

УДК 629.4.014.64

**ОЦІНКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ШВИДКІСНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ
УКРАЇНСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**

Д-р техн. наук О. С. Крашенінін, асп. С. С. Яковлев

**ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СКОРОСТНОГО ПОДВИЖНОГО
СОСТАВА УКРАИНСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Д-р техн. наук А. С. Крашенинин, асп. С. С. Яковлев

**ESTIMATION OF COMPETITIVENESS OF SPEED MOBILE COMPOSITION OF
UKRAINIAN PRODUCTION**

Dr. of Tech. Sc. O. Krashenin, pg. S. Yakovlev

Здійснена оцінка вибору швидкісного рухомого складу (ШРС) для умов України за допомогою кваліметричного розрахунку якості техніки. Проведена оцінка швидкісного рухомого складу на підставі визначення вагових характеристик, досліджені споживчі та вартісні показники властивостей сучасних ШРС і проведений розрахунок їх індексів, визначено коефіцієнти конкурентоспроможності українського ШРС в порівнянні з ШРС інших країн.

***Ключові слова:** швидкісний рухомий склад (ШРС), кваліметричний розрахунок, конкурентоспроможність, експлуатація.*

Осуществлена оценка выбора скоростного подвижного состава (СПС) для условий Украины с помощью кваліметрического расчета качества техники. Проведена оценка скоростного подвижного состава на основании определения весовых характеристик, исследованы потребительские и стоимостные показатели свойств современных СПС и проведен расчет их индексов, определены коэффициенты конкурентоспособности украинского СПС по сравнению с СПС других стран.

Ключевые слова: скоростной подвижной состав (СПС), кваліметрический расчет, конкурентоспособность, эксплуатация.

In order to evaluate and make a decision on the choice of high-speed rolling stock (HRS) for Ukraine conditions, an assessment of the choice of the HRS was made using a qualitative calculation of the quality of the equipment. The estimation of high-speed rolling stock on the basis of weighting characteristics, consumer and cost indicators was carried out. The properties of modern HRS and their indicators, coefficients of competitiveness of Ukrainian HRS in comparison with HRS of other countries were studied. From the above calculations it was established that the domestic HRS Ekr1 "Tarpan" has a high level of competitiveness in comparison with many HRS of other countries. This determines the expediency of further development of the maintenance infrastructure of the HRS on the basis of its own production, gradually mastering the organization of maintenance of foreign HRS on its own repair facilities by repair personnel.

Keywords: high-speed rolling stock (HRS), qualitative calculation, competitiveness, exploitation.

Вступ. Сучасний ринок транспортних послуг потребує від залізниць використання швидкісного рухомого складу, що має бути конкурентоспроможним на європейському ринку залізничних послуг. Відповідно до цього для оцінки і ухвалення рішення щодо вибору швидкісного рухомого складу для умов України необхідно провести всебічне дослідження його конкурентоспроможності, споживчих та вартісних показників транспортних засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасних умовах у західноєвропейських країнах набули розвитку практичні і теоретичні питання щодо завдань вибору ШРС, це неможливо без наукового обґрунтування цих кроків. Для різних галузей науки і техніки ефективно використовуються математичні методи теорії дослідження операцій [3, 4]. Разом з цим в кожному конкретному випадку необхідно враховувати особливості завдань, що розв'язуються, і обмеження. Крім цього необхідно

обґрунтувати систему утримання ШРС для конкретних умов експлуатації.

Так, у низці праць досліджені питання ефективної зони дії комплексних пунктів діагностування і закріплення за ремонтними заводами локомотивних депо.

У фахових зарубіжних і вітчизняних виданнях подано результати досліджень щодо оптимізації системи ремонту ШРС [5–9], які пропонують різні підходи щодо формування системи утримання різних одиниць ШРС на прикладі досліджуваних. Але для системи утримання ШРС ці дослідження не набули необхідного розвитку. Тому актуальністю досліджень є рішення щодо обґрунтування вибору ШРС для України, що вимагає оцінки їх характеристик.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою дослідження є визначення конкурентоспроможності швидкісного рухомого складу на підставі визначення вагових характеристик, споживчих та вартісних показників властивостей сучасних ШРС.

Завданням дослідження є проведення розрахунку індексів споживчих і вартісних показників ШРС у порівнянні з ШРС інших країн.

Основна частина. В сучасних методиках кваліметричного розрахунку якості техніки використовують зокрема коефіцієнт конкурентоспроможності [1], значення якого обирається на рівні 0,8÷1,2. Нижні і верхні границі досить умовні і залежать від багатьох факторів, які мають якісну характеристику. Щоб уникнути такої невизначеності, виконані такі процедури:

- проведена експертна оцінка вагових характеристик ШРС і обрані найбільш інформаційні характеристики (табл. 1);
- розраховані індекси споживчих і вартісних параметрів ШРС;
- визначено коефіцієнти конкурентоспроможності.

Згідно з даними табл. 2 попередньо виставлені оцінки за шкалою: від 1 – найвища до 6 – найнижча (неважлива) і зведемо їх в табл. 1, згідно з даними якої визначені вагові коефіцієнти параметрів.

Як зразок обираємо двосистемний електропоїзд ЕКр1 «Гарпан» ВАТ «КВБЗ» для міжрегіональних пасажирських перевезень (далі – поїзд), призначений для швидких перевезень пасажирів у вагонах підвищеного комфорту, з максимальною експлуатаційною швидкістю до 160 км/год по залізницях України із шириною колії 1520 мм на електрифікованих ділянках колії з постійним струмом напругою 3000 В та змінним струмом напругою 25 000 В, частотою 50 Гц.

Основні характеристики електропоїзда ЕКр1 «Гарпан», які висуваються до його технічних та експлуатаційних параметрів, наведені в табл. 2. Зважаючи на технічні вимоги, що висуваються до двосистемного електропоїзда з розподіленою тягою для міжрегіональних пасажирських перевезень по залізницях України, було виявлено потенційних виробників даного типу рухомого складу, на підставі чого

проведене порівняння їх характеристик (табл. 3). Окрім технічних параметрів, відповідності технічним вимогам та економічної доцільності закупівлі і подальшої експлуатації двосистемних міжрегіональних електропоїздів з розподіленою тягою, перевагу слід надати тому варіанту, який враховує також низку передумов, що стосуються терміновості розгортання проекту, забезпечення фінансування проекту, економічної доцільності (табл. 4).

Індекси споживчих і вартісних параметрів дослідного зразка в табл. 3 визначаються за формулою, де у чисельнику – показник дослідної одиниці, а в знаменнику – еталонної

$$I_l^g = \frac{g_i}{g_{eT}} \alpha_g + \frac{V_i}{V_{eT}} \alpha_V + \frac{K_i}{K_{eT}} \alpha_K + \frac{l_i}{l_{eT}} \alpha_l, \quad (1)$$

$$I_B^g = \frac{N_i}{N_{eT}} \alpha_N * i_T + \frac{E_i}{E_{eT}} \alpha_E * i_T, \quad (2)$$

де g – максимальне навантаження, т/вісь;

V – максимальна швидкість, км/год;

K – кількість посадочних місць, кількість;

l – довжина складу поїзда, м;

N – потужність силової установки поїзда, кВт;

E – питома вартість вагона, млн дол.;

α_i – вага (значущість) показників (за

даними експертів);

i_T – індекс терміну служби.

Індекс терміну служби i_T необхідний для порівняння витрат на ремонт і експлуатацію рухомого складу, визначається за формулою

$$i_T = \frac{T_{cl}^{em}}{T_{cl}^i}. \quad (3)$$

Результати розрахунків подано в табл. 3.

Таблиця 1

Оцінка важливості властивостей транспортного засобу (за даними експертів)

Експерт $i=1,m$	Вага властивостей транспортних засобів, $j=1,n$					
	Споживчі властивості				Вартісні показники	
	Максимальне навантаження на вісь, т/вісь	Максимальна швидкість, км/год	Кількість місць в поїзді, місць	Довжина поїзда, м	Потужність, кВт	Питома вартість, млн грн
1	6	3	4	2	5	1
2	6	3	4	2	5	1
3	5	3	1	4	6	2
4	4	3	6	1	5	2
5	5	4	3	2	6	1
6	6	3	2	1	5	4
7	2	3	4	1	6	5
8	4	3	5	1	6	2
9	3	4	5	2	6	1
10	6	4	3	2	5	1
11	4	3	5	2	6	1
12	5	3	1	2	6	4
13	6	5	3	1	2	4
14	4	2	5	3	6	1
15	3	2	4	5	6	1
16	2	4	5	1	6	3
17	2	3	5	4	6	1
18	4	3	6	2	5	1
19	4	3	5	1	6	2
20	3	4	5	2	6	1
$x_j = \sum_{i=1}^m x_{ij}$	84	65	81	41	110	39
$a_j^2 = (x_j - \bar{x}_j)^2$	196	25	121	841	1600	961

Розрахунки рівня конкурентоспроможності наведені на прикладі вітчизняного електропоїзда ЕКр1 «Тарпан» ВАТ «КВБЗ». В табл. 4 подано розрахунок

рівня конкурентоспроможності з наведеними зразками сучасного швидкісного рухомого складу.

Таблиця 2

Порівняння найбільш близьких моделей рухомого складу світових виробників

Назва моделі	Виробник	Країна-виробник	Термін служби, рр.	Довжина состава, м	Потужність, кВт	Максимальна швидкість, км/год	Максимальне навантаження на вісь, т/вісь	Кількість посадочних місць в поїзді	Питома вартість, млн. дол. США
1	HRCS2	Південна Корея	50	200,16 (9 вагонів)	5 200–6 000	160–176	17	587	3,3
2	EJ 675	Чехія	40	158 400 (6 вагонів)	4 000	160	21,5	636	4,467
3	32 FLIRT	Швейцарія	30	74,3	2 600	140–160	18	219	2,2
4	Spacium	Вомбард'єр	40	125,7 (9 вагонів)	4 200	140–160	21,5	424 (534) (9 вагонів)	
5	Desiro ML (аналог Pesa Бидгощ)	Сіемс	40	93,3 (4 вагони)	до 2 600	140–160	17	248 (584)	3,7
6	Pendolino	Алстом	40	~180 (7 вагонів)		220	17	352	5,8
7	Sapsan/Velaro Rus	Сіемс	30	250 (10 вагонів)	8 000	250	17	604	4,7–6,0
8	ЕКр1 «Тарпан»	ВАТ «КВБЗ»	40	26,696 (9 вагонів)	4 000	160	18	643	2,78

Зразок лаявних

Таблиця 3

Індекси споживчих і вартісних показників ШРС

Назва моделі	Виробник	Країна виробник	Індекс терміну служби, α_T	Індекс довжини складу поїзда, α_L	Індекс максимальної швидкості, α_V	Індекс максимального навантаження на вісь, α_E	Індекс кількості посадочних місць	Індекс потужності силової установки, α_M	Індекс питомої вартості, α_E
1 HRC52	Hyundai Rotem	Південна Корея	1,25	0,88	1,1	0,94	0,91	1,5	0,84
2 EJ 675	«Škoda Vagonka»	Чехія	1	0,696	1	1,19	0,989	1	0,62
3 32 FLIRT	Stadler Rail	Швейцарія	0,75	0,327	1	1	0,34	0,65	1,26
4 Spacium	Bombardier	Канада	1	0,554	1	1,19	0,83	1,05	-
5 Desiro ML (аналог Pesa Бидгощ)	Siemens	Німеччина	1	0,41	1	0,94	0,91	0,65	0,75
6 Pendolino	Alstom	Франція	1	0,79	1,375	-	0,55	-	0,48
7 Sapsan/Velaro Rus	Siemens	Німеччина	0,75	1,1	1,56	0,94	0,94	2	0,6
8 ЕКр1 «Тарпан»	ВАТ «КВБЗ»	Україна	1	0,1	0,4	0,2	0,3	0,4	0,6

Індекси

Техніко-економічні характеристики міжрегіональних поїздів

Параметр	HRCS2 Hyunday Rotem	EJ 675 «Škoda Vagonka»	ЕКр1 «Тарпан» ВАТ «КВБЗ»
Кількість вагонів	9 (6 моторних + 3 причіпних)	6 (2 моторних + 4 причіпних)	9 (2 моторних головних + 7 причіпних)
Загальна потужність, кВт	6 000	4 000	4 000
Максимальне навантаження на вісь, тс	19	21, 5 (17,75 для П)	18
Довжина поїзда, мм	200 160	158 400	227 722
Прискорення при пуску від 0 до 60 км/год, м/с ²	0,7	0,61	0,58
Кількість місць для сидіння	579	636	643
Термін служби, рр.	50	40	40
Сума контракту	307,0 млн дол.	39,9 €	399,999984млн грн
Вартість одного електропоїзда, млн	30,7 млн дол.	19,95 €	199, 999992 млн грн

Індекс конкурентоспроможності визначається за формулою

$$I_k = \frac{I_l^g}{I_B^g}, \quad (4)$$

де I_l^g – індекс споживчих параметрів;

I_B^g – індекс вартісних параметрів.

Питома вага показників за споживчими і вартісними параметрами визначалась експертним шляхом.

Індекси споживчих і вартісних параметрів дослідного зразка визначають за формулами (1) та (2). Індекс терміну служби необхідний для порівняння витрат на ремонт і експлуатацію вантажних одиниць, визначається за формулою (3).

Кращим обирається той варіант, для якого значення індексу споживчих параметрів буде найбільшим.

Розрахунки індексів подано в табл. 5.

Висновки:

1. З наведених розрахунків видно, що вітчизняний ШРС ЕКр1 «Тарпан» має високий рівень конкурентоспроможності в порівнянні з багатьма ШРС інших країн. Це визначає доцільність подальшого розвитку інфраструктури системи утримання ШРС на базі власного виробництва з поступовим освоєнням організації утримання закордонного ШРС на власній ремонтній базі своїм ремонтним персоналом.

2. Звідси виникає потреба визначення і оцінки виробничої потужності, резервів, а також доцільності переоснащення існуючих депо з метою організації технічного обслуговування ШРС, що експлуатується в Україні.

Розрахунки рівня конкурентоспроможності

№ з\п	Назва моделі	Показники	Розрахунки	
1	HRCS2	Споживчі	$0,1 * 0,88 + 0,4 * 1,1 + 0,2 * 0,94 + 0,3 * 0,91 = 0,989$	
		Вартісні	$(0,4 * 1,5 + 0,6 * 0,84) * 1,25 = 1,38$	
2	EJ 675	Споживчі	$0,1 * 0,696 + 0,4 * 1 + 0,2 * 1,19 + 0,3 * 0,989 = 1$	
		Вартісні	$(0,4 * 1 + 0,6 * 0,62) * 1 = 0,772$	
3	32 FLIRT	Споживчі	$0,1 * 0,327 + 0,4 * 1 + 0,2 * 1 + 0,3 * 0,34 = 0,735$	
		Вартісні	$(0,4 * 0,65 + 0,6 * 1,26) * 0,75 = 0,762$	
4	Spacium	Споживчі	$0,1 * 0,554 + 0,4 * 1 + 0,2 * 1,19 + 0,3 * 0,83 = 0,94$	
		Вартісні	$(0,4 * 1,05 + 0,6 * 0,62) * 1 = 0,792$	
5	Desiro ML (аналог Pesa Бидгощ)	Споживчі	$0,1 * 0,41 + 0,4 * 1 + 0,2 * 0,94 + 0,3 * 0,91 = 0,902$	
		Вартісні	$(0,4 * 0,65 + 0,6 * 0,75) * 1 = 0,71$	
6	Pendolino	Споживчі	$0,1 * 0,79 + 0,4 * 1,375 + 0,2 * 1 + 0,3 * 0,55 = 0,994$	
		Вартісні	$(0,4 * 0,75 + 0,6 * 0,48) * 1 = 0,588$	
7	Sapsan/ Velaro Rus	Споживчі	$0,1 * 1,1 + 0,4 * 1,56 + 0,2 * 0,94 + 0,3 * 0,94 = 1,204$	
		Вартісні	$(0,4 * 2,0 + 0,6 * 0,6) * 0,75 = 0,87$	

Список використаних джерел

1. Азгальдов, Г. Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии) [Текст] / Г. Г. Азгальдов. – М. : Экономика, 1982. – 256 с.
2. Крашенінін, О. С. Вибір та оцінка параметрів системи утримання локомотивів [Текст] / О. С. Крашенінін // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. – С. 121-124.
3. Федоренко, І. К. Дослідження операцій в економіці [Текст]: підручник / І. К. Федоренко, О. І. Черняк, О. О. Карагодова. – К. : Знання, 2007. – 558 с.
4. Катренко, А. В. Дослідження операцій [Текст]: підручник / А. В. Катренко. – Львів: Магнолія Плюс, 2004. – 549 с.
5. Концепція розвитку і реструктуризації локомотивних депо [Текст] / А. П. Фалендиш, О. С. Крашенінін, О. О. Шапатіна, М. М. Одегов // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – 2011. – № 27. – С. 133-136.
6. Модель оптимізації системи технічного обслуговування та ремонту локомотивів [Текст] / А. П. Фалендиш, А. Л. Сумцов, Ю. В. Білецький // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – Т. 2. – № 207. – С. 45-49.
7. Иванова, Н. Г. Применение методики расчета стоимости жизненного цикла при оценке эффективности инноваций на железнодорожном транспорте [Текст] / Н. Г. Иванова // Локомотив. – 2007. – № 8. – С. 12-15.

8. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог [Текст] : монография / Э. Д. Тартаковский, С. Г. Грищенко, Ю. Е. Калабухин, А. П. Фалендыш. – Луганск: Изд-во “Наулирис”, 2011. – 174 с.

9. System approach to the organization of locomotive maintenance on Ukraine railways. (Book Chapter) Studies in Systems, Decision and Control [Text] / E. Tartakovsky, O. Ustenko, V. Puzyr, Y. Datsun // Ukrainian state university of railway transport. – Kharkiv, 2017. – N. 87. – P. 217-236.

Крашенінін Олександр Семенович, д-р техн. наук, професор кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. 057-730-19-99. E-mail: pomndu@ukr.net.

Яковлев Сергій Сергійович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. 057-730-19-99. E-mail: pomndu@ukr.net.

Krasheninina Olexander, Ph.D., professor of maintenance and repair of rolling stock Ukrainian State University of Railway Transport. Tel. 057-730-19-99. E-mail: pomndu@ukr.net.

Yakovlev Sergiy, graduate student of maintenance and repair of rolling stock Ukrainian State University of Railway Transport. Tel. 057-730-19-99. E-mail: pomndu@ukr.net.

Стаття прийнята 21.12.2017 р.