

## УДК 629.454.22:656.072.6

С. В. ВОЙТКІВ

ТзОВ «Науково-технічний центр «Автополіпром», вул. Зубрівська, 32/24, Львів, Україна, 79066, тел. +38 (067) 447 04 90, ел. пошта voytkivsv@ukr.net, ORCID 0000-0002-7789-2081

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ РІВНЯ КОМФОРТАБЕЛЬНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ КУПЕЙНИХ СПАЛЬНИХ ВАГОНІВ**

**Мета.** У роботі передбачено розроблення методики для проведення об'єктивної оцінки комфортабельності перевезень пасажирів та зручності користування пасажирськими купейними спальними вагонами локомотивної тяги або потягів постійного формування. Сучасні купейні спальні вагони різних моделей європейських та інших виробників різняться багатьма розмірними параметрами, вмістимістю й комплектацією пасажирських купе і вагонів, наявністю душових стояків у туалетних приміщеннях чи душових кабін загального або індивідуального користування тощо і забезпечують пасажирів відповідний рівень зручності користування ними та різний рівень комфортабельності перевезень. Під час проєктування нових перспективних і конкурентоспроможних купейних спальних вагонів теж доцільно мати таку методику для розроблення їх компоновальних схем і планувань та для оптимального вибору тих чи інших розмірних параметрів вагонів і особливо пасажирських купе. **Методика.** На основі аналізу компоновальних схем та планувань наявних купейних спальних вагонів різних європейських виробників, їх розмірних параметрів і комплектації, розмірних параметрів та комплектації пасажирських купе визначено критерії оцінки комфортабельності купейних спальних вагонів трьох груп – розмірних параметрів, вмістимості й комплектації. **Результати.** Запропоновано кілька показників зручності та комфортабельності пасажирських і службових приміщень купейних спальних вагонів і формули для їх обчислення. Також запропоновано вираз для визначення узагальненого показника комфортабельності купейних спальних вагонів та зручності користування ними. **Наукова новизна.** Уперше розроблено методику об'єктивної оцінки комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів та зручності користування ними пасажирів. **Практична значимість.** Запропоновані показники оцінки комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів і формули для їх обчислення можна використовувати на етапах розроблення й вибору ескізних пропозицій або ескізних проєктів нових перспективних конкурентоспроможних вагонів задля забезпечення їх максимальної зручності та комфортабельності. Методика може бути корисною також і для оцінки тендерних пропозицій на закупівлю купейних спальних вагонів.

*Ключові слова:* спальний вагон; пасажирське купе; комфортабельність спального вагона; показник комфортабельності спального вагона

**Вступ**

Залізничний транспорт України є провідною галуззю в дорожньо-транспортному комплексі країни, бо забезпечує майже 50 % річного обсягу пасажирських перевезень. Але рівень комфортабельності перевезень пасажирів усіма видами потягів постійного формування та пасажирських вагонів локомотивної тяги далекий від сучасних вимог. Адаптація пасажирських вагонів, у т. ч. і купейних спальних вагонів різних класів, котрі перебували в експлуатації станом на 1-ше січня 2019 року, склало понад 92 % [8].

За таких умов надзвичайно актуальним завданням вітчизняної галузі машинобудування є проєктування й організація виробництва но-

вих перспективних і конкурентоспроможних пасажирських купейних спальних вагонів, здатних забезпечити суттєво кращий рівень комфортабельності перевезень пасажирів. Зрозуміло, що для об'єктивної оцінки рівня комфортабельності наявних та нових перспективних пасажирських купейних спальних вагонів необхідна відповідна методика.

**Мета**

У роботі передбачено розроблення методики оцінки зручності користування та рівня комфортабельності, а також конкурентоспроможності проєктованих перспективних купейних спальних вагонів порівняно з наявними вагонами-аналогами.

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

**Методика**

Оцінювання зручності користування пасажирськими купейними спальними вагонами та рівня їх комфортабельності проведено на основі вибору та застосування об'єктивних критеріїв трьох груп, які враховують вмістимість, розмірні параметри та комплектацію вагонів, їх службових і пасажирських приміщень. Вибір критеріїв оцінки комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів виконано на основі аналізу компонувальних схем і планувань наявних вагонів цього типу різних європейських та інших виробників, а також визначення їх вагомості, тобто впливу на комфортабельність вагонів.

Рівень комфортабельності сучасних магістральних пасажирських вагонів локомотивної тяги визначається їх класом. Відповідно до [1], пасажирські купейні спальні вагони поділяються на вагони трьох класів – класу «люкс», 1 та 2-го класів. Основні критерії комфортабельності вагонів цих класів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

**Критерії комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів**

Table 1

**Comfort criteria for passenger compartment sleeping cars**

Найменування параметра	Клас вагона		
	«люкс»	1	2
Параметри пасажирського купе: – вмістимість, чол.	1	2	4
– кількість спальних диванів	1	2	2
– кількість спальних полиць	–	–	2
– умивальник	+	–	–
– індивідуальний туалет	+	–	–
– душова кабіна	+	–	–
Службове купе	+	+	+
Купе для відпочинку провідників	+	+	+*
Туалет загального користування	1	2	2

Примітка: \*За необхідності.

Проте рівень комфортабельності купейних спальних вагонів навіть одного класу може суттєво різнитися, адже їх пасажирські і службові приміщення можуть мати різні розмірні параметри. Наприклад, пасажирські вагони 1 і 2-го класів моделі 61–779 ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» мають ширину по кузову лише 3,021 м [6] за допустимої за габаритом рухомого складу 1–ВМ до 3,4 м [4]. Крім того, розмірні параметри різних приміщень та купе вагонів теж можуть суттєво відрізнятися, відповідно до технічних вимог ДСТУ 4049 [3], О+Р 562 [5] та СП 2.5.1198 [7], наведених у табл. 2.

Напрями підвищення комфортабельності пасажирських вагонів шляхом упровадження нових систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря, інформаційних табло, застосування нових матеріалів, вакуумних туалетів тощо розглянуті в роботі [9], а застосування різної вмістимості й комплектації пасажирських купе – у роботі [2]. У роботах [10, 17] наведено методики визначення комфортабельності перевезень пасажирів, що базуються здебільшого на суб'єктивних показниках, які характеризують сприйняття пасажирями рівня комфортабельності перевезень (дотримання норм гігієни у вагонах, безпечність оздоблювальних матеріалів, мультимедійний сервіс, якість обслуговування тощо), і об'єктивних показників діяльності транспортних структур (час у дорозі, вартість квитків тощо).

У роботах [11–16] розглянуто такі об'єктивні показники комфортабельності пасажирських вагонів, як рівень шуму, рівень вібрацій, рівень температур та питома площа на одного пасажиря, яка у європейських країнах становить від 0,85 м<sup>2</sup>/пас. (Англія) до 1,18 м<sup>2</sup>/пас. (Німеччина). Проте запропоновані методики оцінки комфортабельності пасажирських вагонів, особливо купейних спальних, не враховують багатьох їх конструктивних параметрів (розмірних, комплектації, вмістимості), від яких суттєво залежить комфортабельність перевезень пасажирів.

Оцінку комфортабельності нових пасажирських купейних спальних вагонів на етапі розроблення ескізних пропозицій слід проводити на основі трьох груп оціночних критеріїв – розмірних параметрів вагонів, пасажирських

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

і службових купе, туалетів та інших службових приміщень, параметрів вмістимості та комплектації вагонів і пасажирських купе.

Таблиця 2

**Основні вимоги до пасажирських купейних спальних вагонів**

Table 2

**Basic requirements for passenger compartment sleeping cars**

Найменування параметра	Клас вагона		
	«люкс»	1	2
Розмірні параметри пасажирського купе, не менше, м: – довжина	2,0 <sup>2</sup>	2,1 <sup>1</sup> /1,9 <sup>2</sup>	
– ширина	–	1,9 <sup>1</sup>	
– ширина дверей	0,55 <sup>2</sup>	0,56/ 0,65 <sup>1</sup>	0,5 2 <sup>2</sup>
Габаритні розміри диванів, не менше, м: – довжина	1,84 <sup>2</sup>	1,9/ 1,84 <sup>2</sup>	
– ширина	0,7 <sup>2</sup>	0,75/ 0,6 <sup>1,2</sup>	0,6/ 0,6 <sup>2</sup>
Відстань між диванами, не менше, м	0,5 <sup>2</sup>	0,6/ 0,6 <sup>1</sup>	
Довжина спальної полиці, не менше, м	–	1,83 <sup>1</sup>	
Відстань між диваном і перегородкою, не менше, м	0,5 <sup>2</sup>	–	–
Ширина коридора вагона, не менше, м	0,75/ 0,68 <sup>2</sup>		

Примітки: <sup>1</sup>Вимоги О+Р 562 [5]. <sup>2</sup>Вимоги СП 2.5.1198 [7]. Інші вимоги – ДСТУ 4049 [3].

До основних розмірних параметрів вагонів, які мають найбільший вплив на їх комфортабельність, належать габаритні розміри по кузову (довжина й ширина), довжина й ширина пасажирського приміщення, у якому розміщені пасажирські купе, ширина проходу по вагону й ширина його дверей з обох боків, довжина й ширина тамбурів і ширина їх бокових входних дверей. Комфортабельність вагонів за наведеними критеріями пропонуємо оцінювати коефіцієнтом  $k_b$ :

$$k_b = k_{\text{пл}} \times k_{\text{пр}} \times k_t, \quad (1)$$

де  $k_{\text{пл}}$  – коефіцієнт площі вагона для розміщення пасажирських купе;  $k_{\text{пр}}$  – коефіцієнт зручності проходу по вагону;  $k_t$  – коефіцієнт зручності тамбурів вагона.

Коефіцієнт площі вагона для розміщення пасажирських купе визначаємо за виразом:

$$k_{\text{пл}} = \frac{S_{\text{пл}}}{L_k \times B_k}, \quad (2)$$

де  $L_k$  і  $B_k$  – відповідно довжина та ширина вагона по кузову, м;  $S_{\text{пл}}$  – площа вагона, призначена для розміщення пасажирських купе, м<sup>2</sup>. Її визначаємо так:

$$S_{\text{пл}} = L_{\text{пл}} \times (B_k - 2t_b), \quad (3)$$

де  $L_{\text{пл}}$  – довжина пасажирського приміщення, м;  $t_b$  – товщина боковин вагона, м.

Коефіцієнт зручності проходу по вагону залежить від його ширини та ширини проміжних дверей у перегородках, які відділяють прохід від інших приміщень вагона:

$$k_{\text{пр}} = \frac{b_{\text{пр}}}{[b_{\text{пр}}]} \times \frac{b_{\text{дв}}^{\text{пр}}}{[b_{\text{дв}}^{\text{пр}}]}, \quad (4)$$

де  $b_{\text{пр}}$  і  $[b_{\text{пр}}]$  – відповідно ширина й регламентована мінімальна ширина проходу по вагону, м;  $b_{\text{дв}}^{\text{пр}}$  і  $[b_{\text{дв}}^{\text{пр}}]$  – відповідно ширина й регламентована мінімальна ширина дверей до коридора пасажирського салону, м.

Коефіцієнт зручності тамбурів вагона залежить від обох розмірних параметрів та ширини бокових входних дверей, його визначаємо за формулою:

$$k_t = \frac{b_{\text{дв}}^{\text{т}}}{[b_{\text{дв}}^{\text{т}}]} + \frac{l_t \times b_t}{[l_t] \times [b_t]}, \quad (5)$$

де  $b_{\text{дв}}^{\text{т}}$  і  $[b_{\text{дв}}^{\text{т}}]$  – відповідно ширина й регламентована мінімальна ширина входних бокових дверей, м;  $l_t$  і  $b_t$  – відповідно довжина й ширина тамбура, м;  $[l_t]$  і  $[b_t]$  – відповідно,

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

регламентовані мінімальні довжина і ширина тамбура, м.

До основних розмірних параметрів пасажирських купе належить його довжина й ширина, довжина й ширина дивана, відстань між диванами або між диваном і перегородкою, ширина дверей купе. Комфортабельність пасажирського купе спального вагона визначаємо за формулою:

$$k_{\text{ПК}} = k_{\text{С}}^{\text{ПК}} \times k_{\text{СМ}}^{\text{Д}} \times k_{\text{СМ}}^{\text{СП}} \times k_i \times k_{\text{ДВ}}^{\text{ПК}}, \quad (6)$$

де  $k_{\text{С}}^{\text{ПК}}$  – коефіцієнт питомої площі пасажирського купе;  $k_{\text{СМ}}^{\text{Д}}$  і  $k_{\text{СМ}}^{\text{СП}}$  – коефіцієнти зручності спального місця, відповідно дивана або верхньої спальної полиці;  $k_i$  – коефіцієнт ширини між диванами або між диваном і перегородкою купе;  $k_{\text{ДВ}}^{\text{ПК}}$  – коефіцієнт ширини дверей пасажирського купе.

Коефіцієнт питомої площі пасажирського купе характеризує його простір, що припадає на одного пасажирів:

$$k_{\text{С}}^{\text{ПК}} = k^* \times \frac{l_{\text{ПК}} \times b_{\text{ПК}}}{n_{\text{Пас}}^{\text{ПК}}}, \quad (7)$$

де  $l_{\text{ПК}}$  і  $b_{\text{ПК}}$  – відповідно довжина та ширина пасажирського купе, м;  $n_{\text{Пас}}^{\text{ПК}}$  – вмістимість пасажирського купе, чол.;  $k^*$  – коефіцієнт розмірності, чол./м<sup>2</sup>.

Коефіцієнти зручності спальних місць визначаємо за виразом:

$$k_{\text{СМ}} = \frac{l_{\text{СМ}}^i \times b_{\text{СМ}}^i}{[l_{\text{СМ}}^i] \times [b_{\text{СМ}}^i]}, \quad (8)$$

де  $l_{\text{СМ}}^i$  і  $[l_{\text{СМ}}^i]$  – відповідно довжина й ширина спального місця – дивана або спальної полиці, м;  $[l_{\text{СМ}}^i]$  і  $[b_{\text{СМ}}^i]$  – відповідно регламентовані мінімальні довжина й ширина дивана або спальної полиці, м.

Коефіцієнт ширини між диванами або між диваном і перегородкою купе визначаємо за виразом:

$$k_i = \frac{b_i}{[b_i]}, \quad (9)$$

де  $b_i$  і  $[b_i]$  – відповідно відстань між диванами або диваном і перегородкою, м.

Коефіцієнт зручності входу-виходу з пасажирського купе залежить від ширини провітрів дверей, його можна визначити за виразом:

$$k_{\text{ДВ}}^{\text{ПК}} = \frac{b_{\text{ДВ}}^{\text{ПК}}}{[b_{\text{ДВ}}^{\text{ПК}}]}, \quad (10)$$

де  $b_{\text{ДВ}}^{\text{ПК}}$  і  $[b_{\text{ДВ}}^{\text{ПК}}]$  – відповідно ширина та регламентована мінімальна ширина дверей купе, м.

Коефіцієнт зручності службового купе враховує його площу та ширину дверей:

$$k_{\text{СК}} = \frac{s_{\text{СК}}}{[s_{\text{СК}}]} \times \frac{b_{\text{ДВ}}^{\text{СК}}}{[b_{\text{ДВ}}^{\text{СК}}]}, \quad (11)$$

де  $s_{\text{СК}}$  і  $[s_{\text{СК}}]$  – відповідно площа та регламентована мінімальна площа службового купе, м<sup>2</sup>;  $b_{\text{ДВ}}^{\text{СК}}$  і  $[b_{\text{ДВ}}^{\text{СК}}]$  – відповідно ширина й регламентована ширина дверей купе, м.

Коефіцієнт зручності купе відпочинку провідників враховує розмірні параметри спальних місць, відстань між диваном і перегородкою купе та ширину дверей:

$$k_{\text{КВ}} = \frac{l_{\text{СМ}} \times b_{\text{СМ}}}{[l_{\text{СМ}}] \times [b_{\text{СМ}}]} \times k^* \times l_{\text{КВ}} \times b_{\text{П}} \times \frac{b_{\text{ДВ}}^{\text{КВ}}}{[b_{\text{ДВ}}^{\text{КВ}}]}, \quad (12)$$

де  $l_{\text{СМ}}$  і  $[l_{\text{СМ}}]$  – відповідно довжина та регламентована мінімальна довжина спального місця, м;  $b_{\text{СМ}}$  і  $[b_{\text{СМ}}]$  – відповідно ширина та регламентована мінімальна ширина спального місця, м;  $k^*$  – коефіцієнт розмірності, м<sup>-1</sup>;  $l_{\text{КВ}}$  – довжина купе відпочинку провідників, м;  $b_{\text{П}}$  – відстань між диваном і перегородкою купе, м;  $b_{\text{ДВ}}^{\text{КВ}}$  і  $[b_{\text{ДВ}}^{\text{КВ}}]$  – відповідно ширина та регламентована мінімальна ширина дверей купе відпочинку провідників, м.

Коефіцієнт зручності користування туалетним приміщенням загального користування дорівнює:

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

$$k_{\text{тп}} = \frac{\sum s_{\text{тп}}}{n_{\text{тп}} \times [s_{\text{тп}}]} \times \frac{\sum b_{\text{дв}}^{\text{тп}}}{n_{\text{тп}} \times [b_{\text{дв}}^{\text{тп}}]} \times \frac{\sum b_{\text{тп}}}{n_{\text{тп}} \times [b_{\text{тп}}]}, \quad (13)$$

де  $s_{\text{тп}}$  і  $[s_{\text{тп}}]$  – відповідно площа й регламентована мінімальна площа туалетного приміщення, м;  $b_{\text{дв}}^{\text{тп}}$  і  $[b_{\text{дв}}^{\text{тп}}]$  – відповідно ширина й регламентована мінімальна ширина туалетного приміщення, м;  $b_{\text{тп}}$  і  $[b_{\text{тп}}]$  – відповідно ширина й регламентована мінімальна ширина дверей туалетного приміщення, м;  $n_{\text{тп}}$  – кількість туалетних приміщень загального користування, од.

Коефіцієнт комфортабельності купейних спальних вагонів за кількістю туалетних приміщень загального користування і кількістю їх користувачів визначається за виразом:

$$k_{\text{тп}}^{\text{н}} = \frac{n_{\text{тп}}}{N_{\text{пас}} + 2}, \quad (14)$$

де  $N_{\text{іаіа}}$  – пасажиромістимість вагона, чол.

Коефіцієнт комфортабельності купейних спальних вагонів за кількістю душових стояків або кабінок у санвузлі загального користування дорівнює:

$$k_{\text{д}}^{\text{н}} = \frac{k^{\text{д}} \times n_{\text{д}}}{N_{\text{пас}}}, \quad (15)$$

де  $k^{\text{д}}$  – коефіцієнт типу душових установок, для суміщених душових стояків  $k^{\text{д}}=0,5$ , для душових кабінок  $k^{\text{д}}=1,0$ ;  $n_{\text{д}}$  – кількість туалетних приміщень загального користування у вагоні, од.

Коефіцієнт комфортабельності пасажирського купе за комплектацією диванами, відкидними спальними полицями, окремими сидіннями, шафою для одягу, умивальником, ящиком для сміття, унітазом та душовим стояком або душовою кабіною пропонується визначати за виразом:

$$k_{\text{к}}^{\text{пк}} = \frac{n_{\text{д}} + 0,5n_{\text{сп}} + 0,5(n_{\text{сид}} + n_{\text{ш}} + n_{\text{ум}}^{\text{пк}} + n_{\text{см}}^{\text{пк}})}{n_{\text{пас}}^{\text{пк}}} + \frac{0,75(n_{\text{ум}}^{\text{с}} + n_{\text{см}}^{\text{с}} + n_{\text{ун}} + n_{\text{дс}}) + n_{\text{дп}}}{n_{\text{пас}}^{\text{пк}}}, \quad (16)$$

де  $n_{\text{д}}$  і  $n_{\text{сп}}$  – кількість відповідно диванів та спальних полиць у купе, од.;  $n_{\text{сид}}$  – кількість окремих сидінь у купе, од.;  $n_{\text{ш}}$  – кількість шаф для верхнього одягу в купе, од.;  $n_{\text{пас}}^{\text{пк}}$  – пасажиромістимість купе, чол.;  $n_{\text{ум}}^{\text{пк}}$  і  $n_{\text{ум}}^{\text{с}}$  – наявність умивальника відповідно в купе або в індивідуальному санвузлі, од.;  $n_{\text{см}}^{\text{пк}}$  і  $n_{\text{см}}^{\text{с}}$  – наявність ящика для сміття відповідно в купе або в індивідуальному санвузлі, од.;  $n_{\text{ун}}$  – наявність унітаза в індивідуальному санвузлі, од.;  $n_{\text{дс}}$  – наявність душового стояка в індивідуальному санвузлі, од.;  $n_{\text{дп}}$  – наявність окремої душової кабіни в індивідуальному санвузлі, од.

Узагальнений коефіцієнт комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів визначається за виразом:

$$k_{\text{ком}} = k_{\text{в}} \times (k_{\text{тп}} + k_{\text{тп}}^{\text{н}} + k_{\text{д}}^{\text{н}}) + (k_{\text{пк}} \times k_{\text{к}}^{\text{пк}}) + (k_{\text{ск}} \times k_{\text{кв}}), \quad (17)$$

за умови однакової комплектації іншим обладнанням пасажирських купе, службових приміщень і вагонів у цілому.

## Результати

За запропонованими виразами (1–17) розраховані коефіцієнти комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів трьох класів:

– вагонів 1 та 2-го класів моделей 61–779А і 61–779 вмістимістю 20 і 40 пас., розміщених відповідно у дво- та чотиримісних пасажирських купе виробництва ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» [3];

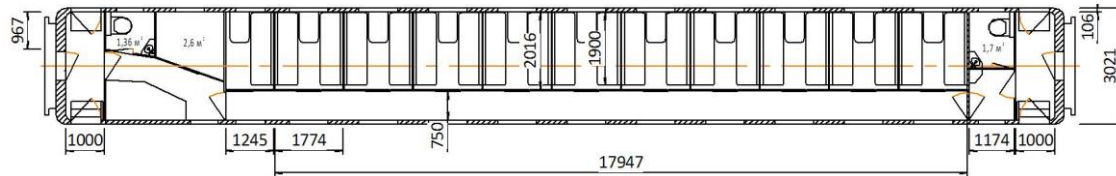
– перспективного конкурентоспроможного купейного спального вагона проекту vS–01 (рис. 1), розробленого на базі вагона 1-го класу моделі 61–779А, вмістимістю 20 чол., розміщених в аналогічних за шириною двомісних купе, який відрізняється від базового збільшеною шириною кузова, збільшеною шириною службових приміщень і пасажирських купе, компонуванням і додатковою комплектацією пасажирських купе тощо.

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Розмірні та інші параметри наявних вагонів 1 та 2-го класів моделей 61–779 і 61–779А виробництва ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» та пропонованого вагона 1-го класу

підвищеної комфортабельності проекту sV–01 і результати розрахунків показників їх комфортабельності наведені в табл. 3.

*a – a*



*б – б*

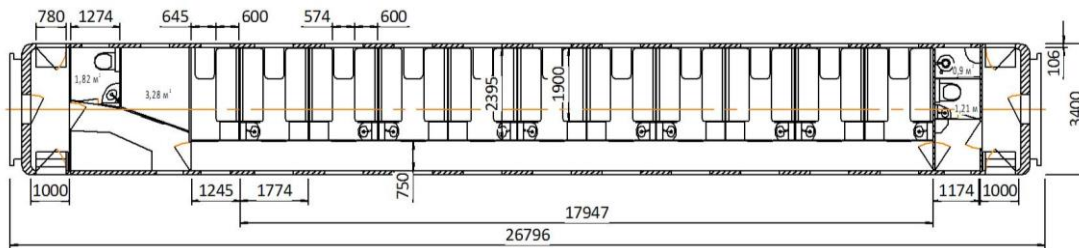


Рис. 1. Розрахункові схеми купейних спальних вагонів:  
*a* – моделей 61–779 і 61–779А; *б* – моделі sV–01 (проект)

Fig. 1. Calculation schemes of compartment sleeping cars:  
*a* – models 61–779 and 61–779A; *b* – models sV–01 (project)

### Наукова новизна та практична значимість

У роботі вперше запропонована методика об'єктивної оцінки комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів та зручності користування ними пасажирами на основі групи показників, пов'язаних із вмістимістю вагонів і пасажирських купе, із розмірними параметрами й комплектацією вагонів та їх пасажирських і службових приміщень, запропоновані формули для їх обчислення. Уперше запропоновано також узагальнений показник комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів і вираз для його розрахунку.

Практична значимість роботи полягає у використанні запропонованих показників оцінки комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів і формул для їх обчислення на етапах розроблення й вибору ескізних пропозицій або ескізних проектів нових перспективних конкурентоспроможних купейних спальних вагонів задля забезпечення їх максимальної зручності та комфортабельності перевезень пасажирів на магістральних регіональних маршрутах.

Описану методику можна використовувати також і для проведення об'єктивної оцінки тендерних пропозицій на закупівлю купейних спальних вагонів із позицій їх технічного рівня, зручності та комфортабельності.

Таблиця 3

## Оцінка комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів

Table 3

## Comfort assessment of passenger compartment sleeping cars

Найменування параметра	Регламентовані величини	Модель вагону		
		61–779 А	61–779	sV–01
Клас вагона		1–СВ	2	1–СВ*
Параметри вагонів: – довжина/ ширина, м		26,696/ 3,021		26,696/ 3,4
– довжина/ ширина пасажирського приміщення, м		17,947		
– площа пасажирського приміщення, м <sup>2</sup>		50,41		57,21
– ширина проходу по вагону, м	[0,75]	0,75		
– ширина дверей проходу по вагону, м	[0,7]	0,7		
– довжина/ ширина тамбурів, м	[2,7/ 1,0]	2,597/ 1,0		3,188/ 1,0
– ширина вхідних дверей тамбурів, м	[0,78]	0,78		
Коефіцієнт комфортабельності вагонів, $k_g$		0,6		0,81
Параметри пасажирських купе: – довжина/ ширина, м		2,016/ 1,774		2,395/ 1,774
– вмістимість, чол.		2	4	2
– довжина/ ширина дивана, м	[1,9/ 0,6]	1,9/ 0,6		
– довжина/ ширина спальної полиці, м	[1,83/ 0,6]	1,9/ 06	1,83/ 06	1,9/ 06
– відстань між диванами, м	[0,6]	0,574		
– ширина дверей, м	[0,56]	0,56		
Коефіцієнт комфортабельності купе, $k_{пк}$		1,71	0,86	2,03
Параметри службового купе: – площа, м <sup>2</sup>	[2,6]	2,6		3,28
– ширина дверей, м	[0,43]	0,43		
Коефіцієнт зручності службового купе, $k_{ск}$		1,0		1,26
Параметри купе відпочинку, м: – довжина	[1,675]	2,016		2,395
– довжина/ ширина спального місця	[1,665/ 0,58]	1,9/ 0,6		
– відстань між спальним місцем і перегородкою	–	0,645		
– ширина дверей	[0,43]	0,43		
Коефіцієнт зручності купе відпочинку, $k_{кв}$		0,92		1,09

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Продовження табл. 3  
Continuation of Table 3

Найменування параметра	Регламентовані величини	Модель вагону		
		61–779 А	61–779	sV–01
Параметри загальних туалетів:				
– площа, м <sup>2</sup>	[1,2]	1,36/ 1,37		1,82/ 1,21
– ширина, м	[0,9]	0,967/ 1,274		1,274/ 1,031
– ширина дверей, м	[0,49]	0,5		
Коефіцієнт зручності туалетів, $k_{тп}$		1,44		1,65
Кількість туалетів загального користування, од.	[2]	2		
Коефіцієнт туалетів на одну особу, $k_{тп}^n$		0,09	0,05	0,09
Кількість душових кабін загального користування, од.		–		1
Коефіцієнт душових кабін на одну особу, $k_{д}^n$		–	–	0,05
Комплектація пасажирського купе, од.		2	2	2
– кількість спальних полиць		–	2	–
– кількість окремих сидінь		–	–	–
– наявність шафи для верхнього одягу		–	–	1
– наявність умивальника / ящика для сміття в купе або в індивідуальному санвузлі		–	–	1/1
– наявність унітаза в індивідуальному санвузлі		–	–	–
– наявність індивідуального душового стояка / душової kabini в індивідуальному санвузлі		–	–	0/ 1
Коефіцієнт комфортабельності пасажирського купе, $k_{к}^{пк}$		1,0	0,75	1,75
Узагальнений коефіцієнт комфортабельності пасажирських купейних спальних вагонів, $k_{ком}$		3,63	2,67	5,08

**Висновки**

Запропонована методика на основі різних критеріїв оцінки зручності користування та комфортабельності купейних спальних вагонів забезпечує:

– об’єктивність аналізу й оцінки зручності користування та рівня комфортабельності наявних пасажирських купейних спальних вагонів

різних моделей європейських та інших виробників;

– обґрунтований вибір розмірних параметрів вагонів, пасажирських і службових купе та інших службових приміщень на стадіях розроблення ескізних пропозицій та / або ескізних проєктів нових перспективних конкурентоспроможних купейних спальних вагонів;



## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

– обґрунтованість та об'єктивність вибору моделей вагонів для придбання Укрзалізницею під час проведення тендерів на їх закупівлю й оцінки тендерних пропозицій різних учасників.

Деякі формули для визначення коефіцієнтів комфортабельності чи зручності користування вагонами або їх пасажирськими чи службовими приміщеннями можна застосовувати і для оцінки рівня комфортабельності інших спальних вагонів та вагонів із місцями для сидіння.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *ГОСТ 33885-2016. Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Методы испытаний по санитарно-гигиеническим и экологическим показателям.* [Чинний від 2017-09-01]. Москва : Стандартинформ, 2017. 45 с.
2. Донченко А. В., Троцкий М. В., Крупа А. Г., Рейдемейстер Г. В. Типаж перспективных пассажирских вагонов локомотивной тяги для магистральных железных дорог Украины. *Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна.* 2007. № 14. С. 132–135.
3. *ДСТУ 4049-2001. Вагоны пассажирські магістральні локомотивної тяги. Вимоги безпеки.* [Чинний від 2002-03-01]. Київ : Держстандарт України, 2001. 24 с.
4. *ДСТУ Б В.2.3-29:2011. Габарити наближення будівель і рухомого складу залізниць колії 1520 (1524) мм (ГОСТ 9238-83, MOD).* [Чинний від 2012-12-01]. Київ : Мінрегіон України, 2012. 50 с.
5. *О+Р 562. Санитарно-технические требования к конструкции пассажирского вагона.* I издание. [Чинний від 2008-05-01]. Тегеран : Комитет ОСЖД, 2007. 22 с.
6. ПАТ «Крюковский вагоностроительный завод». Пассажирское вагоностроение. Каталог. URL: <http://www.kvsz.com/images/catalogs/tsn.pdf> (дата звернення: 21.12.2019).
7. *СП 2.5.1198-03. Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте.* [Чинний від 2003-06-03]. Москва : МПС РФ, 1998. 46 с.
8. «Укрзалізниця» на межі розвалу : 92 % пасажирських вагонів скоро підуть на звалище. URL: <https://znaj.ua/society/218197-ukrzaliznicya-na-mezhi-rozvalu-92-pasazhirskih-vagoniv-skoro-pidut-na-zvalishche> (дата звернення: 23.12.2019).
9. Федюшин Ю. М., Лобойко Д. М., Донченко А. В., Пшінько О. М., Приходько В. І., Шкабров О. А. Аналіз світових тенденцій і перспектив розвитку пасажирського вагонобудування. *Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна.* 2005. № 7. С. 25–32.
10. Eboli L., Mazzulla G. A methodology for evaluating transit service quality based on subjective and objective measures from the passenger's point of view. *Transport Policy.* 2011. Vol. 18. Iss. 1. P. 172–181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.07.007>
11. Huang W., Shuai B. A methodology for calculating the passenger comfort benefits of railway travel. *Journal of Modern Transportation.* 2018. Vol. 26. Iss. 2. P. 107–118. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40534-018-0157-y>
12. Jiang Y., Chen B. K., Thompson C. A comparison study of ride comfort indices between Sperling's method and EN 12299. *International Journal of Rail Transportation.* 2019. №Vol. 7. Iss. 4. P. 279–296. DOI: <https://doi.org/10.1080/23248378.2019.1616329>
13. Moon J. H., Lee J. W., Jeon, C. H., Lee S. H. Thermal comfort analysis in a passenger compartment considering the solar radiation effect. *International Journal of Thermal Sciences.* 2016. Vol. 107. P. 77–88. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2016.03.013>
14. Leksin A. G., Mineeva N. I., Morgunov A. V., Timoshenkova E. V., Gribov A. V., Demin V. N., Vaskina M. Y. Forecasting the heat comfort of passengers in the electric train shops. theory and practice. *Hygiene and Sanitation.* 2019. Vol. 98. № 5. P. 489–493. DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-5-489-493>
15. Lupták V, Drozdziel P., Stopka O., Stopková M., Rybicka I. Approach Methodology for Comprehensive-Assessing the Public Passenger Transport Timetable Performances at a Regional Scale. *Sustainability.* 2019. № 11. P. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11133532>
16. Park B., Jeon J.-Y., Choi S., Park J. Short-term noise annoyance assessment in passenger compartments of high-speed trains under sudden variation. *Applied Acoustics.* 2015. Vol. 97. P. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.04.007>
17. Shen W., Xiao W., Wang X. Passenger satisfaction evaluation model for Urban rail transit : A structural equation modeling based on partial least squares. *Transport Policy.* 2016. Vol. 46. P. 20–31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.10.006>

С. В. ВОЙТКІВ

ООО «Научно-технический центр «Автополипром»», ул. Зубривская, 32/24, Львов, Украина, 79066, тел. +38 (067) 447 04 90, эл. почта voytkivsv@ukr.net, ORCID 0000-0002-7789-2081

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ КОМФОРТАБЕЛЬНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ КУПЕЙНЫХ СПАЛЬНЫХ ВАГОНОВ

**Цель.** В работе предусмотрена разработка методики для проведения объективной оценки комфортабельности перевозок пассажиров и удобства пользования пассажирскими купейными спальными вагонами локомотивной тяги или поездов постоянного формирования. Современные купейные спальные вагоны различных моделей европейских и других производителей отличаются многими размерными параметрами, вместимостью и комплектацией пассажирских купе и служебных помещений, наличием душевых стоек в туалетных помещениях или душевых кабин общего или индивидуального пользования и т. д. и обеспечивают пассажирам соответствующий уровень удобства пользования ими и разный уровень комфортабельности перевозок. При проектировании новых перспективных и конкурентоспособных купейных спальных вагонов также целесообразно иметь такую методику для разработки их компоновочных схем и планировок и для оптимального выбора тех или иных размерных параметров вагонов и особенно пассажирских купе. **Методика.** На основе анализа компоновочных схем и планировок существующих купейных спальных вагонов различных европейских производителей, их размерных параметров и комплектации, размерных параметров и комплектации пассажирских купе определены критерии оценки комфортабельности купейных спальных вагонов трех групп – размерных параметров, вместимости и комплектации. **Результаты.** Предложено несколько показателей удобства и комфортабельности пассажирских и служебных помещений купейных спальных вагонов и формулы для их вычисления. Также предложено выражение для определения обобщенного показателя комфортабельности купейных спальных вагонов и удобства пользования ими. **Научная новизна.** Впервые разработана методика объективной оценки комфортабельности пассажирских купейных спальных вагонов и удобства пользования ими пассажиров. **Практическая значимость.** Предлагаемые показатели оценки комфортабельности пассажирских купейных спальных вагонов и формул для их вычисления можно использовать на этапах разработки и выбора эскизных предложений или эскизных проектов новых перспективных конкурентоспособных вагонов с целью обеспечения их максимального удобства и комфортабельности. Методика может быть полезна также и для оценки тендерных предложений на закупку купейных спальных вагонов.

*Ключевые слова:* спальный вагон; пассажирское купе; комфортабельность спального вагона; показатель комфортабельности спального вагона

S. V. VOYTKIV

Scientific and Technical Center Autopoliprom Ltd., Zubrivska St., 32/24, Lviv, Ukraine, 79066, tel. +38 (067) 447 04 90, e-mail voytkivsv@ukr.net, ORCID 0000-0002-7789-2081.

## ASSESSMENT METHODOLOGY OF COMFORT LEVEL OF PASSENGER COMPARTMENT SLEEPING CARS

**Purpose.** The work is aimed to develop the method of objective assessment of passenger transportation comfort and use convenience of passenger sleeping car of locomotive traction or train sets. Indeed, modern compartment sleeping cars of various models of European and other manufacturers are distinguished by many dimensional parameters, the capacity and equipment of passenger compartments and service accommodations, the presence of shower in the restrooms, etc. They provide passengers with proper level of use convenience and a different level of transportation comfort. When designing new perspective and competitive sleeping cars it is also expedient to have such a methodology for the development of their layout diagrams and designing and for the optimum choice of one or another size parameters of cars and, in particular case, passenger compartments. **Methodology.** Based on the analysis of the layout diagrams and designing of existing compartment sleeping cars of various European manufacturers, their dimensional parameters and equipment, dimensions and equipment of passenger compartments, criteria

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

for comfort evaluating of compartment sleeping cars of three groups – dimensional parameters, capacity and equipment are determined. **Findings.** Several indicators of the convenience and comfort of passenger and service rooms of compartment sleeping cars and formulas for their calculation are proposed. An expression for determining a generalized indicator of the comfort of compartment sleeping cars and the convenience of using them is also proposed. **Originality.** For the first time a method of objective assessment of the comfort of passenger compartment sleeping cars and the convenience of using them by passengers is proposed. **Practical value.** The proposed indicators for evaluating the comfort of passenger compartment sleeping cars and formulas for their calculation can be used at the stages of development and selection of draft offers or outline designs of new promising competitive cars in order to ensure their maximum convenience and comfort. The methodology may also be useful for evaluating tenders for the purchase of compartment sleeping cars.

*Keywords:* sleeping car; passenger compartment; sleeping car comfort; comfort index of sleeping car

## REFERENCES

1. *Vagony passazhirskie lokomotivnoj tyagi. Metody ispytaniy po sanitarno-gigienicheskim i ekologicheskim pokazatelyam, 45 GOST 33885-2016* (2017). (in Russian)
2. Donchenko, A. V., Trotskiy, M. V., Krupa, A. G., & Reydemeyster, G. V. (2007). Tipazh perspektivnykh passazhirskikh vagonov lokomotivnoj tyagi dlya magistralnykh zheleznykh dorog Ukrainy *Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan*, 14, 132-135. (in Russian)
3. *Vahony pasazhyrski mahistralni lokomotyvnoi tiahny. Vymohy bezpeky, 24 DSTU 4049-2001* (2001). (in Ukrainian)
4. *Habaryty nablyzhennia budivel i rukhomoho skladu zaliznyts kolii 1520 (1524) mm (HOST 9238-83, MOD), 50 DSTU B B.2.3-29:2011* (2012). (in Ukrainian)
5. *Sanitarno-tekhnicheskie trebovaniya k konstrukcii passazhirskogo vagona. I izdanie, 22 O+R 562* (2007). (in Russian)
6. PAT «Kryukovskiy vagonostroitelnyy zavod». *Passazhirskoe vagonostroenie*. Katalog. Retrieved from <http://www.kvsz.com/images/catalogs/tsn.pdf> (in Russian)
7. *Sanitarnye pravila po organizacii passazhirskih perevozok na zheleznodorozhnom transporte, 46 SP 2.5.1198-03* (1998). (in Russian)
8. «Ukrzaliznytsia» na mezhi rozvalu: 92 % pasazhyrskykh vahoniv skoro pidut na zvalyshche. Retrieved from <https://znaj.ua/society/218197-ukrzaliznytsia-na-mezhi-rozvalu-92-pasazhirskikh-vagoniv-skoro-pidut-na-zvalishche> (in Ukrainian)
9. Fediushyn, Yu. M., Loboiko, D. M., Donchenko, A. V., Pshinko, O. M., Prykhodko, V. I., & Shkabrov, O. A. (2005). Analiz svitovykh tendentsii i perspektyv rozvytku pasazhyrskoho vahonobuduvannya. *Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan*, 7, 25-32. (in Ukrainian)
10. Eboli, L., & Mazzulla, G. (2011). A methodology for evaluating transit service quality based on subjective and objective measures from the passenger's point of view. *Transport Policy*, 18(1), 172-181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.07.007> (in English)
11. Huang, W., & Shuai, B. (2018). A methodology for calculating the passenger comfort benefits of railway travel. *Journal of Modern Transportation*, 26(2), 107-118. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40534-018-0157-y> (in English)
12. Jiang, Y., Chen, B. K., & Thompson, C. (2019). A comparison study of ride comfort indices between Sperling's method and EN 12299. *International Journal of Rail Transportation*, 7(4), 279-296. DOI: <https://doi.org/10.1080/23248378.2019.1616329> (in English)
13. Moon, J. H., Lee, J. W., Jeong, C. H., & Lee, S. H. (2016). Thermal comfort analysis in a passenger compartment considering the solar radiation effect. *International Journal of Thermal Sciences*, 107, 77-88. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2016.03.013> (in English)
14. Leksin, A. G., Mineeva, N. I., Morgunov, A. V., Timoshenkova, E. V., Gribov, A. V., Demin, V. N., & Vaskina, M. Y. (2019). Forecasting the heat comfort of passengers in the electric train shops. theory and practice. *Hygiene and Sanitation*, 98(5), 489-493. DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-5-489-493> (in English)

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

---

15. Lupták, V., Drożdziel, P., Stopka, O., Stopková, M., & Rybicka, I. (2019). Approach Methodology for Comprehensive Assessing the Public Passenger Transport Timetable Performances at a Regional Scale. *Sustainability*, 11(13), 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11133532> (in English)
16. Park, B., Jeon, J.-Y., Choi, S., & Park, J. (2015). Short-term noise annoyance assessment in passenger compartments of high-speed trains under sudden variation. *Applied Acoustics*, 97, 46-53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.04.007> (in English)
17. Shen, W., Xiao, W., & Wang, X. (2016). Passenger satisfaction evaluation model for Urban rail transit: A structural equation modeling based on partial least squares. *Transport Policy*, 46, 20-31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.10.006> (in English)

Надійшла до редколегії: 27.09.2019

Прийнята до друку: 27.01.2020