

УДК 625.7.032.32

Р.В.Смолянюк, Д.І.Кіяшко, В.Я.Савенко
ДП «Укрдорінвест»
Національний транспортний університет,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПОЗДОВЖНЬОЇ РІВНОСТІ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

В статті наведено аналіз показників, що на даний час використовуються для нормування рівності дорожніх покриттів та діапазонів довжин хвиль нерівностей, які враховуються різними показниками при оцінці рівності. На основі виконаного аналізу з цілю обґрунтування значень рівності визначено критерій, щодо дотримання граничного рівня безпеки та забезпечення комфорту руху для водія і пасажирів. Запропоновано комплекс показників, які потрібно використовувати для оцінки рівності, при цьому теоретично обґрунтовані і експериментально підтверджені рівні значень показників поздовжньої рівності автомобільних доріг, які рекомендуються використовувати для нормування.

Ключові слова: рівність, безпека руху, комфорт для водія і пасажирів, діагностика, поштовохмір, міжнародний індекс рівності.

Рис.3. Табл.3. Літ.9.

В статье приведен анализ показателей, которые на данный момент времени используются для нормирования ровности дорожных покрытий и диапазонов длин волн неровностей, которые учитываются различными показателями при оценки ровности. На основании выполненного анализа, для обоснования значений ровности определен критерий, для обеспечения необходимого уровня безопасности и комфорта водителям и пассажирам. Предложен комплекс показателей, которые необходимо использовать для оценки ровности, при этом теоретически и экспериментально подтверждены уровни значений показателей продольной ровности автомобильных дорог, которые рекомендуются использовать при нормировании.

Ключевые слова: ровность, безопасность движения, комфорт для водителя и пассажиров, диагностика, толкочмер, международный индекс ровности.

The existing normative documents and literary sources are analyzed in the given article. From which are defined a criterion of compliance with threshold level safety and comfort of movement for the driver and passengers. Also the analysis of wavelengths of road roughness that considers from different indicators in estimation of evenness is made. A set of indicators that should be used to estimation of evenness of pavement over the entire range of wavelengths, consisting of the indicators IRI, RN, the spectral density of roughness, altitude difference estimators for longitudinal leveling and clearance under the lath are proposed. The level of the indicators of longitudinal evenness of roads is theoretically and experimentally confirmed.

Keywords: evenness, traffic safety, comfort for driver and passengers, diagnostics, bump integrator, International Roughness Index (IRI).

Постанова проблеми. Рівність проїзної частини дорожнього покриття є одним з основних транспортно-експлуатаційних показників, що характеризує стан автомобільної дороги. Згідно зі статистичними даними з погіршенням рівності поверхні дорожніх покриттів збільшується кількість і тяжкість ДТП, зменшується ефективність роботи автомобільного транспорту (знижується середня швидкість руху транспортних засобів та міжремонтний пробіг, збільшується витрати палива, собівартість перевезення вантажів і пасажирів та ін.), збільшується рівень транспортного забруднення (зростає транспортний шум, вібрація, викиди різноманітних газоподібних речовин, викиди продуктів зношування шин і дорожнього полотна та ін.), зростає навантаження на дорожню конструкцію, що приводить до зменшення міжремонтних термінів служби дорожнього одягу та покриття. Тому саме від рівності та зважено обґрунтованих і вивірених нормативних показників з рівності дорожніх покриттів залежить успішне функціонування безпосередньо автомобільних доріг, в першу чергу з точки зору підвищення комфортабельності, надійності, продуктивності, економічності експлуатації автомобільного транспорту, безпеки дорожнього руху та поліпшення стану навколишнього середовища.

Існує багато підходів і визначень до терміну «рівність», водії та пасажирів її характеризують на основі власних відчуттів (коливання, вібрація, шум), проектувальники за впливом на динамічні характеристики (динаміка руху автомобіля, робота двигуна, режим руху автомобіля і взагалі транспортного потоку), будівельники за відхиленнями від проектних профілів, експлуатаційники за рівнем коливаннями автомобіля. Таким чином, щоб оцінити рівність треба спочатку визначити та надати характеристику нерівностям дорожньої поверхні.

© Р.В.Смолянюк, Д.І.Кіяшко, В.Я.Савенко

У низці наукових праць [1-4], для оцінки плавності ходу автомобіля і рівності дорожніх

покриттів, нерівності умовно ділять на три групи: шорсткість, мікронерівності та макронерівності.

Як видно з класифікації нерівностей вони всі залежать від довжини хвилі. Таким чином, якщо проаналізувати вище наведені характеристики терміну «рівність» з приведеними характеристиками нерівностей, то стає зрозуміло, що водії та пасажирів характеризують рівність за усіма групами нерівностей, проектувальники тільки за макронерівностями, експлуатаційники та будівельники за мікронерівностями. В усьому світі рівність розглядають з точки зору вимог користувачів дорожніх послуг (водія, пасажирів), тому що вони об'єднують усі три групи нерівностей, які в цілому характеризують призначення автомобільної дороги для обслуговування потреб користувачів.

Тому комплекс показників для оцінки рівності дорожніх покриттів повинен включати оцінку високочастотних коливань, які істотно впливають на коливання не підресорених мас, викликаючи вібрацію, шум як всередині автомобіля, так і зовні, а також низькочастотних коливань, які істотно впливають на підресорені маси, викликають коливання кузова автомобіля, заколисування водія та пасажирів. Нормативні значення рівності в першу чергу повинні бути обґрунтовані виходячи із критерію забезпечення комфорту руху для водія та пасажирів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для обґрунтування вимог, щодо необхідного рівня рівності дорожніх покриттів детально розглянемо вплив нерівностей на різні компоненти системи. Якщо розглядати вплив рівності дорожніх послуг на користувачів та на транспортні засоби системно, то компонент системи користувач (водій, пасажир) – характеризує плавність ходу автомобіля. Плавність ходу впливає не тільки на відчуття водія та пасажирів, збереження вантажів і конструктивних елементів автомобіля, але і на ряд експлуатаційних властивостей автомобіля [6]: середню швидкість руху, витрату палива, безпеку руху, довговічність, а також на його продуктивність і собівартість перевезень. При русі по нерівній поверхні дорожнього покриття, водії та пасажирів піддаються впливу вібрації, що приводить до погіршення ступеня комфорту користувачів [2-6], зменшенню продуктивності праці і якостей роботи, розвитку професійних захворювань [4,7]. Стотлюваність приводить до погіршення ефективності виконання своїх функцій водіями [5-6], що може привести до виникнення небезпечних дорожньо-транспортних пригод [4,5-6].

Показники оцінки рівності дорожніх покриттів в усьому світі класифікують за діапазонами довжин хвиль нерівностей, та за принципом їх оцінки. Запропонована класифікація (рис.1) діапазонів довжин хвиль нерівностей, які враховуються різними показниками оцінки рівності дорожніх покриттів.

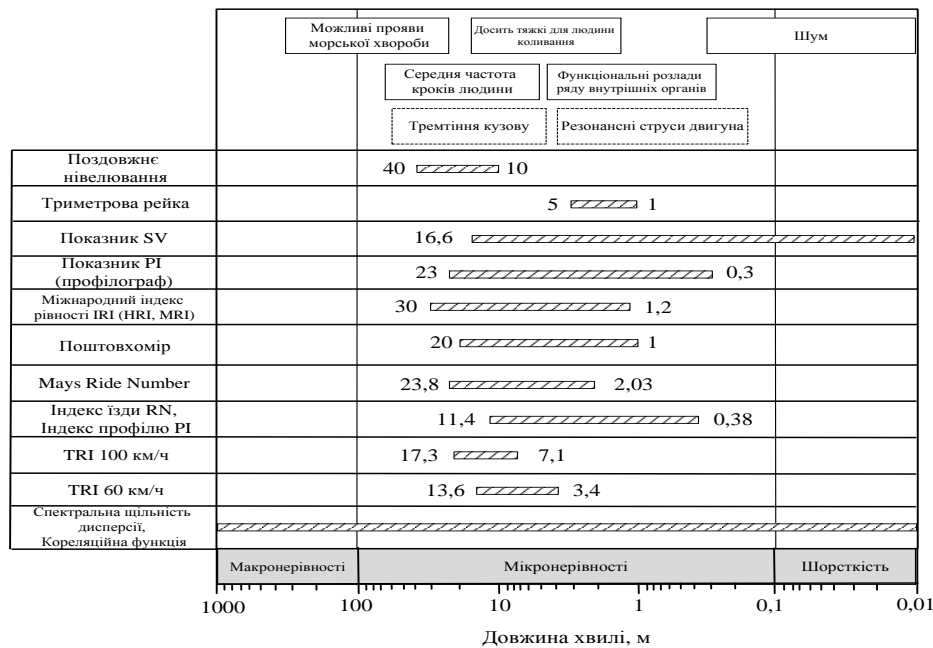


Рис. 1 . Діапазони довжин хвиль нерівностей, які враховуються різними показниками оцінки рівності дорожніх покриттів

Попередні дослідження виявили, що нормативні показники рівності поверхні дорожніх покриттів, які використовують в Україні мають потребу в перегляді і удосконаленні. Востаннє їх оновлення відбувалось в 1985 році. За цей час суттєво збільшилася середня швидкість руху транспорту, підвищилися вимоги до комфорту руху (вимоги міжнародного стандарту, щодо оцінки впливу загальної вібрації на тіло людини ISO 2631), з'явилися нові показники та прилади для оцінки рівності дорожніх покриттів, використовуються сучасні системи підвісок для автотранспортних засобів та ін. В результаті чого змінилися і вимоги до автомобільних доріг, на перше місце вийшли критерії якості надання послуг та безпека дорожнього руху, дана обставина примушує змінювати та удосконалювати транспортно-експлуатаційні показники, які характеризують та забезпечують споживчі властивості автомобільних доріг.

В 1986 р. група вчених М.Сайерс, С.Карамигас і ін. розробили індекс IRI (Міжнародним Індексом Рівності), також була отримана шкала нормування рівності за критерієм комфорту руху для водія та пасажирів.

Дані дослідження істотно вплинули на методи та принципи оцінки рівності дорожніх покриттів, що прийняті на сьогодні в усьому світі. Однак шкала нормування мала широкий діапазон даних, оскільки при дослідженні на показник IRI впливала велика кількість факторів: тип автомобіля, швидкість руху, індивідуальні фізіологічні розбіжність людей та інше. Тому на даний час у різних країнах для нормування рівності дорожніх покриттів використовують власні гранично - допустимі значення рівності дорожніх покриттів за IRI для доріг, що приймаються після будівництва, реконструкції і ремонтних робіт, та окремо для доріг які знаходяться в експлуатації (рис. 2).

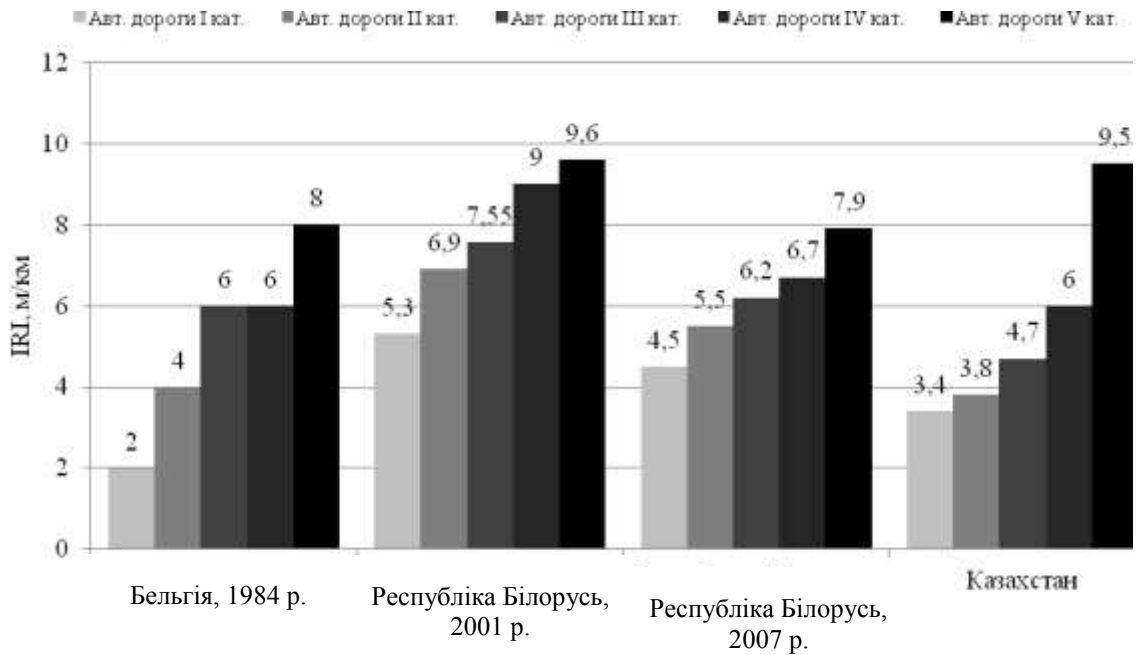


Рис. 2. Градації рівності автомобільних доріг за IRI в період експлуатації

Таким чином, для успішного функціонування автомобільного транспорту та автомобільних доріг, підвищення комфортабельності, надійності, продуктивності та економічності автомобіля, безпеки дорожнього руху, поліпшення стану навколишнього середовища необхідне підвищення технічного рівня та експлуатаційного стану існуючих доріг, а також удосконалення дорожніх експлуатаційних показників (зокрема рівності дорожніх покриттів).

Мета дослідження. Обґрунтування нормативного рівня значень показників повздовжньої рівності дорожніх покриттів за критерієм забезпечення комфортності користувачам дорожніх послуг та безпеки дорожнього руху.

Основні результати дослідження. Комплексна оцінка рівності покриттів автомобільних доріг, дає змогу оцінювати рівність диференційовано на етапах проектування, будівництва, ремонту та експлуатації. На підставі результатів диференційованої оцінки рівності покриттів автомобільної дороги приймаються відповідні технічні рішення з подальшим її поліпшенням. За результатами проведеного дослідження рекомендуються основні, взаємозамінні та додаткові показники, вибір яких залежить від категорії автомобільної дороги, типу дорожнього одягу, виду та етапу контролю рівності.

Визначені вимоги, щодо проведення вимірювань з оцінки рівності проектної лінії, поверхні покриттів (основ) автомобільних доріг різноманітним обладнанням та за різними методиками, а також обробка отриманих даних з застосуванням базових та гранично – допустимих значень показників рівності дорожніх покриттів [9].

Рівність покриттів автомобільних доріг повинна контролюватись на таких етапах (рис. 3):

- проектний етап - діагностика існуючого покриття або проектної лінії для забезпечення їх відповідності вимогам руху;
- операційний етап - діагностика для визначення відповідності поверхні покриття (основи) дороги вимогам проекту після виконання відповідної технологічної операції під час виконання дорожньо – будівельних і ремонтних робіт;
- приймальний етап - діагностика для визначення відповідності поверхні покриття (основи) дороги вимогам проекту після виконання відповідних дорожньо – будівельних і ремонтних робіт;
- експлуатаційна оцінка - визначення відповідності проїзної частини автомобільних доріг вимогам руху і здатності збереження цієї відповідності на нормативний період експлуатації.

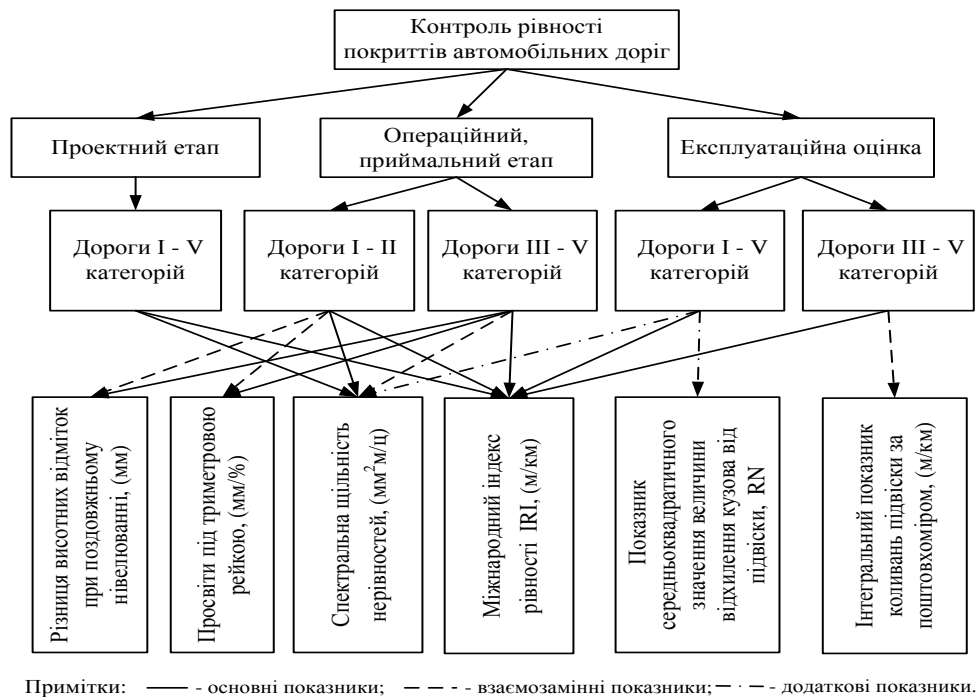


Рис. 3. Етапи контролю та показники, що рекомендуються для оцінки рівності покриттів автомобільних доріг

Комплексна оцінка рівності покриттів автомобільних доріг повинна виконуватись за наступними показниками:

- основні показники - призначені для першочергової оцінки рівності автомобільних доріг;
- взаємозамінні показники - використовуються для заміни основних показників, якщо існуючі прилади та обладнання не дозволяють проводити оцінку рівності автомобільних доріг за основними показниками, або для більш детальної оцінки рівності автомобільних доріг;
- додаткові показники - призначені для більш детальної оцінки рівності автомобільних доріг, на ділянках, де основні показники не дають змоги відобразити усієї картини впливу нерівностей на водія та пасажирів.

Для оцінки рівності дорожніх покриттів на різних етапах контролю, використовуються наступні методики:

- за різницею висотних відміток при поздовжньому нівелюванні;
- за просвітами під триметровою рейкою;
- за спектральною щільністю нерівностей;
- за міжнародним індексом рівності IRI;
- за показником середньоквадратичного значення величини відхилення кузова від підвіски, RN;
- за інтегральним показником коливань підвіски, використовуючи поштовхомір.

Оцінка рівності поверхні дорожніх покриттів та основ за різницею висотних відміток при поздовжньому нівелюванні та за просвітами під триметровою рейкою використовується тільки на етапах операційного контролю та при прийманні виконаних робіт. При прийманні виконаних дорожньо – будівельних і ремонтних робіт в якості основних показників (рис.3) необхідно використовувати показники оцінки рівності дорожніх покриттів за різницею висотних відміток при поздовжньому нівелюванні та за просвітами під триметровою рейкою комплексно, особливо для доріг III – V категорій.

Оцінка рівності автомобільних доріг за спектральною щільністю нерівностей використовується при контролі рівності на етапі експлуатації і виступає, як додатковий показник (рис.3), що дозволяє враховувати весь діапазон довжин хвиль нерівностей. Вихідними даними для

визначення спектральної щільності є мікропрофіль проїзної частини з кроком від 0,25 м до 2 м, в залежності від характеру її пошкоджень. Спектральна щільність нерівностей дає інформацію про довгі нерівності, що несуттєво впливають на показник IRI, але істотно впливають на оцінку рівності при русі зі швидкостями більше за 80 км/год., тому його доцільно використовувати в якості основного у комплексі з показником IRI для оцінки рівності покриттів I - II категорій доріг при прийманні виконаних дорожньо – будівельних і ремонтних робіт (табл.2), а також при аналізі рівності в проектах автомобільних доріг (табл.1).

Оцінка рівності покриттів автомобільних доріг за міжнародним індексом рівності IRI є основною (рис. 3) при обстеженні, діагностиці та моніторингу рівності покриттів автомобільних доріг. Вихідними даними для визначення рівності за IRI є мікропрофіль проїзної частини з кроком від 0,25 м до 1 м, в залежності від характеру її дефектів. Показник IRI визначається згідно методики, наведеної в СОУ 45.2-00018112-078 [8]. Перед виконанням ремонтно-будівельних робіт всі проекти повинні пройти перевірку відносно рівності за показником IRI в залежності від допустимих значень для відрізків довжиною 100 м (табл.1). При прийманні виконаних дорожньо – будівельних робіт за даними вимірювання рівності з використанням показника IRI (табл.3), як основного, визначаються ділянки дороги, що підлягають детальному виміру рівності за різницею висотних відміток при поздовжньому нівелюванні та за просвітами під триметровою рейкою.

На даний момент часу виконується переробка нормативного документу ДБН В.2.3-4:201X «Споруди транспорту. Автомобільні дороги», в який пропонується надати значення показників для нормування рівності дорожніх покриттів (основ), що наведені в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1

Значення показників для нормування рівності дорожніх покриттів, що пропонується надати в ДБН В.2.3-4:201X, Частина I. Проектування (використовувати на етапі експертизи проекту)

Показники рівності дорожніх покриттів	Категорія доріг					
	Ia	Iб	II	III	IV	V
Значення IRI, м/км	1,2	1,3	1,4	1,5		
Спектральна щільність нерівностей за верхню межею коефіцієнта, D_0 , мм ² -м/ц	5	6	7	8		

Значення показників для нормування рівності дорожніх покриттів, що пропонується надати в ДБН В.2.3-4:201X, Частина II. Будівництво (використовувати на етапі приймання дороги в експлуатацію)

Таблиця 2

Матеріал покриття	Базові значення коефіцієнта рівня спектральної щільності нерівностей при верхній границі, D_0 , мм ² -м/ц				
	I	II	III	IV	V
Асфальтобетон та цементобетон	10	16	20	28	-
Чорний щебінь (гравій)	-	30	40	48	65
Білий щебінь (гравій), бруківка	-	-	-	65	85

Таблиця 3

Матеріал покриття	Базові значення IRI ₁₀₀ , м/км, за категоріями доріг				
	I	II	III	IV	V
Асфальтобетон та цементобетон	1,7	2,1	2,3	2,8	-
Чорний щебінь (гравій)	-	3,3	3,6	4,2	4,8
Білий щебінь (гравій), бруківка	-	-	-	4,8	5,2

Оцінка рівності поверхні дорожніх покриттів за показником середньоквадратичного значення величини відхилення кузова від підвіски, RN є додатковим показником (рис. 3) його необхідно використовувати в комплексі з показником IRI на етапі експлуатації для всіх категорій доріг, оскільки він, на відміну від показника IRI, у більш широкому діапазоні дозволяє оцінювати небезпечні для людини коливання. Вихідними даними для визначення рівності за RN є мікропрофіль проїзної частини з кроком від 0,15 м до 0,25 м, в залежності від характеру її дефектів.

Оцінка рівності поверхні дорожніх покриттів за інтегральним показником коливань підвіски, з використанням повштовхміра є взаємозамінним показником (рис. 3) при обстеженні, діагностиці та моніторингу рівності автомобільних доріг рекомендується використовувати для оцінки рівності дорожніх покриттів під час експлуатації в якості основного показник IRI, а на дорогах III - V категорій в якості взаємозамінного показник рівності дорожніх покриттів за повштовхміром, для перехідних та нижчих типів покриття.

На даний час після його переробки, проводиться експертиза та затвердження нормативного документу ДСТУ 3587:201X «Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану», в який пропонується в якості основного ввести гранично – допустимі значення показників для нормування рівності дорожніх покриттів за IRI на етапі експлуатації, а показник рівності дорожніх покриттів за повштовхміром та його значення в якості тимчасового (табл.4), до моменту переоснащення дорожньої галузі сучасними діагностичними лазерними приладами типу ЛВС (лазерні вимірні системи).

Таблиця 4

Гранично – допустимі значення показників для нормування рівності дорожніх покриттів, що пропонується надати в ДСТУ 3587:201X (використовувати на етапі експлуатації)

Показники рівності дорожніх покриттів		Рівень вимог до дорожнього покриття за рівністю								
		1	2	3	4	5	A	Б	В	Г
1	за повштовхміром, см/км, не більше	60	90	130	180	230	80	150	200	230
2	за міжнародним індексом рівності IRI ₁₀₀ , м/км, не більше	2,5	4,0	5,5	6,5	8,0	3,5	6,0	7,5	8,0
3	за міжнародним індексом рівності IRI _{0,25} , м/км, не більше	20	25	33	40	45	–	–	–	–

Висновки:

1. На основі виконаного аналізу нормативних документів і літературних джерел вирішальним критерієм для обґрунтування значень рівності визначено критерій дотримання граничного рівня безпеки та забезпечення комфорту руху для водія і пасажирів, на підставі цього виявлені недоліки існуючих нормативних показників та їх значень, що використовуються при оцінці рівності дорожніх покриттів.

2. Обґрунтовано комплекс показників, які потрібно використовувати для оцінки рівності дорожніх покриттів у всьому діапазоні довжин хвиль, що складаються з показників IRI, RN, спектральної щільності нерівностей, різниці висотних оцінок при поздовжньому нівелюванні та просвітів під триметровою рейкою.

3. Теоретично обґрунтовані і експериментально визначені рівні значень показників поздовжньої рівності автомобільних доріг, які рекомендуються використовувати для нормування.

1. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. – Т. 1/ М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
2. Литвинов А. С. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств/ М.: Машиностроение, 1989, – 240 с.
3. Хачатуров А. А. Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель / М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.
4. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля / М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
5. Эрастов А. Я. Ровность дорожных покрытий и безопасность движения / Автомобильные дороги. – 1978. – №6. – С. 18–19.
6. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория./ Мн.: Выш. шк., 1986. – 208 с.
7. Медведева В. Т. Инженерная экология: / М.: Гардарики, 2002. – 687 с:
8. СОУ 45.2-00018112-078:2012 Автомобільні дороги. Оцінка рівності дорожніх покриттів за Міжнародним Індексом Рівності (IRI) / Київ, Державна служба автомобільних доріг України, 2012 – 32 с.
9. РВ. 2.3-218-02071168/02070915-819:2013 Рекомендацій щодо застосування різних методів оцінки повздовжньої рівності за критерієм впливу нерівностей поверхні покриттів на споживачів дорожніх послуг / Київ, Державна служба автомобільних доріг України, 2012 – 30с.

Стаття надійшла до редакції 09.04.2014