

# АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ



УДК 625.7/8

- © І.П. Гамеляк, докт. техн. наук, професор (НТУ),
- © В.Ф. Райковський, нач. сектора (ДП “Укрдіпродор”)

## АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ

**Анотація.** Наведено методика та результати визначення розподілу транспортно-експлуатаційних показників стану проїзної частини автомобільних доріг державного значення (загального модуля пружності та коефіцієнта запасу дорожнього одягу, фактичних показників рівності та зчеплення). Підібрані параметри функції нормального розподілу параметрів ТЕП стану автомобільних доріг.

**Ключові слова:** міцність, рівність, коефіцієнт зчеплення, конструкція дорожнього одягу, коефіцієнт запасу, транспортно-експлуатаційні показники.

**Анотация.** Приведено методику и результаты определения распределения транспортно-эксплуатационных показателей состояния проезжей части автомобильных дорог государственного значения (общего модуля упругости и коэффициента запаса дорожной одежды, фактических показателей ровности и сцепления). Подобраны параметры функции нормального распределения параметров ТЭП состояния автомобильных дорог.

**Ключевые слова:** прочность, ровность, коэффициент сцепления, конструкция дорожной одежды, коэффициент запаса, транспортно-эксплуатационные показатели.

**Annotation.** This paper shows the methodology and results of the determination of the transport and distribution of operational indicators of the carriageway of roads of national importance (overall modulus of elasticity and the safety factor pavement, actual performance equality and clutch). Individuals have the parameters of the normal distribution function parameters TOP roads.

**Keywords:** strength, equality, friction coefficient, pavement design, factor of safety, transport and operational performance.

### Вступ

Оскільки з часом відбувається процес накопичення пошкоджень та руйнування покриття, то для обґрунтування проектних рішень з експлуатаційного утримання та ремонту доріг необхідно мати достовірні дані про фактичний стан покриття. У процесі експлуатації відбувається зменшення коефіцієнта запасу міцності і, як наслідок, руйнування покриття. Нині спостерігається коливання інтенсивності руху та навантаження на вісь із подальшою зміною складу автопарку, що призводить до зміни вимог до транспортно-експлуатаційних показників, які необхідно переглядати.

Для проведення аналізу та розробки проектних рішень на сьогодні відсутні моделі деградації стану

покриття та зміни нерівності, а також руйнування покриття в процесі експлуатації на кінцевий строк ремонту або реконструкції.

Так дані вимірювань загального модуля пружності та коефіцієнта запасу конструкції дорожнього одягу (далі – КДО), фактичних показників рівності та зчеплення використовуються тільки для прийняття рішення про виконання ремонту і фактично не впливають на розрахунок конструкції дорожнього одягу за міцністю. Якщо дані для посилення дорожнього одягу не містять інформації про швидкість руху, стан покриття, то такого розрахунку виконати неможливо.

Починаючи з 2005 року на дорогах державного значення України (20 тис. км) використовується

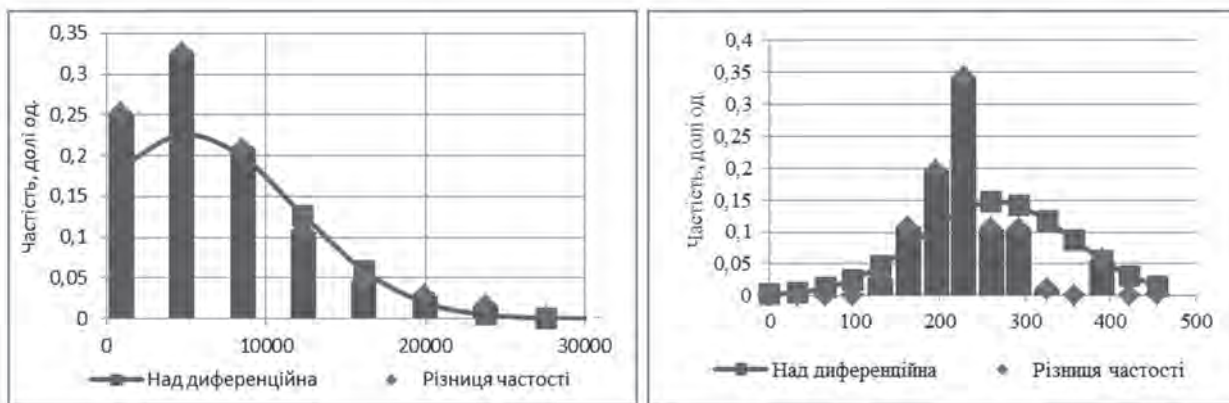


Рис. 1. Гістограма та диференційна крива розподілу інтенсивності руху потоку транспортних засобів та модуля пружності на магістральних автомобільних дорогах

система управління станом покриттів (далі – СУСП). СУСП призначена для планування ремонтів мережі доріг із метою оптимального використання фінансових ресурсів.

Метою СУСП є оцінка транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів та розробка на основі результатів стану покриття програми ремонтних робіт по автомобільних дорогах на наступних 5 років.

Всі роботи із СУСП проводять відповідно до наказів Укравтодору та діючих нормативних документів і методичних рекомендацій.

Станом на сьогодні діють такі нормативно-правові документи з функціонування системи СУСП:

- наказ № 95 від 12.03.2008 р Державної служби автомобільних доріг України “Про забезпечення функціонування та розвитку системи управління станом покриттів, паспортизацію автомобільних доріг та проведення обліку руху транспортних засобів”.

- СОУ 45.2–00018112–042:2009 “Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів”.

- Починаючи з 2008 року система дає можливість отримувати інформацію про стан автомобільних доріг по індексу IRI.

IRI (International Roughness Index) – це індекс, що використовується для вимірювання показника рівності дорожнього покриття, який пропонується в якості міжнародного стандарту від Світового банку.

#### Основна частина

Мета статті – удосконалення методики та визначення функцій розподілу транспортно-експлуатаційних показників стану проїзної частини автомобільних доріг державного значення та встановлення розрахункових значень загального модуля пружності, коефіцієнта запасу КДО, фактичних показників рівності та зчеплення із заданою надійністю.

Починаючи з 2008 року система СУСП на основі отриманих залежностей дає можливість

аналізувати показники рівності, міцності, зчеплення, руйнування покриттів та інтенсивності, що дало змогу представникам різних країн оцінити стан українських доріг у зрозумілих їм величинах.

Згідно з наказами Укравтодору показник рівності повинен вимірюватись не менше 1 разу на рік, але тільки через недостатнє фінансування починаючи з 2009 року Служби автомобільних доріг в областях частково перестали проводити дані вимірювання.

Протягом останніх років, у зв’язку з обмеженим фінансуванням, роботи із визначення транспортно-експлуатаційних показників виконувались:

- у 2008 році – вся мережа автомобільних доріг державного значення – 20 069,4 (100 %);

- у 2009 році – в межах 12 областей – 6 тис. км (приблизно 28 % доріг державного значення);

- у 2010 році – в межах 2 областей (роботи на теперішній час неоплачені) 2 тис. км (приблизно 10 % доріг державного значення);

- у 2011 році, відповідно з окремим дорученням Укравтодору, вдалося виконати повний обсяг робіт із визначення індексу IRI.

Результати аналізу транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг наведені нижче на рис. 1 – 4 та у табл. 1.

Фактичний модуль пружності, рівність покриття та коефіцієнт зчеплення – були визначені за допомогою універсального дорожнього вимірювального обладнання (УДВО–7). Збір даних по згаданих вище показниках визначали установками УДВО наступні організації: ДНТЦ “Дор’якість”, Національний транспортний університет (НТУ), Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ) та ДП “Укрдпродор” у 2009 році.

Визначення транспортно-експлуатаційних показників стану виконували згідно із СОУ 45.2–00018112–042:2009 “Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів”, [3].



Таблиця 1

Результати аналізу транспортно-експлуатаційного стану

Позначення	Загальні по Україні	Розподіл по адміністративно-територіальному значенню			Розподіл по категоріям			
		Міжнародні	Національні	Регіональні	I	II	III	IV
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Інтенсивність</b>								
Мінімальне значення	313	902	568	313	1268	336	313	500
Максимальне значення	58105	58105	20458	16021	58105	46103	33516	16021
Середнє значення	6549	8920	6183	3693	10264	6652	3554	3688
Розмах значень	57792	57203	19890	15708	56837	45767	33203	15521
Середньо-квадратичне відхилення	5582,00	6739,11	3866,82	2837,28	6929,54	5035,50	3168,69	3066,00
Коефіцієнт варіації	1,00	0,76	0,63	0,77	0,68	0,76	0,89	0,83
<b>Загальний модуль пружності</b>								
Мінімальне значення	109	144	131	109	144	131	142	109
Максимальне значення	632	632	486	600	488	600	632	334
Середнє значення	242	265	228	220	269	232	241	211
Розмах значень	523	488	355	491	344	469	490	225
Середньо-квадратичне відхилення	74,39	89,48	40,89	59,67	65,59	52,25	106,65	48,24
Коефіцієнт варіації	0,31	0,34	0,18	0,27	0,24	0,23	0,44	0,23
<b>Рівність покриття</b>								
Мінімальне значення	23,0	23,0	52,0	32,0	23,0	26,0	39,0	92,5
Максимальне значення	417	363	290	417	313	304	363	417
Середнє значення	135	121	138	151	101	132	161	214
Розмах значень	394,0	340,0	238,0	385,0	290,0	278,0	324,0	324,5
Середньо-квадратичне відхилення	54,85	59,62	41,67	51,49	46,26	47,23	53,91	69,13
Коефіцієнт варіації	0,41	0,49	0,30	0,34	0,46	0,36	0,33	0,32
Відповідає вимогам, км	7683,4	2725,1	1239,1	3719,3	901,8	3676,9	2455,4	263,4
Невідповідає вимогам, км	13324,9	5148,7	3526,6	4649,6	1348,2	8728,5	3068,9	178,7
<b>Коефіцієнт зчеплення з покриттям</b>								
Мінімальне значення	0,27	0,27	0,29	0,31	0,29	0,27	0,28	0,32
Максимальне значення	0,52	0,52	0,50	0,50	0,52	0,52	0,51	0,48
Середнє значення	0,39	0,40	0,39	0,39	0,40	0,39	0,39	0,38
Розмах значень	0,25	0,25	0,21	0,19	0,23	0,25	0,23	0,16
Середньо-квадратичне відхилення	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Коефіцієнт варіації	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,11	0,10

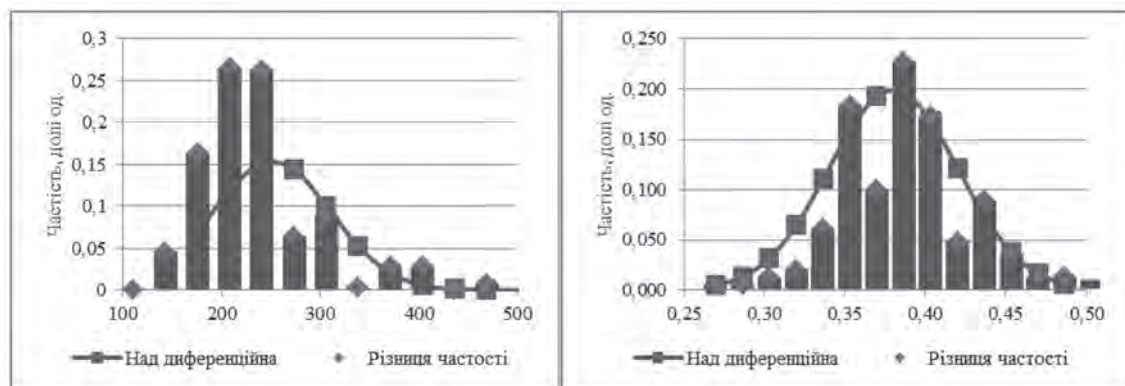


Рис. 2. Гістограма та диференційна крива розподілу рівності та коефіцієнта зчеплення на магістральних автомобільних дорогах

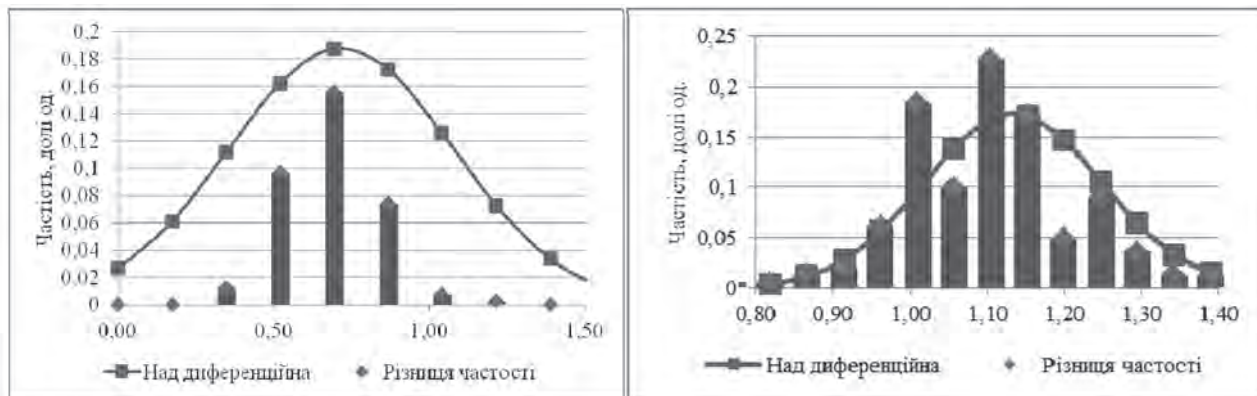


Рис. 3. Гістограма та диференційна крива розподілу коефіцієнта запасу міцності та запасу рівності на магістральних автомобільних дорогах

Таблиця 2

Найменування показника	Найменування показника				Найменування показника		
	I	II	III	IV–V	A	B	B
Рівність за поштовхоміром, см/км, не більше	90	110	150	220	80	150	230
Рівність за ПКРС-2, см/км., не більше	–	–	–	–	400	790	1 050
Число просвітів під триметровою рейкою, контрольне, що перевищує %, не більше	6	9	12	14	6	9	12

Таблиця 3

Характеристика ділянок дороги	Характеристика ділянок дороги
Ділянки прямі або на кривих радіусами 1000 м і більше, горизонтальні або з подовжніми похилами не більше 30 ‰, з укріпленими узбіччями, без перетинів і примикань в одному рівні (легкі умови руху)	0,30
Ділянки на кривих в плані радіусами від 250 м до 1000 м, на спусках і підйомах з похилами від 30 ‰ до 60 ‰, ділянки в зонах звуження проїжджої частини при реконструкції (утруднені умови руху)	0,35
Ділянки з видимістю менше розрахункової, підйоми і спуски з похилами, що перевищують розрахункові, зони перетинів в одному рівні (небезпечні умови руху)	0,45

Відповідно до ДСТУ 3587–97 “Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану”, [4], допустимі показники рівності п. 3.1.4 – рівність покриття проїжджої частини повинна відповідати вимогам **табл. 2**.

Допустимі показники зчеплення колеса автомобіля з вологим покриттям проїжджої частини вулиць і доріг повинні відповідати вимогам, що наведені у **табл. 3**.

Визначення коефіцієнта запасу показників ТЕС (коефіцієнта запасу міцності, рівності та зчеплення) виконували за формулами:

$$K_{\text{міц}} = E_{\text{факт}} / E_{\text{розрах}}, \quad (1)$$

де  $E_{\text{факт}}$  – фактичний модуль пружності;

$E_{\text{розрах}}$  – допустимий модуль пружності приведений до розрахункового навантаження 115 кН/м.

$$K_{\text{рів}} = P_{\text{факт}} / P_{\text{доп}}, \quad (2)$$

де  $P_{\text{факт}}$  – фактичний рівність;

$P_{\text{доп}}$  – допустима рівність, відповідно до даних **табл. 2**.

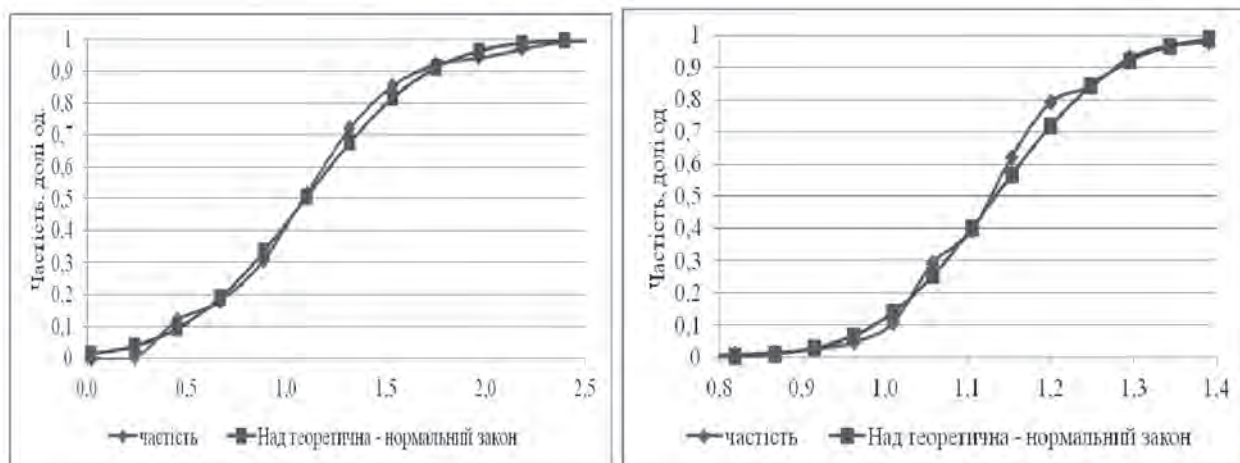
$$K_{\text{зч}} = Z_{\text{факт}} / Z_{\text{доп}}, \quad (3)$$

де  $Z_{\text{факт}}$  – фактичне значення зчеплення;

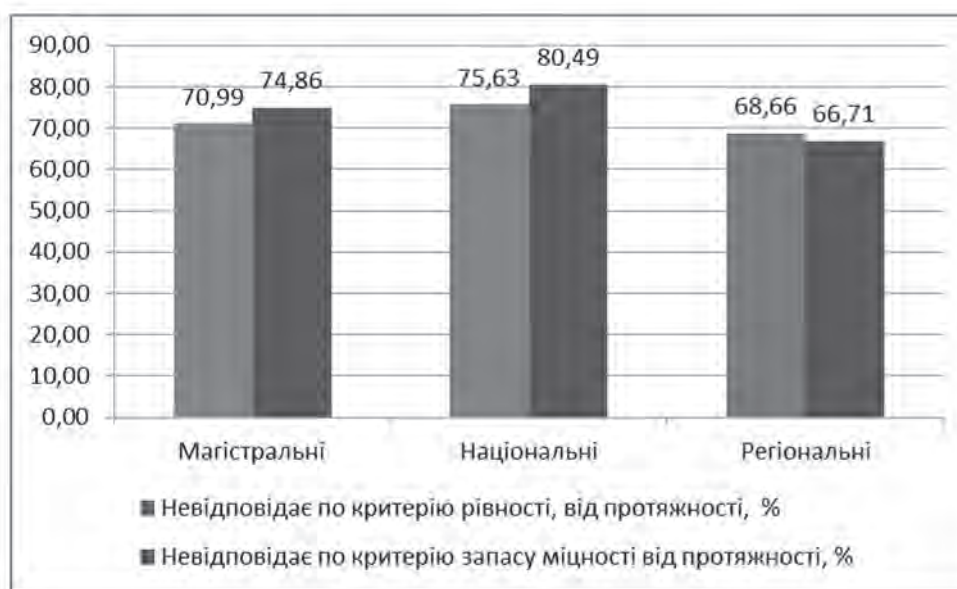
$Z_{\text{доп}}$  – допустиме зчеплення, відповідно до даних **табл. 3**.

Приклади інтегральних кривих коефіцієнта запасу рівності та коефіцієнта запасу зчеплення на автомобільних дорогах державного значення наведено на **рис. 4**.





**Рис. 4.** Інтегральна крива коефіцієнта запасу рівності та коефіцієнта запасу зчеплення на автомобільних дорогах державного значення



**Рис. 5.** Гістограма розподілу по дорогах державного значення ділянок, які не відповідають за критеріями рівності та запасу міцності

**Висновки**

На сьогодні стан автомобільних доріг сягає критичної межі. Результати аналізу даних, наведені на **рис. 5**, свідчать, що дороги вичерпали свій ресурс у середньому на 70 %.

Аналогічні дослідження необхідно виконати на місцевій мережі доріг, дані дослідження та аналіз планується виконати у 2014 – 2015 рр.

Недостатність та недосконалість фінансування дорожньої галузі не дає змоги оперативно реагувати на зміну складу транспортного потоку і вчасно проводити ремонтні заходи з метою компенсування збитків, завданих підвищеним руйнівним впливом сучасних транспортних засобів. Тому актуальним є пошук заходів для запобігання руйнувань, а також альтернативних джерел та порядку фінансування, які б пов'язували фактичну міцність та техніко-експлуатаційний стан доріг

з наявним складом транспортного потоку та його руйнівним впливом на дорожні одяги.

Для приведення автомобільних доріг тільки державного значення до нормального експлуатаційного стану, необхідно виділити та освоїти приблизно 55 млрд. грн.

**ЛІТЕРАТУРА**

- 1. Закон України.** Про автомобільні дороги. Від 08.09.2005 р. №2862-IV.
- 2. Бюлетень.** Протяжність і характеристика автомобільних доріг загального користування / Державна служба автомобільних доріг України. – К., 2011: <http://www.ukravtodor.gov.ua/>
- 3. СОУ 45.2–00018112–042:2009.** Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів.
- 4. ДСТУ 3587–97.** Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану.