1,61	7,68	4,77
Колісна схема 6×4.2+6	1,63	5,18	3,18

Таблиця 5

**Порівняння коефіцієнтів приведення до розрахункового навантаження А2 (115 кН) з максимальним завантаження за даними заводу виробника та перевантаженням 30 % від нормативно дозволеного значення**

Схема транспортного засобу за колісною формулою	Коефіцієнт приведення до розрахункового навантаження А2 (115 кН)		Коефіцієнт перевищення нормативного навантаження
	Завантаження понад 30 % від нормативного значення	Завантаження за даними заводу виробника	
Колісна схема 8×4.2	8,91	26,42	2,97
Колісна схема 6×4.2	3,41	21,91	6,43
Колісна схема 4×2.2+6	4,82	7,68	1,59
Колісна схема 6×4.2+6	3,81	5,18	1,36

За результатами виконаного аналізу встановлені залежності впливу перевантажених транспортних засобів (за даними заводу виробника) на зміну параметрів нежорсткого дорожнього одягу.

Результати аналізу наведено на рис. 3 – 6.

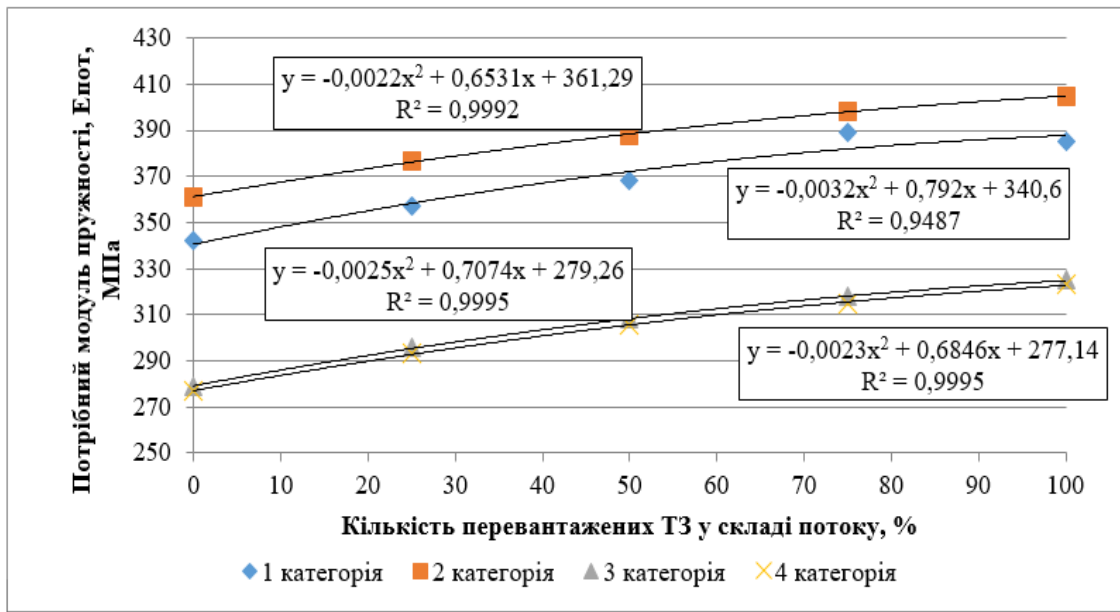


Рисунок 3 – Збільшення потрібного модуля пружності E<sub>пот</sub> для різних категорій автомобільних доріг в залежності від зміни кількості перевантажених ТЗ у складі потоку

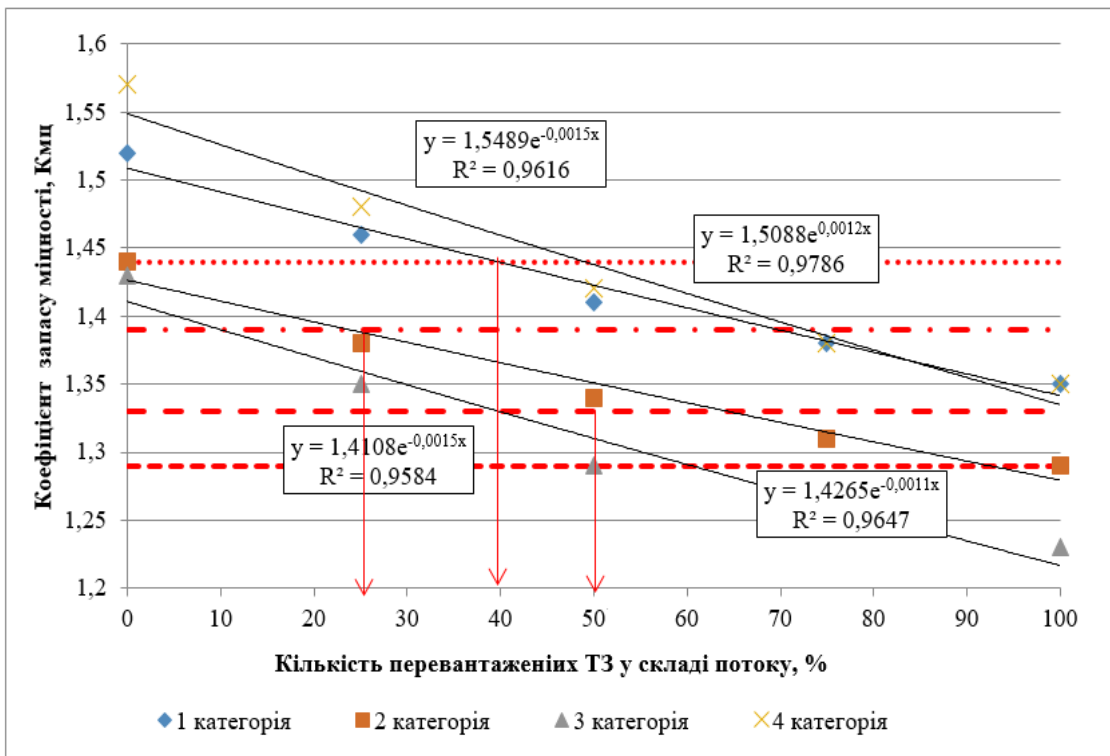


Рисунок 4 – Зміна коефіцієнту запасу міцності К<sub>мц</sub> для різних категорій автомобільних доріг в залежності від зміни кількості перевантажених ТЗ у складі потоку

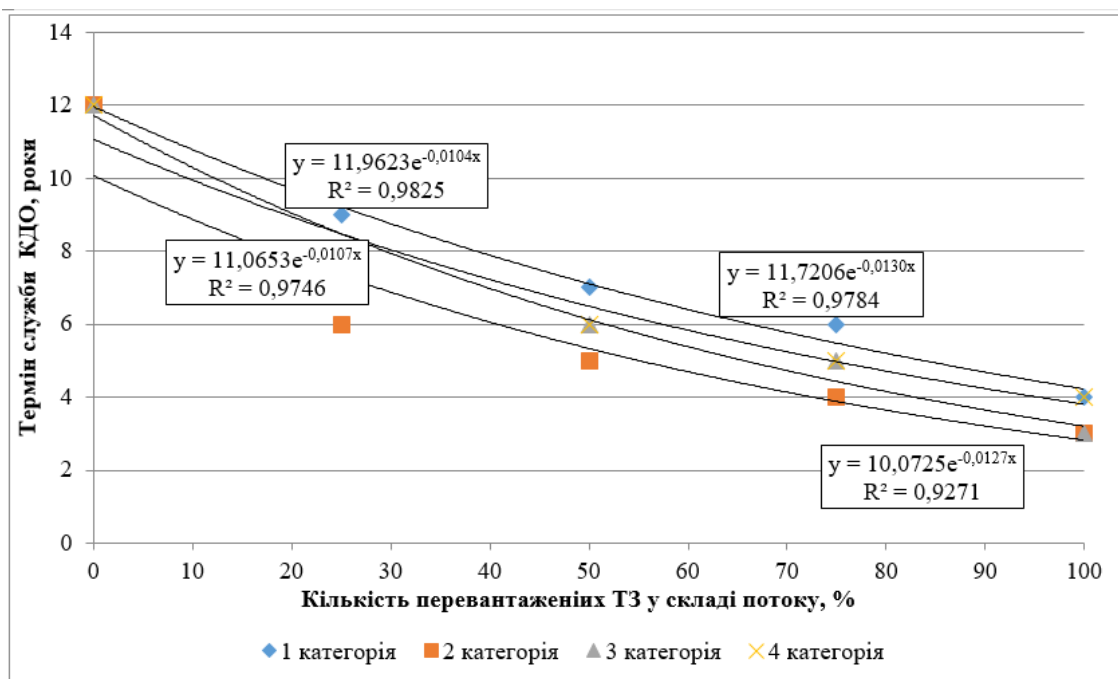


Рисунок 5 – Зміна розрахункового строку служби конструкції дорожнього одягу для різних категорій автомобільних доріг в залежності від зміни кількості перевантажених ТЗ у складі потоку

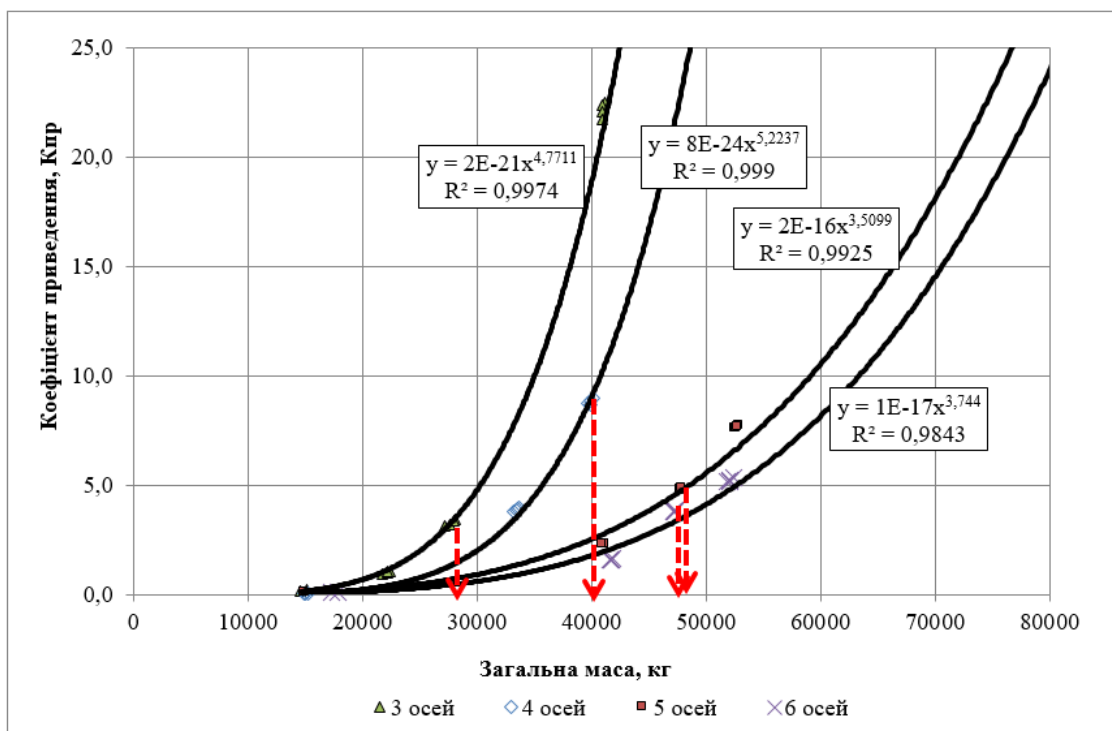


Рисунок 6 – Руйнівну дія транспортних засобів, в залежності від кількості осей за даними зважування відносно розрахункового навантаження

### Висновки

За результатами проведених досліджень фахівцями ДП «ДерждорНДІ» та НТУ вперше за останні 15 років виконано аналіз параметрів сучасних транспортних засобів (навантажень на осі та площі відбитку коліс, коефіцієнт приведення до розрахункового навантаження) та їх впливу на конструкції дорожнього одягу. В результаті аналізу встановлені залежності впливу досліджених транспортних засобів на напружено-деформований стан конструкції нежорсткого дорожнього одягу, зокрема:

– встановлено коефіцієнти приведення до розрахункового навантаження A2 (115 кН) з різним навантаження (нормативним, з перевантаження 30 % понад нормативного та за технічним паспортом

заводу виробника);

– встановлено коефіцієнти ефективності перевезення вантажу як відношення маси вантажу до маси порожнього транспортного засобу для різних типів завантаження;

– встановлено руйнівний вплив перевантажених транспортних засобів на нежорсткий дорожній одяг (зміну потрібного модуля пружності  $E_{потр}$ , кількість прикладень розрахункової навантаження та скорочення строку служби конструкції дорожнього одягу в залежності від завантаження різних схем транспортних засобів).

Для вирішення задачі про раціональне значення допустимих навантажень на осі транспортних засобів з умови збереження доріг від передчасного руйнування необхідно:

– уточнити вимоги до навантаження на осі транспортних засобів з розробленням відповідного нормативу та внести зміни до правил дорожнього руху;

– встановити допустимі навантаження на тягові та керовані осі транспортних засобів в залежності від кількості балонів шин на осі;

– урахувати дані досліджень (тиск у пневматику, форму та площу контакту шин з покриттям, навантаження на осі транспортних засобів та коефіцієнтів приведення до розрахункового навантаження) при розробленні змін до ГБН В.2.3-37641918-559 та ГБН В.2.3-37641918-557.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про автомобільні дороги» від 08.09.2005 р. №2862-IV.
2. Постанова Кабінету Міністрів України № 455 від 6.04.1998 р. // Комп'ютерна система законодавства України „Право”.
3. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо реформування системи управління автомобільними дорогами загального користування» від 17.11.2016 р. № 1764-VIII.
4. [https://protocol.ua/ua/pro\\_avtomobilni\\_dorogi\\_stattya\\_8/](https://protocol.ua/ua/pro_avtomobilni_dorogi_stattya_8/).
5. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо реформування системи управління автомобільними дорогами загального користування» від 20.12.2011 р. № 4203-VI.
6. Heavy trucks, climate and pavement damage / Report prepared by an OECD scientific experts group, Paris, 1988. - 175 p.
7. Arand W. Die Dauerhaftigkeit von Asphaltstraßen unter Berücksichtigung des Klimas // Straße + Autobahn. - 1991. - № 2. - p. 80-88.
8. Руденский А.В. Прочностные и деформативные характеристики асфальтобетонов / Сб. науч. тр. - ГП РОСДОРНИИ, 1996, Вып. 8, С. 56-62.
9. Hudson W.R., Flanagan P.R. An examination of environmental versus load effects on pavements. // Transp. Res. Rec. - 1987. - № 1121, 34-39.
10. Радовский Б.С., Супрун А.С., Казаков И.И. Проектирование дорожных одежд для движения большегрузных автомобилей. - К.: Будівельник, 1989. - 168 с.
11. Радовский Б.С., Супрун А.С. Конструирование дорожных одежд для многоосных транспортных средств большой грузоподъемности. - Обзорная информация ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1985, № 3, 60 с.
12. Радовский Б.С. Влияние нагрузок от автотранспортных средств на долговечность дорожных одежд. / Автомобильные дороги, 1984, № 10, с.6-8.
13. Öielking J., Roberts F. Tire contact pressure and its effect on pavement strain. / Journ. Transp. Eng., 1987, <sup>1</sup> 1, p.56-71.
14. Sullivan M., Trends in truck transportation - issues pertaining to track-pavement interaction. / SAE Techn. Pap. Ser. - 1988, № 881848, p. 79-86.
15. The AASHO Road Test. Report 5. Pavements research. Spec. Report 61 E, Publ. 954. - Washington, 1962. - 351 p.

### REFERENCES

1. Zakon Ukrayiny «Pro avtomobil'ni dorohy» vid 08.09.2005 r. №2862-IV.
2. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny № 455 vid 6.04.1998 r. // Komp'yuterna sistema zakonodavstva Ukrayiny „Pravo”.
3. Zakon Ukrayiny «Pro vnesennya zmin do deyakyykh zakoniv Ukrayiny shchodo reformuvannya systemy upravlinnya avtomobil'nyy dorohamy zahal'noho korystuvannya» vid 17.11.2016 r. № 1764-VIII.
4. [https://protocol.ua/ua/pro\\_avtomobilni\\_dorogi\\_stattya\\_8/](https://protocol.ua/ua/pro_avtomobilni_dorogi_stattya_8/).
5. Zakon Ukrayiny «Pro vnesennya zmin do deyakyykh zakoniv Ukrayiny shchodo reformuvannya systemy upravlinnya avtomobil'nyy dorohamy zahal'noho korystuvannya» vid 20.12.2011 r. № 4203-VI.
6. Heavy trucks, climate and pavement damage / Report prepared by an OECD scientific experts group, Paris, 1988. - 175 p.
7. Arand W. Die Dauerhaftigkeit von Asphaltstraßen unter Berücksichtigung des Klimas // Straße + Autobahn. - 1991. - № 2. - p. 80-88.
8. Rudenskyy A.V. Prochnostnye y deformatyvnye kharakterystyky asfal'tobetonov / Sb. nauch. tr. - HP ROSDORNYY, 1996, Vyp. 8, S. 56-62.
9. Hudson W.R., Flanagan P.R. An examination of environmental versus load effects on pavements. // Transp. Res. Rec. - 1987. - № 1121, 34-39.
10. Radovskyy B.S., Suprun A.S., Kazakov Y.Y. Proektyrovanye dorozhnykh odezhd dlya dvyzhenyya bol'shehruznykh avtomobyley. - K.: Budivel'nyk, 1989. - 168 s.
11. Radovskyy B.S., Suprun A.S. Konstruyrovanye dorozhnykh odezhd dlya mnohoosnykh transportnykh sredstv bol'shoy hruzopod'emnosti. - Obzornaya ynformatsyya TSBNTY Mynavtodora RSFSR, 1985, № 3, 60 s.



12. Radovskyy B.S. Vlyyanye nahruzok ot avtotransportnykh sredstv na dolhovechnost' dorozhnykh odezhd. / Avtomobyl'nye dorohy, 1984, № 10, s.6-8.
13. Öielking J., Roberts F. Tire contact pressure and its effect on pavement strain. / Journ. Transp. Eng., 1987, <sup>1</sup> 1, p.56-71.
14. Sullivan M., Trends in truck transportation - issues pertaining to track-pavement interaction. / SAE Techn. Pap. Ser. - 1988, № 881848, p. 79-86.
15. The AASHO Road Test. Report 5. Pavements research. Spec. Report 61 E, Publ. 954. - Washington, 1962. - 351 p.

**Гамеляк Ігор Павлович** – доктор технічних наук, професор Національного транспортного університету e-mail: [gip65n@gmail.com](mailto:gip65n@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>.

**Райковський Віталій Францевич** – аспірант Національного транспортного університету, e-mail: [v.raykovskiy@ukr.net](mailto:v.raykovskiy@ukr.net). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6391-7647>.

**I. Gameliak**  
**V. Raykovsky**

## DETERMINATION OF TRAFFIC INTENSITY AND COMPOSITION OF TRAFFIC ON PUBLIC HIGHWAYS

National Transport University

*The work presents a study of the destructive impact of modern overloaded vehicles on the construction of non-rigid road clothing. According to the results of the analysis, the dependence of the influence of overloaded vehicles (according to the manufacturer's plant) on the change in the parameters of non-rigid road clothing (thickness of the layer of asphalt concrete layers, general modulus of elasticity, service life) was established.*

*Keywords: Motor roads of state importance vehicles, overloading, intensity, design of road clothing.*

**Gameliak Igor** – Dr. of Technical Sciences. Professor of National Transport University, e-mail: [gip65n@gmail.com](mailto:gip65n@gmail.com),  
**Raykovsky Vitaliy** – Postgraduate Student of the National Transport University.