

Ж. О. Семко

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»,

вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна

Телефон: (05366) 6-02-50, E-mail: shaganne@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0047-8509>

АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЙ ЦІНОУТВОРЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ОЦІНКИ ВАРТОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Розвиток технічного прогресу надає все більші переваги для створення техніки, яка відповідає за своїм рівнем сучасним вимогам та очікуванням споживачів. Але, водночас наявність на ринку декількох виробників однієї продукції висуває підвищені вимоги щодо конкурентоздатності, ремонтпридатності, надійності та безпеки створюваної нової продукції. Не обійшли сучасні умови й процеси створення, введення в експлуатацію, саме експлуатацію, обслуговування та ремонту, а також утилізації рухомого складу. В статті проаналізовано існуючі дослідження в напрямку удосконалення та розвитку методів визначення вартості життєвого циклу залізничної техніки й методології утворення на її підставі економічно обґрунтованої ціни на нові моделі рухомого складу. Визначено можливості зниження вартості життєвого циклу залежно від виду рухомого складу на підставі аналізу приведених робіт та досліджень. Встановлено, що найбільш витратними стадіями життєвого циклу залізничного рухомого складу є його розробка, виробництво та експлуатація. Наведено шляхи удосконалення і процедуру виконання розробленої методики ціноутворення залізничної техніки з урахуванням результатів оцінки вартості життєвого циклу. Детально розглянуто стадії життєвого циклу, а саме – стадії розробки, виробництва, модернізації залізничного рухомого складу та його комплектуючих. Наведено основні економічні показники (критерії), що застосовані під час проведення оцінки вартості життєвого циклу. Встановлено фактори впливу залежно від виду рухомого складу на такий вагомий показник як лімітна ціна. Визначено переваги застосування методології ціноутворення на підставі оцінки вартості життєвого циклу.

Ключові слова: вартість життєвого циклу, рухомий склад, технічний рівень, стадії життєвого циклу – розробка, виробництво, експлуатація, лімітна ціна, сумарні витрати.

© Семко Ж. О., 2022

Ж. О. Семко

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько, 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-02-50, E-mail: shaganne@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0047-8509>

АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЙ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Развитие технического прогресса предоставляет все больше преимуществ для создания техники, которая соответствует по своему уровню современным требованиям и ожиданиям потребителей. Но, при этом наличие на рынке нескольких производителей одной и той же продукции выдвигает повышенные требования к конкурентоспособности, ремонтпригодности, надежности и безопасности создаваемой новой продукции. Не обошли современные условия и процессы создания, введения в эксплуатацию, самой эксплуатации, обслуживания и ремонта, а также утилизации подвижного состава. В статье проанализированы существующие исследования в направлении усовершенствования и развития методов определения стоимости жизненного цикла железнодорожной техники и методологии формирования на её основе экономически обоснованной цены на новые модели подвижного состава. Определены возможности снижения стоимости жизненного цикла в зависимости от вида подвижного состава на основе анализа приведенных работ и исследований. Установлено, что наиболее затратными стадиями жизненного цикла железнодорожного подвижного состава являются его разработка, производство и эксплуатация. Приведены пути усовершенствования и процедуру выполнения разработанной методики ценообразования железнодорожной техники, с учетом результатов оценки стоимости жизненного цикла. Детально рассмотрены стадии жизненного цикла, а именно – стадии разработки, производства, модернизации железнодорожного подвижного состава и его комплектующих. Приведены основные экономические показатели (критерии), применяемые при проведении оценки стоимости жизненного цикла. Установлены факторы влияния в зависимости от вида подвижного состава на такой значимый показатель, как лимитная цена. Определены преимущества применения методологии ценообразования на основе оценки стоимости жизненного цикла.

Ключевые слова: стоимость жизненного цикла, подвижной состав, технический уровень, стадии жизненного цикла – разработка, производство, эксплуатация, утилизация, лимитная цена, суммарные затраты.

Вступ

Якщо з досягненням найвищого технічного рівню будь-якої продукції – все зрозуміло, то підвищення конкурентоспроможності за сучасних умов жорсткої конкуренції досить важка справа. Та річ не у тому, що не має технічного потенціалу, він

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

– є. Річ у тому, що конкурентоспроможність стала опцією більш економічного характеру. В цьому контексті однією з проблем розвитку транспортного машинобудування є те, що загалом застосований принцип ціноутворення "витрати плюс" не стимулює виробників до підвищення технічного та технологічного рівня продукції, а навіть навпаки, виробники вимушені економити на вкладенні коштів у інновації. Не має сумнівів, що правильний, економічно обґрунтований підхід до створення цінової політики надасть виробнику значні переваги перед конкурентами.

Нажаль автору статті не вдалося знайти інформації щодо вартості залізничної техніки у період її становлення, як самостійного та на той час передового виду транспорту. Але за інформацією, що наведена у Енциклопедії машинобудування. Обладнання, матеріалознавство, механіка (інтернет ресурс: https://mash-xxl.info/page/1950761361972221621080_77120229005038038068172042/ [1]), технічні характеристики паровозів становили: швидкість руху – 70 км/год (серія СО17, рік побудови 1934) 80 км/год (серія ВЛ та Л, рік побудови 1952) та 85 км/год (серія ФД21, рік побудови 1941), потужність паровозу – від 2500 л.с. (≈ 1838 кВт) до 3200 л.с. (≈ 2353 кВт). Зовнішній вигляд паровозу серії Л зображено на рис. 1.



Рис. 1. Паровоз серії Л

Фахівці-дослідники паровозної тяги дотримуються думки, що наприклад, у разі виникнення таких несприятливих для людства умов, як глобальна паливна криза, велика техногенна або природна катастрофа, у паровозів виявляється немало переваг перед сучасним тяговим рухомих складом.

До цих переваг можна віднести такі властивості:

- простота конструкції.

Конструкція паровозу набагато простіша за будь-який інший аналогічний тяговий рухомий склад.

- простота обслуговування. Доглядати потрібно за будь-якою одиницею рухомого складу, але у цілому паровози менш проблемні в догляді, ніж їх сучасні аналоги.

- всеїдність. Паровози їздять на усьому, що горить: вугілля, дрова, солярка, сміття тощо.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Тобто виготовлення, експлуатація та обслуговування паровозів обійдеться споживачеві набагато дешевше. Але, справа у тому, що підвищений попит на споживання товарів, підвищує вимоги та перевізного процесу, насамперед до виконання великих обсягів перевезень. Таким чином, зростання товарообміну викликає підвищення вимог до перевізного процесу, а також до об'єктів, що цей процес забезпечують.

Отже, більш високий рівень вимог споживачів завдає напрямок розвитку для створення продукції з більш високим рівнем відповідності до цих вимог та забезпечення задоволеності споживачів. Останні в свою чергу становляться не тільки оцінювачами технічних характеристик продукції (їх високий рівень залишається без коментарів), але і відповідним своєрідним «барометром» пропонованої ціни.



Рис. 2. Маневровий тепловоз

Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми

Згідно з ДСТУ ГОСТ 31538 [2] встановлені типові процеси, які виконуються на стадіях життєвого циклу залізничного рухомого складу (далі – ЗРС), до яких увійшли:

- 1 стадія – Визначення вихідних вимог
 - маркетингові дослідження;
 - розробка замовником технічних вимог до ЗРС;
 - організація замовником конкурсу (тендеру) для оцінки конкурентоспроможності підрядників (постачальників) ЗРС;
- 2 стадія – Розробка залізничного рухомого складу:
 - розробка підрядником (постачальником) ЗРС технічного завдання (далі – ТЗ) на проведення дослідно-конструкторських робіт (далі – ДКР) зі створення ЗРС;
 - укладання договору на створення ЗРС;
 - ДКР на створення (модернізацію) нового ЗРС відповідно до затвердженого ТЗ;
- 3 стадія – Виробництво
 - постановлення ЗРС на виробництво
 - усталене промислове серійне виробництво ЗРС;
- 4 стадія – Експлуатація

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- використання ЗРС за призначенням на підприємствах замовника;
- технічне обслуговування (ТО) та поточний ремонт;
- середній ремонт, капітальний ремонт

5 стадія – Модернізація

5.1 Проведення модернізації ЗРС за ініціативою розробника чи виробника;

- розробка ТЗ на ДКР щодо модернізації ЗРС;
- розробка замовником ЗРС технічних вимог щодо модернізації;

5.2 Проведення модернізації ЗРС за ініціативою замовника

- розробка постачальником ТЗ на ДКР щодо модернізації постачальником ЗРС;

6 стадія – Утилізація

- списання ЗРС;
- утилізуванню складальних частин ЗРС;
- видалення відходів складальних частин ЗРС.

У роботі з аналізу експлуатаційних складових економіко-технологічних станів життєвого циклу пасажирських вагонів [3] наведено результати щодо проведеного дослідження та аналіз структури економіко-технологічних станів пасажирських вагонів за фактичними даними АТ «Укрзалізниця», що дозволило визначити найбільш вагомі елементи в структурі витрат з урахуванням особливостей технологічних станів експлуатаційного етапу життєвого циклу пасажирських вагонів. Дослідження у роботах [4- 11] присвячені удосконаленню методології визначення життєвого циклу та його вартості щодо тягового рухомого складу.

У результаті проведених досліджень [12] сформовано висновки, що використання представленої моделі дозволяє оцінити показники надійності на етапах життєвого циклу, оптимізувати міжремонтний термін і кількість ремонтів впродовж життєвого циклу певної моделі вантажного вагона, при цьому забезпечується урахування не тільки конструктивних особливостей, а також імовірностей безвідмовної роботи основних ресурсовизначальних елементів вузлів вагонів.

У роботі [13] досліджено, що у випадку переходу до системи технічного обслуговування та ремонту за технічним станом із застосуванням індикаторних засобів контролю граничних станів вузлів значення міжремонтного ресурсу для напіввагона моделі 12-7023 підвищується до 7,4 % порівняно з нормативно значеннями, встановленими у існуючій системі технічного обслуговування та ремонту.

У висновках роботи [14] зазначено, що на вартість першого етапу життєвого циклу (цикл створення та випробування) рухомого складу будуть впливати такі фактори, як кількість часу на проектування, розрахунок, випробування та оптимізацію конструкції; матеріальні витрати на виготовлення прототипів і стендів для випробувань, обладнання, інструментів; кількість випробувань і їх обсяг; витрати людино-годин. Тому використання даних систем для локомотиво- та вагонобудування, а особливо для модернізації рухомого складу дозволить значно знизити вартість першої стадії життєвого циклу.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 3. Рейковий автобус

Мета статті

Мета статті – проаналізувати існуючі методології ціноутворення залізничної техніки, в основу яких покладено критерій мінімальної вартості життєвого циклу.

Матеріали та методи дослідження

Найбільш вагомими за витратами стадіями життєвого циклу залізничного рухомого складу (на рис. 2–7 зображено зовнішній вигляд сучасних зразків рухомого складу) можна вважати другу – розробка залізничного рухомого складу, третю – виробництво та четверту – експлуатація, а також в деякій мірі п'яту – модернізація.

Але розподілення сумарних витрат за цими етапами для виробників ЗРС та для споживачів (підприємств, що є експлуатуючими організаціями), априорі не рівномірне, але і ті й другі прагнуть досягнення однієї мети – якомога скоротити ці витрати.

Таким чином, задача мінімізації сумарних витрат на реалізацію життєвого циклу ЗРС, налаштування схеми ціноутворення, а також підвищення надійності та безпеки експлуатованої техніки є загальною для її виробників та споживачів. Рішення цієї задачі має приносити користь й тим, й другим. Для залізничної промисловості мінімізація таких витрат підвищує конкурентоздатність продукції, отже, стимулює розширення ринку збуту та збільшення прибутку. Для споживачів продукції, при цьому, підвищується економічна ефективність її експлуатації.

Щоб створити умови, які стимулюють виробників щодо підвищення ефективності своєї продукції, необхідно змінити систему ціноутворення, та в якості основного напрямку розвитку створити методологію оцінки вартості життєвого циклу.

Спеціальною комісією з удосконалення методики ціноутворення на залізничну техніку було розроблено ряд документів, зокрема:

- «Принципи ціноутворення на залізничний рухомий склад та складні технічні системи залізничного транспорту на підставі оцінки вартості життєвого циклу, обов'язкові умови договорів на поставку та відповідальність виробників і споживачів залізничної техніки у разі такого ціноутворення» [15]. Цей документ призначений для визначення умов оцінки вартості життєвого циклу залізничного рухомого складу, економічного ефекту його використання, а також чіткого визначення прав та обов'язків виробника (споживача).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- «Методику розрахунку економічно обґрунтованих цін на нові моделі вантажних вагонів та комплектувальних до них на підставі вартості життєвого циклу» [16]. Ця методика призначена для введення та застосування єдиних методів та прийомів виконання розрахунку економічно обґрунтованої ціни на нові моделі вантажних вагонів та комплектувальних до них.

- «Методику розрахунку економічно обґрунтованих цін на нові моделі рухомого складу та складні технічні системи залізничного транспорту» [17]. Ця методика призначена для встановлення єдиних об'єктивних та прозорих правил ціноутворення на підставі не кошторисної собівартості, а економічного результату експлуатації даного рухомого складу з метою подолання конфлікту інтересів виробника та споживача рухомого складу.

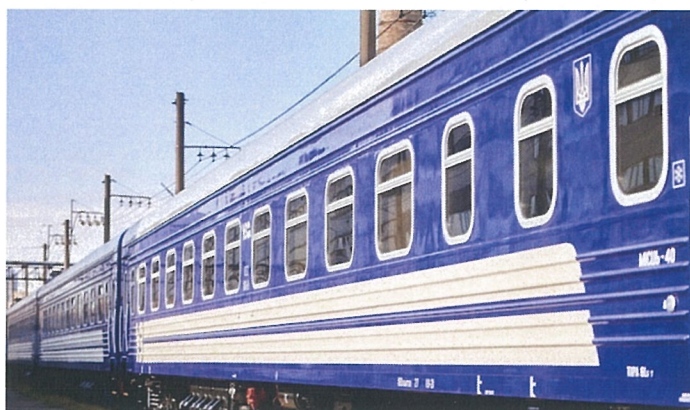


Рис. 4 – Пасажирський вагон

На даний час поняття «вартість життєвого циклу» (далі – ВЖЦ) технічного засобу визначається як сукупні витрати споживача на придбання та використання техніки за строк її служби.

ВЖЦ рухомого складу та складних технічних систем залізничного транспорту включає в себе витрати одноразового (інвестиції) і поточного характеру (експлуатаційні витрати) за строк служби (строк корисного використання). Крім того, ураховуються ліквідаційні витрати, пов'язані з виключенням об'єкту із експлуатації.

Задля того, щоб визначити з яких саме витрат складається «вартість життєвого циклу», необхідно більш детально розглянути обсяг робіт, що мають бути виконані під час певної стадії життєвого циклу.

Примітка. Для огляду відібрано другу, третю та четверту стадії.

Відповідно до ДСТУ ГОСТ 31538 [2] певна стадія життєвого циклу ЗРС має містити види робіт, що наведено нижче.

Стадія «Розробка» охоплює процеси виконання науково-дослідних робіт з пошуку шляхів і принципів раціонального створення нового (модернізованого) залізничного рухомого складу для формування ТЗ, детального прогнозування вартості життєвого циклу ЗРС, виконання ДКР з розробки створення дослідних зразків нового (модернізованого) ЗРС, проведення їх випробувань. Результатом робіт на стадії «Розробка» є дослідний зразок (або дослідна партія) ЗРС, затверджена конс-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

трукторська документація (зокрема експлуатаційні та ремонтні документи), яка, за вимогою замовника, може бути виконана в формі електронних документів.

Стадія «Виробництво» охоплює підготовчі процеси із забезпечення готовності підприємства до виробництва та випуску (постачання) в заданому обсязі нового (модернізованого) ЗРС у відповідності до технічних вимог, технічного завдання, вимог конструкторської документації; виробничі процеси його виготовлення на стадії усталеного виробництва, а також процес припинення виробництва (зняття з виробництва) ЗРС. Результатом робіт, проведених на стадії «Виробництво», є виготовлення нового (модернізованого) ЗРС.



Рис. 5. Вагон бункерного типу

Стадія «Експлуатація» охоплює процеси прийняття організацією (підрозділом), що експлуатує ЗРС, введення його в парк, що експлуатується, для безпосереднього використання за призначенням (зокрема й під час гарантійного строку); підтримання парку ЗРС у встановленому ступеню його готовності до використання шляхом проведення комплексу заходів (зокрема технічного обслуговування та ремонту), направлених на забезпечення та/або відновлення роботоздатності й справності ЗРС.

Результатом робіт на стадії «Експлуатація» є виконання одиницею ЗРС своїх функцій із забезпечення перевізного процесу у відповідності до заданих вимог.

Стадія «Модернізація» характеризується процесами, направленими на своєчасну заміну частини обладнання ЗРС на нове для покращення його споживчих властивостей. Під час модернізації можливе виконання робіт, які забезпечують подовження строку служби ЗРС. Модернізацію проводять з метою покращення техніко-економічних показників ЗРС. Результатом проведення робіт на стадії «Модернізація» є підвищення технічного рівня ЗРС та його складальних частин. Порядок проведення робіт з модернізації ЗРС, яку здійснює виробник або спеціалізоване ремонтне підприємство, має бути таким же, як і у разі розробки нового ЗРС відповідно до ДСТУ ГОСТ 15.902 [18].

Для споживача витрати перших трьох – чотирьох стадій опосередковано визначені в початковій вартості виробу (технічної системи) – ціні придбання.

Відповідно до [19] вартість життєвого циклу рухомого складу та складних технічних систем залізничного транспорту визначається підсумовуванням індивідуального відтоку грошових коштів (витрат) на кожному часовому етапі (крок розрахун-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ку) строку служби одиниці рухомого складу або технічної системи. Найбільш часто в якості кроку розрахунку застосовується період – один рік. Тому визначення витрат на експлуатацію за один рік є річними експлуатаційними витратами.

Річні експлуатаційні витрати – поточні витрати на експлуатацію рухомого складу та складних технічних систем залізничного транспорту, які розраховують відповідно до номенклатури доходів та витрат за видами діяльності організації, складаються із витрат на енергоресурси і витратні матеріали, утримання експлуатаційного персоналу, чистку та мийку рухомого складу, технічне обслуговування, поточні, капітальні непланові ремонти.

Витрати на енергоресурси – електроенергію або дизельне паливо – є основною складовою річних експлуатаційних витрат для тягового рухомого складу. Ці витрати включають до себе плату за використання енергоресурсів у поїзній та (або) поза поїзній роботі, а також для обігріву тягового рухомого складу у разі його «відстою», вентиляції локомотивного обладнання тощо. До витрат на експлуатацію відносять також витрати на екіпірувальні матеріали (мастило, рідини для системи охолодження, пісок, що використовується для підвищення зчеплення коліс з рейками тощо). До вартості витратних матеріалів в загальному випадку включають й витрати на їх підготовку до використання.

У складі річних експлуатаційних витрат на утримання експлуатаційного персоналу ураховують й витрати на оплату праці робітників локомотивних, вагонних депо, пунктів екіпіровки, а також робітників, зайнятих обслуговуванням приладів апаратури та споруд радіорелейного зв'язку, ліній електропередачі, засобів диспетчерської централізації тощо з урахуванням відрахувань на соціальні потреби.



Рис. 6. Вагон -цистерна

У складі доходів за період експлуатації залізничного транспортного засобу ураховуються доходи від власне експлуатації рухомого складу та його ліквідаційна вартість.

Продуктивність рухомого складу збільшується за рахунок оновлення парку, поліпшення його характеристик, зменшення витрат на виробництво й показниками.

Так, для збільшення продуктивності вантажних вагонів необхідно скорочувати простої, збільшувати швидкість руху вагонів та поліпшувати використання їх ван-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

тажопід'ємності. При цьому заходи щодо збільшення продуктивності вагонів мають відповідати економічній ефективності роботи транспорту.

Дисконтування грошових потоків здійснюється за допомогою введення в розрахунки коефіцієнту дисконтування α_t , який для постійної норми дисконту визначають за формулою:

$$\alpha = (1 + E)^{-t} = 1/(1 + E)^t \quad (1)$$

де t – шаг розрахункового періоду ($t = 0, 1, 2, \dots, T$);

T – горизонт розрахунку (тривалість життєвого циклу);

E – норма дисконту (ставка дисконтування).

У разі змінюваної по рокам норми дисконту, коефіцієнт дисконтування визначають за формулою:

$$\alpha_t = 1/\prod_{k=1}^t (1 + E_k), \alpha_0 = 1 \quad (2)$$

де E_k – норма дисконту за k -тий рік;

α_0 – коефіцієнт дисконтування за крок розрахункового періоду $t = 0$.

Для рухомого складу та складних технічних систем залізничного транспорту річні експлуатаційні витрати на ремонт включають у себе, зокрема, витрати:

- на поточний ремонт та обслуговування, включаючи витрати з оплати праці з нарахуваннями відповідно до законодавства України;
- маневрову роботу на станціях;
- екіпіровку локомотивів та пасажирських вагонів;
- утримання технічних засобів господарствами залізниць;
- капітальний та неплановий ремонт рухомого складу та складних технічних систем залізничного транспорту.

До складу одноразових витрат входять вартість одиниці рухомого складу або складної технічної системи залізничного транспорту (ціна придбання) і супутні капітальні вкладення (інвестиції), які необхідно здійснювати під час введення їх в експлуатацію.

Ліквідаційну вартість рухомого складу або складних технічних систем залізничного транспорту визначають на кінцевому етапі їх використання. В неї входять витрати на вивід із експлуатації та утилізування: засобів, отриманих від вторинного використання запасних частин й металобрухту; витрати, пов'язані з демонтажем обладнання, не підлягаючих ремонту змінних частині деталей; витрати на транспортування; інші витрати.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 7. Швидкісний двосистемний

Для визначення вартості життєвого циклу ЗРС важливу роль відіграє лімітна ціна.

Лімітна ціна нового (модернізованого) технічного засобу – гранично допустима ціна, розрахована на основі змінювання його споживчих властивостей, поліпшення якості, техніко-економічних, соціальних та екологічних параметрів в порівнянні з аналогом з урахуванням визначеного споживачем корисного ефекту за строк служби техніки (життєвого циклу).

Лімітну ціну визначають на стадії проектування технічного засобу в цілях оцінки економічної доцільності розробки нової продукції із заданими техніко-економічними параметрами, обмеження росту витрат на її виробництво і забезпечення відносного здешевлення на одиницю кінцевого корисного результату (ефекту).

В процесі встановлення лімітних (граничних) цін вибирають базовий технічний засіб, з яким порівнюють нову (модернізовану) техніку. За базову приймають, аналогічний за функціональним призначенням, ліпший вітчизняний або зарубіжний зразок ЗРС.

Потім визначають техніко-економічні параметри нового (модернізованого) технічного засобу і порівнюють їх з відповідними параметрами базового.

На підставі конструктивних параметрів й експлуатаційних показників визначають:

- середньорічну продуктивність;
- річні експлуатаційні витрати у разі використання базового та нового (модернізованого) технічного засобу;
- корисний ефект від використання в експлуатації нової (модернізованої) техніки;
- граничну (лімітну) ціна нового (модернізованого) технічного засобу.

Лімітну ціну в загальному виді визначають за формулою:

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

$$C_{нов.лім.} = C_{аналог} + EE \times K_{EE} = C_{аналог} + K_{EE} \times \sum_{t=1}^T [(\Delta D_t - \Delta B_t) / (1 + \alpha)^t] \quad (3)$$

де $C_{нов.лім.}$ – лімітна ціна нової одиниці рухомого складу;

$C_{аналог.}$ – ціна одиниці серійного аналогу;

EE – економічний ефект від використання нової моделі одиниці рухомого складу у порівнюванні з серійним аналогом

K_{EE} – коефіцієнт розподілу економічного ефекту між виробником та споживачем (визначають за договірною основою)

ΔD_t – різниця у доходах від використання нової моделі одиниці рухомого складу замість аналога в період t ;

ΔB_t – різниця у витратах у разі використання нової моделі одиниці рухомого складу замість аналога в період t ;

α – коефіцієнт дисконтування;

T – нормативний строк служби.

Шаг періоду розрахунку t (рік, квартал, місяць) вибирають за узгодженням сторін.

Лімітна ціна пасажирського вагона залежить від таких основних техніко-економічних показників:

- кількість пасажирських місць;
- маса тари (з екіпіровкою без пасажирів);
- строк служби;
- поточна вартість;
- річний пробіг вагона;
- періодичність ремонту.

Лімітна ціна локомотива залежить від таких основних техніко-економічних показників:

- потужність та сила тяги;
- конструкційна швидкість;
- питома витрата паливно-енергетичних ресурсів;
- тривалість та структура ремонтного циклу;
- вартість кожного виду ремонту та обслуговування;
- строк службиз урахуванням морального зносу.

Детальний перелік техніко-економічних параметрів, необхідних для розрахунку лімітної ціни, визначають за видом продукції, її призначенням та сферою застосування.

Аналіз лімітної ціни доцільно виконувати у відношенні до тих параметрів, які можуть довільно змінюватися в процесі експлуатації, а також параметрів, які визначено за експертними оцінками.

Використання розрахунку ВЖЦ на практиці

На підставі інформації «Інституту проблем природних монополій» щодо результатів проведених розрахунків ВЖЦ для різних видів рухомого складу, можна зробити деякі узагальнення відносно ряду факторів, які ураховують під час аналізу та розрахунків.

Цілі оцінки СЖЦ:

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- оптимізація витрат (поточних та одноразових) за строк служби рухомого складу та складних технічних систем залізничного транспорту;
- оцінка витрат на використання техніки з урахуванням строку служби;
- вибір найбільш ефективного варіанту придбання та використання рухомого складу.

Під час розрахунку лімітної ціни використововуваного та нового пасажирських вагонів слід враховувати наступні фактори:

- техніко-економічні характеристики типів вагонів, що розглядаються, (проектowanego і такого, що серійно випускається), а саме кількість пасажирських місць; компоновка; вартість, періодичність та тривалість ремонтів);
- ціни на білети на вибрані напрямки у заданий (базовий) період;
- структура парка пасажирських вагонів у заданий момент часу;
- витрати на поточне обслуговування діючого типу вагона;
- вартість поточних та капітальних ремонтів вагонів у депо та на заводі.

Під час розгляду цін на білети враховують індексацію тарифів на перевезення пасажирів у заданий період. На підставі цін на білети та з урахуванням розмірів та строків використання поправочних коефіцієнтів розраховують середньорічні ціни на білети у вибраних напрямках.

Під час розгляду структури парка рухомого складу визначають групи типів вагонів (м'який, купейний, ресторан) та їх кількісний склад за проміжок часу, що розглядається.

Під час визначення витрат на поточні, капітальні, деповські або заводські ремонти приймають тільки прямі виробничі витрати. Так як тип рухомого складу, що знаходиться в обслуговуванні, на розмір загальноновиробничих і загальногосподарських витрат не впливає, ці витрати у звіті не враховують.

Крім того, під час розрахунку витрат на всі види ремонтів нових вагонів використовують поправочний коефіцієнт, що відображує збільшення (або зменшення) кількості пасажирських місць у вагоні, що вказує на зменшення (збільшення) об'єму витрат на одно пасажиромісце в нових вагонах у відношенні до діючих.

За проведенням аналізом показників умов експлуатації вагона, можна з'ясувати, які із розглянутих факторів вносять найбільший вклад у формування лімітної ціни.

Під час розрахунку лімітної ціни використововуваного та нового пасажирського локомотива (тепловоза або електровоза) слід враховувати наступні фактори:

- продуктивність нового локомотива;
- витрати на паливо або електроенергію;
- ремонтні витрати.

Продуктивність найбільш точно відображає якість використання локомотива за потужністю та часом. Чим нижче продуктивність, тим більше одиниць техніки змушений держати в депо споживач й тим більше він понесе витрат на утримання, експлуатацію та ремонт.

При підрахунку витрат на електроенергію слід враховувати наявність на передбаченому маршруті і експлуатації дільниць з змінним струмом та дільниць з постійним струмом, а також технологічні особливості (можливість роботи на дільниці з постійним струмом, змінним струмом, на обох дільницях) використововуваного та нового локомотивів.

При розрахунку лімітної ціни використововуваного та нового вантажного локомотива (тепловоза або електровоза) слід враховувати наступні фактори:

- коефіцієнт потужності локомотива;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- ціну палива або електроенергії та мастила;
- ремонтні витрати.

Зміна коефіцієнту потужності означає зміну ваги одного вантажного поїзда, переміщеного даним локомотивом на даній дільниці. Зміна ваги поїзда, в свою чергу, безпосередньо впливає на кількість пар поїздів в сутки, необхідних для перевезення того ж об'єму вантажів, та, таким чином, на потрібний парк локомотивів, а зміна потрібного парку локомотивів впливає на всі інші параметри: й на експлуатаційні, й на ремонтні витрати.

Верхню та нижню границі вартості дизельного палива й мастила розраховують заколиваннями реальних цін на ці матеріали за даний проміжок часу. Безпосередньо для розрахунку лімітної ціни застосовують значення ціни, найбільш близьке до поточного рівня цін в даному проміжку. Верхню та нижню границі вартості використовують у подальшому для аналізу чутливості верхньої границі лімітної ціни й економічного ефекту до ціни на дизельне паливо та мастило.

Під час розрахунку лімітної ціни використовуваного та нового вантажного вагона слід ураховувати наступні фактори:

- вантажопід'ємність;
- вартість деповських ремонтів;
- міжремонтний пробіг;
- дохідна ставка;
- коефіцієнт використання вантажопід'ємності.

Вантажопідйомність – максимально допустиме конструкцією навантаження вагона. Чим вона більше, тим більше продуктивність, тобто кількість перевезених вантажів за одиницю часу без створення загрози для руху поїздів.

Величина міжремонтного пробігу безпосередньо впливає на час простою вагона. Чим воно менше, тим вище економічна ефективність вагона.

Під час розгляду коефіцієнту використання вантажопідйомності слід ураховувати загальну завантаженість маршруту, на якому планується використовувати новий вантажний вагон. Якщо вказаний коефіцієнт росте, то використання нового вагона буде економічно обґрунтовано.

Таким чином, можна стверджувати, що підхід до кожного виду рухомого складу суто індивідуальний та потребує індивідуальних розрахунків. При цьому для збору та обробки даних буде доцільним створення:

- системи інтегрованого логістичного підтримування, яка представляє собою сукупність технологій управління, організаційних, технічних і програмних рішень, яка забезпечує скорочення затрат на експлуатацію, технічне обслуговування та ремонт залізничного рухомого складу у разі дотримання заданих вимог стосовно його готовності до використання за призначенням,

- інтегрованого інформаційного середовища, яке буде охоплювати сукупність розподілених баз даних різних автоматизованих систем, які містять відомості про залізничний рухомий склад від початку його проектування до утилізації, яка забезпечує коректність, актуальність, збереженість та доступність даних суб'єктам виробничо-господарської діяльності, що приймають участь у здійсненні заходів щодо оцінки життєвого циклу залізничного рухомого складу.

Висновки

1 Метою розробки та впровадження методики розрахунку ВЖЦ є заміна використовуваного в даний час принципу розрахунку «витрати плюс» та, як наслідок, ро-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

зширення впровадження інноваційної продукції, підвищення ефективності її експлуатації споживачем.

2 На практиці впровадження цієї методики може супроводжуватись значними труднощами, які викликані рядом причин:

- проблеми адекватного моделювання економічних умов експлуатації різноманітних видів рухомого складу. На економіку експлуатації різних видів рухомого складу впливає безліч економічних та адміністративних факторів, деякі з котрих погано піддаються прогнозуванню;
- недостатнє опрацювання правової основи впровадження методики з оцінки ВЖЦ. Не опрацьовані положення, які мають бути закріплені в договорах на придбання рухомого складу, не визначені механізми виконання договірних умов;
- недостатня зрозумілість корисного ефекту для виробників та споживачів від переходу на дану методику.

3 Слід відмітити, що аналізуючи отримані результати, виробник може визначити для себе головні напрямки розвитку своєї продукції. Наприклад, у випадку розрахунку вантажних вагонів цими напрямками можуть бути: збільшення вантажопід'ємності нового вагона до меж, визначених інфраструктурою, та збільшення міжремонтного пробігу.

Споживач, в свою чергу, може оцінити, на які технічні характеристики нової техніки потрібно звернути увагу під час придбання інноваційного рухомого складу з урахуванням існуючих умов експлуатації парка, та які експлуатаційні показники своєї роботи необхідно поліпшити, щоб отримати максимальний прибуток.

У тому випадку, якщо при формуванні договірної ціни, вона перевищує базову, розрахунок лімітної ціни дозволяє більш точно визначити величину отриманого від перевищення ефекту і провести необхідне коректування.

Оцінку ВЖЦ рухомого складу та складних технічних систем залізничного транспорту можна здійснювати на певній та/або на усіх стадіях життєвого циклу. Як правило, аналіз ВЖЦ виконують на етапі придбання – порівняння з аналогом, а також в експлуатації – моніторинг економічних показників, ціллю якого є підтвердження початкових оцінок ВЖЦ рухомого складу.

4 Модель вартості життєвого циклу призначена для складення різноманітних звітів у різних цілях. За її допомогою можна розрахувати ВЖЦ як усього існуючого обладнання та/або системи механізмів, так й його/їх окремих частин. Крім того, методика розрахунку ВЖЦ дає аналітичний інструментарій для дослідження процесу формування ціни на принципово новий рухомий склад.

5 Також є нагальна потреба для збору та обробки статистичних даних щодо показників життєвого циклу рухомого складу у створенні як індивідуальної (у організаціях та підприємствах) так і загальної системи інтегрованого логістичного підтримування та інтегрованого інформаційного середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Енциклопедія машинобудування. Обладнання, матеріалознавство, механіка (URL: https://mash-xxl.info/page/1950761361972221621080_77120229005038038068172042/), с. 237-238 (дата звернення 08.11.2022)

2. ДСТУ ГОСТ 31538:2016 (ГОСТ 31538-2012, IDT) Цикл життєвий залізничного рухомого складу. Загальні вимоги [Чинний від 2016-10-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 13 с. (Національні стандарти України).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

3. Калабухін Ю.Є, Мартинов І.Е, Труфанова А.В. Аналіз експлуатаційних складових економіко-технологічних станів життєвого циклу пасажирських вагонів. Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад». 2022. Вип. 24, с. 125-139
4. Методи оцінки життєвого циклу подвижного состава железных дорог: монографія / Э. Д. Тартаковский, С. Г. Грищенко, Ю. Е. Калабухин, А. П. Фалендыш. – Л.: Ноулидж, 2011. – 174 с.
5. Зоріна О. І., Калабухін Ю. Є., Кошелева Н.М. Методологія визначення вартості життєвого циклу в контексті оцінки інноваційно-інвестиційних проектів тягового рухомого складу залізниць України: монографія / за ред. к.е.н., доц. Ілляшенко Н.С. – Суми: Територія, 2018. – С. 395-404.
6. Калабухін Ю. Є. Теоретичні положення визначення вартості життєвого циклу тягового рухомого складу. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2008. Вип. 24. С. 221-225.
7. Калабухін Ю. Є., Тартаковський Е. Д. Теоретичні положення оновлення тягового рухомого складу з урахуванням життєвого циклу. Зб. наукових праць УкрДАЗТ. Х.: УкрДАЗТ. 2009. Вип. 111. С. 106-120.
8. Калабухін Ю.Є. Концепція життєвого циклу в теоретичному підході вибору варіанту інвестицій в оновлення парка тягового рухомого складу. Вісник економіки транспорту і промисловості. Харків: УкрДАЗТ. 2018. Вип. 62. С. 241-248.
9. Рудковський О. В. Обґрунтування вибору варіанту оновлення локомотивів з урахуванням життєвого циклу. Зб. наук. праць. Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип. 166. С. 172-179.
10. Рудковський О. В. Теоретичні положення оцінки життєвого циклу модернізації тепловоза. Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2015. №2. С. 130-135.
11. Ткаченко В. В. Теоретичні положення забезпечення інвестиційного розвитку локомотивного господарства на основі вартості життєвого циклу. Вісник економіки транспорту і промисловості. Харків: УкрДАЗТ, 2014. Вип. 46. С. 329-334.
12. Мямлін С. В., Скалозуб В. В., Мурадян Л. А. Обґрунтування застосування байєсівської моделі для розрахунків показників надійності вантажного вагона на етапах життєвого циклу. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2019. Вип. 184, секція Міцність та надійність вагонів, с. 18
13. Шапошник В.Ю. Міжремонтний ресурс вантажних вагонів. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2019. Вип. 184, секція Міцність та надійність вагонів, С. 23-24
14. Фалендиш А. П., Гатченко В. О. Скорочення вартості життєвого циклу рухомого складу за рахунок використання автоматизованих систем. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2019. Вип. 184, Секція системи автоматизації та автоматичного керування експлуатацією, ремонтом та технічним обслуговуванням рухомого складу, С. 57-58
15. «Методика розрахунку економічно обґрунтованих цін на вантажні вагони та комплектувальні до них на підставі оцінки вартості життєвого циклу». – М.: «Інститут проблем природних монополій», 2011 р.
16. «Методика визначення вартості життєвого циклу та лімітної ціни рухомого складу та складних технічних систем залізничного транспорту». – М.: «Інститут проблем природних монополій», 2007 р.
17. «Методика розрахунку економічно обґрунтованих цін на нові моделі рухомого складу та складних технічних систем залізничного транспорту». – М.: «Інститут проблем природних монополій», 2009 р.
18. ДСТУ ГОСТ 15.902:2017 (ГОСТ 15.902-2014, IDT) Система розроблення та постановлення продукції на виробництво. Залізничний рухомий склад. Порядок розроблення та постановлення на виробництво. [Чинний від 2017-07-11]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 36 с. (Національні стандарти України)
19. Кострикин К., Скок І. «Стоимость жизненного цикла железнодорожного подвижного состава», Журнал «Экономика железных дорог», М. 2012 р.

Zh.O. Semko

State Enterprise «Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute»

33 I. Prykhodka St., Kremenchuk, 39621, Ukraine

Tel.: +380 536(6) 60250, E-mail: :shaganne@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0047-8509>

ANALYSIS OF RAILWAY EQUIPMENT PRICING METHODOLOGY BASED ON LIFE CYCLE COST ASSESSMENT

Advances in technical progress provide more and more advantages for the development of equipment that meets the level of current requirements and consumer expectations. But, at the same time, the presence of several manufacturers of the same product on the market places increased demands on the competitiveness, maintainability, reliability and safety of the new products being created. Modern conditions and processes of development, commissioning, namely operation, maintenance and repair, as well as disposal of rolling stock have not been bypassed. The article analyzes the existing research related to improvement and development of methods for determining the life cycle cost of railway equipment and the methodology of an economically justified price formation for new models of rolling stock on its basis. The possibilities of reducing the cost of the life cycle depending on the type of rolling stock are determined based on the analysis of the cited works and studies. It was established that the most costly stages of the life cycle of railway rolling stock are its development, production and operation. Ways of improvement and the procedure for implementing the developed pricing methodology for railway equipment are given, taking into account the results of the life cycle cost assessment. The stages of the life cycle are considered in detail, namely, the stages of development, production, modernization of railway rolling stock and its components. The main economic indicators (criteria) that are applicable during the life cycle cost assessment are given. Factors of influence depending on the type of rolling stock on such a weighty indicator as the limit price have been established. The advantages of using the pricing methodology based on the life cycle cost assessment have been determined.

Key words: life cycle cost, rolling stock, technical level, life cycle stages – development, production, operation, limit price, total costs.

REFERENCES

- 1 Entsyklopediya mashynobuduvannya. Obladnannya, materialoznavstvo, mekhanika [Encyclopedia of mechanical engineering. Equipment, materials science, mechanics] (URL: https://mash-xxl.info/page/1950761361972221621080_77120229005038038068172042/), pp. 237-238 (date of application 2022.11.08) [in Russian]
- 2 Tsykl zhyttievyy zhaliznychnoho rukhomoho skladu. Zhahalni vymohy [Live-cycle of railway rolling stock. General requirement] (2016). *DSTU GOST 31538:2016 (GOST 31538-2012, IDT)* from the 1-st of October 2016. Kyiv: DP «UkrNDNTS» Ukraine [in Russian]
- 3 Kalabukhin, Yu. E., Martynov, I.E., & Ttufanova, A.V.(2022). Analiz ekspluatatsiinykh skladovykh ekonomiko-tehnolohichnykh staniv zhyttievoho tsykladu pasazhyrskykh vahoniv [Analysis of the operational components of the economic and technological states of the life cycle of passenger cars]. *Zbirnyk naukovykh prats «Reikovy rukhomiy sklad» - Collection of scientific works "Railbound Rolling Stock*, 24, 125-139 [in Ukrainian].
- 4 Tartakovskiy, E.D., Grishchenko, S.G., Kalabukhin, Yu. E., & Falendysh, A. P. (2011). *Metody otsenki zhiznennogo tsykla podvizhnogo sostava zheleznykh dorog*[Methods for assessing the life cycle of rolling stock of railways]. Luhansk: Noulydzh [in Russian].
- 5 Kalabukhin, Yu. E., Zorina, O. I., & Kameneva, N. M. (2018) *Metodolohiia vyznachennia vartosti zhyttievoho tsykladu v konteksti otsinky innovatsiino-investytsiinykh proektiv tiahovoho rukhomoho skladu zaliznyy Ukrainy* [Methodology for determining the value of the life cycle in the context of evaluation of innovation and investment projects of traction rolling stock of the railways of Ukraine]. Sumy: Tritoriia. [in Ukrainian].
- 6 Kalabukhin, Yu. E. (2008) Teoretychni polozhennia vyznachennia vartosti zhyttievoho tsykladu

tiahovoho rukhomoho skladu [Theoretical provisions for determining the value of the life cycle of traction rolling stock]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana – Bulletin of the Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan*, 24, 221-225 [in Ukrainian].

7 Kalabukhin, Yu. E., & Tartakovskiy, E. D. (2009) Teoretychni polozhennia onovlennia tiahovoho rukhomoho skladu z urakhuvanniam zhyttievoho tsykladu [Theoretical provisions for updating the traction rolling stock taking into account the life cycle]. *Zbirnyk naukovykh prats Ukrayinskoyi derzhavnoyi akademiyi zaliznychnoho transportu – Collection of scientific work of the Ukrainian State Academy of Railway Transport*, 111, 106-120 [in Ukrainian].

8 Kalabukhin, Yu. E. (2018) Kontsepsiya zhyttievoho tsykladu v teoretychnomu pidkhodi vyboruvariantuinvestytsiy v onovlenniyaparkatyahovohorukhomohoskladu [The concept of life cycle in the theoretical approach to choosing an investment option in the renewal of the fleet of traction rolling stock]. *Visnykekonomikytransportu i promyslovosti– Bulletin of transport economics and industry*, 62, 241-248 [in Ukrainian].

9 Rudkovsky, O. V. (2016) Obgruntuvannia vyboru variant onovlennia lokomotyviv z urakhuvanniam zhyttievoho tsykladu [Rationale for choosing the option of updating locomotives taking into account the life cycle]. *Zbirnyk naukovykh prats Ukrayinskoho Derzhavnoho Universytetu Zaliznychnoho Transportu – Collection of scientific papers of Ukrainian State University of Railway Transport*, 166, 172-179 [in Ukrainian].

10 Rudkovsky, O.V (2015) Teoretychni polozhennia otsinky zhyttievoho tsykladu modernizatsii teplovoza [Theoretical provisions for assessing the life cycle of locomotive modernization]. *Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnologichnoho universytetu – Bulletin of Cherkasy State Technological University*, 2, 130-135 [in Ukrainian].

11 Tkachenko, V.V. (2014) Teoretychni polozhennia zabezpechennia investytsiinoho rozvytku lokomotyvnoho hospodarstva na osnovi vartosti zhyttievoho tsykladu [Theoretical provisions for investment development of the locomotive economy based on the cost of life cycle]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti – Bulletin of transport economics and industry*, 46, 329-334 [in Ukrainian].

12 Myamlin, S. V., Skalozub, V. V., & Muradian, L.A. (2019) Obgruntuvannia zastosuvannya baiiesivskoi modeli dlia rozrakhunkiv pokaznykiv nadiinosrti vantazhnoho vahona na etapakh zhyttievoho tsykladu [The rationale for the application of the bayesian model for calculating the reliability indicators of a freight car at the stages of its life cycle] *Zbirnyk naukovykh prats Ukrayinskoho Derzhavnoho Universytetu Zaliznychnoho Transportu – Collection of scientific papers of Ukrainian State University of Railway Transport*, 184, 18 [in Ukrainian]

13 Shaposhnyk, V. Yu. (2019) Mizhremontnyi resurs vantazhnykh vahoniv [The inter-repair resource of freight cars] *Zbirnyk naukovykh prats Ukrayin'koho Derzhavnoho Universytetu Zaliznychnoho Transportu – Collection of scientific papers of Ukrainian State University of Railway Transport*, 184, 23-24 [in Ukrainian].

14 Falendish, A. P., & Gatchenko, V. O. (2019). Skorochennia vartosti zhyttievoho tsykladu rukhomoho skladu za rakhunok vykorystannia avtomatyzovanykh system [Reduction of the value of the life cycle of the mobile composition on the calculation of the use of automated systems] *Zbirnyk naukovykh prats Ukrayinskoho Derzhavnoho Universytetu Zaliznychnoho Transportu – Collection of scientific papers of Ukrainian State University of Railway Transport*, 184, 57-58 [in Ukrainian]

15 *Metodyka rozrakhunku ekonomichno obgruntovanykh tsin na vantazhni vahony ta komplektu valnidonykh na pidstavi otsinky vartosti zhyttievoho tsykladu [Methodology for calculating economically justified prices for freight cars and components on the basis of life cycle cost assessment]*. (2011). Moscow: «Instytut problem pryrodnykh monopolii» [in Russian].

16 *Metodyka vyznachennia vartosti zhyttievoho tsykladu ta limitnoi tsiny rukhomoho skladu ta skladnykh tekhnichnykh system zaliznychnoho transportu» [Methodology for determining the cost of the life cycle and the limit price of rolling stock and complex technical systems of railway transport]*. (2007). Moscow: «Instytut problem pryrodnykh monopolii» [in Russian].

17 *Metodyka rozrakhunku ekonomichno obgruntovanykh tsin na novi modeli rukhomoho skladu ta skladnykh tekhnichnykh system zaliznychnoho transportu [Methodology for calculating economically justified prices for new models of rolling stock and complex technical systems of railway transport]* (2009). Moscow: Instytut problem pryrodnykh monopolii [in Russian].

18 Systema rozroblennia ta postanovlennia produkty na vyrobnytstvo. Zaliznychnyi rukhomiy sklad. Poriadok rozroblennia ta postanovlennia na vyrobnytstvo [System of development and launching into manufacture. Railway rolling stock. Procedure of development and launching into manufacture] *DSTU GOST 15.902:2017 (GOST 15.902-2014, IDT) from the 11-th of July 2017*. Kyiv: DP «UkrNDNTS» Ukraine [in Russian].

19 Kostrikin, K., & Skok I. (2012). Stoimost zhiznennogo tsikla zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava» [Life cycle cost of railway rolling stock]. *Ekonomika zheleznykh dorog – Economics of railways*. M. [in Russian].