

УДК 629.4.027

*Дацун Юрій Миколайович, к.т.н., доцент  
(доцент кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу, Український державний університет залізничного транспорту)*  
*Саркісян Карен Мікаелович  
(аспірант кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу, Український державний університет залізничного транспорту)*  
*Мірошниченко Олександр Володимирович  
(магістрант кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу, Український державний університет залізничного транспорту)*  
*Ісаєв Дмитро Сергійович  
(магістрант кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу, Український державний університет залізничного транспорту)*

### **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА НА ПРОЦЕСИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ**

*Проведено аналіз технологічного процесу визначення параметрів вузлів рухомого складу. Виявлено всі типи помилок, що можуть бути допущені людиною-оператором.*

*Визначено що помилки на початку технологічного процесу характеризуються вагою, що в два рази менше ваги помилок в кінці технологічного процесу. Це вказує на першочергову необхідність автоматизації операцій реєстрації результатів контролю та прийняття рішень про технічний стан вузлів.*

***Ключові слова:** помилка людини, рухомий склад, визначення параметрів, технологічний процес, дерево відмов.*

**Вступ.** Безпека руху на залізничному транспорті є ключовим принципом його роботи. Технічний стан рухомого складу здійснює суттєвий вплив на показники безпеки руху залізниць. Для підтримання технічного стану і підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу застосовують систему його технічного обслуговування і ремонту (ТОіР). Вона включає в себе сукупність виробничих площ, технічних засобів, документації та персоналу з ТОіР рухомого складу. Недостатнє фінансування ремонтної складової рухомого складу залізниць на протязі багатьох років призвело до ситуації коли більшість основного технологічного обладнання та інструменту ремонтних виробництв морально та фізично застаріла. Крім того функціональність існуючої системи ТОіР базується на застарілих принципах і підходах, коли отримання ключової інформації про технічний стан вузлів та прийняття рішень про придатність їх до експлуатації здійснюються персоналом. Отже людський фактор ремонтної складової є одним із основних, що впливають на технічний стан рухомого складу. Дослідження людського фактору з метою визначення пріоритетних напрямків його усунення дозволить в подальшому підвищити технічний стан рухомого складу та безпеку руху на залізниці.

**DOI:10.32703/2617-9040-2020-36-2**

**Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми.** Переважна частина технічних систем стають взаємопов'язаними тільки завдяки наявності такої ланки, як людина. За даними наукових досліджень, від 20 до 80% промислових та системних відмов прямо чи опосередковано пов'язані з помилками людини, а 10-15% всіх відмов безпосередньо пов'язані з ними [1-4].

Причиною значної частини відмов та технологічних порушень на залізничному транспорті є помилкові дії персоналу або так званий людський фактор [5, 6].

Відмови рухомого складу залізниць, викликані впливом персоналу відносять до двох групи: експлуатаційної та виробничої (під час ТОіР).

Суттєвий вплив на безпеку руху залізниці здійснює саме експлуатаційний персонал. Оцінці та підвищенню його функціональної надійності присвячено ряд досліджень [7-9].

Вплив виробничого персоналу має менш виражений характер на показники безпеки руху оскільки між здійсненою помилкою під час ТОіР та відмовою локомотива в шляху прямування може існувати певний часовий період. Це можливо є причиною меншого обсягу досліджень в цьому напрямі. Існуючі дослідження базуються на експертних методах оцінки ступеня впливу людського фактора [6, 10], чи розглядають загальний вплив на виробничий процес в цілому [11, 12].

Такі дослідження не дозволяють оцінити вплив окремих технологічних процесів. Для розробки конкретних заходів щодо усунення впливу людського фактора на окремі технологічні процеси доцільне проведення додаткових досліджень.

**Мета і завдання дослідження.** Метою даної роботи є аналіз впливу людського фактору на процеси визначення параметрів вузлів рухомого складу під час технічного обслуговування із застосуванням методів структурно-логічного аналізу надійності систем.

Для досягнення сформульованої мети необхідно вирішити такі завдання:

дослідження технологічного процесу визначення параметрів вузлів рухомого складу з метою встановлення видів ймовірних помилок людини під час виконання кожної операції;

визначення графологічної структури причинних взаємозв'язків помилок людини шляхом побудови дерева відмов. Формалізація дерева відмов шляхом отримання функції працездатності системи;

визначення ступеня впливу кожного виду помилки людини на кінцеву подію.

**Матеріали та методи дослідження.** Стратегія ТОіР рухомого складу залізниць України передбачає проведення технічних обслуговувань, поточних та капітальних ремонтів. Вони включають в себе технологічні процеси з ревізії, заміни або відновлення окремих складальних одиниць, а також випробування і регулювання. Дослідження [13] показують, що контрольні операції мають найбільший ступінь впливу на стан вузла після ремонту.

Для проведення аналізу, був обраний технологічний процес визначення параметрів бандажів колісних пар рухомого складу під час технічного обслуговування. Оскільки колісні пари з одного боку є вузлами, що напряму впливають на безпеку руху, а з іншого – схильні до різкої зміни технічного стану внаслідок зношувань та пошкоджень в експлуатації [14].

Визначення параметрів бандажів колісних пар тягового рухомого складу залізниць України проводять згідно вимог відповідної нормативної документації [15].

Технологічний процес передбачає використання ручного вимірювального інструмента «Гребневимірювач ГУ-1» та ручну реєстрацію результатів. Такий підхід природно може призводити до спотворення результатів. Якщо техніка по замірам представити як людину-оператора, то в його діяльності можна виділити наступні види помилок, пов'язаних з роботою психічних механізмів:

сприйняття (не зміг розрізнити, не впізнав);

уваги (не зміг сконцентруватись, швидко втомився);

пам'яті (забув, не встиг запам'ятати, не зміг утримати в пам'яті);

мислення (не зрозумів, не розібрався) [16, 17].

Аналіз технологічного процесу визначення параметрів бандажів колісних пар дозволив оцінити всі операції за видом ймовірних помилок людини (табл. 1).

*Таблиця 1. Встановлення ймовірних видів помилок людини під час визначення параметрів бандажів колісних пар*

Назва технологічної операції	Зміст технологічної операції	Вид ймовірної помилки людини
Підготовка ГУ та місця контролю	Звільняють усі затискні гвинти, відводять вимірювальні рамки та піднімають лінійку. Місце для установки ГУ на внутрішній стороні бандажа очищають від бруду.	- сприйняття - уваги
Встановлення ГУ, фіксація вимірювальних органів	ГУ встановлюють в радіальній площині колеса. Зрушуючи лінійку по вертикалі вниз до зіткнення її торця з вершиною гребеня і зміщуючи рамку по горизонталі ліворуч до упору виступу лінійки з поверхнею гребеня, фіксують положення лінійки і рамки гвинтами. Потім переміщують рамку по горизонтальній штанзі ліворуч до упору кінця вимірювальної ніжки у поверхню гребеня колеса і фіксують рамку гвинтом.	- сприйняття - уваги
Зчитування показань ГУ	Знявши ГУ із колеса, зчитують показання	- сприйняття - уваги
Реєстрація результатів у відповідну облікову форму	Результати у відповідну облікову форму заносяться вручну	- сприйняття - уваги - пам'яті
Прийняття рішення про технічний стан	Проводиться порівняння даних, що занесені до облікової форми із нормативними вимогами.	- уваги - пам'яті - мислення

Отже під час визначення параметрів бандажів колісних пар техніком із застосуванням контактного вимірювального інструменту, людина може допускати всі види помилок психічного характеру.

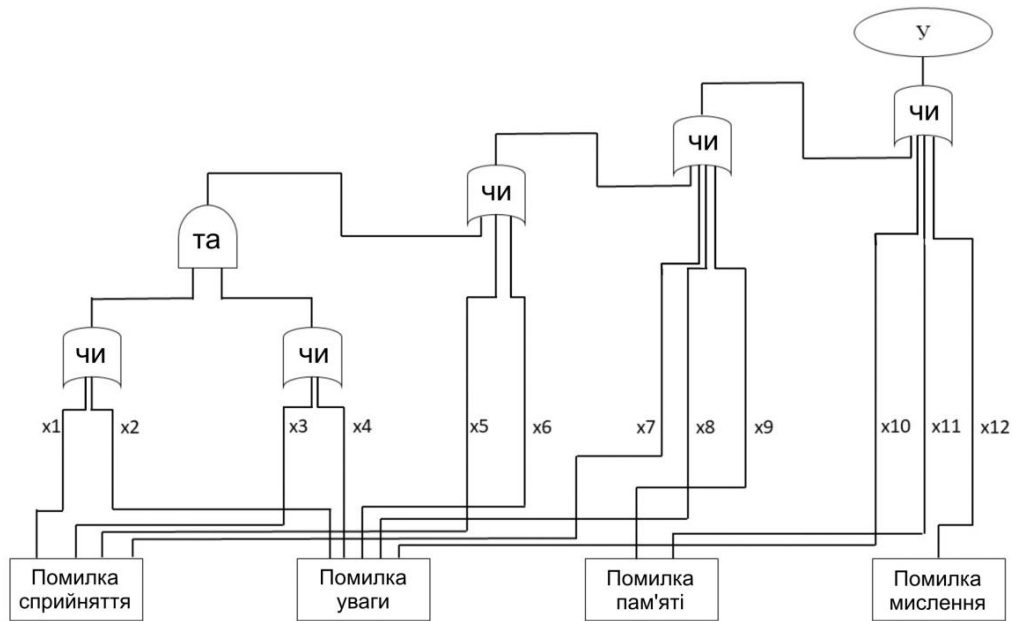
Результатом допущеної помилки є визначення справної колісної пари як несправної та навпаки. І якщо у першому випадку наслідком буде затримання видачі локомотива, то у другому – збільшення ймовірності пошкодження колісної пари в експлуатації з подальшими негативними наслідками.

Для формування організаційно-технічних заходів зниження впливу людського фактору на технологічний процес, необхідно провести кількісний аналіз із визначенням величини впливу кожного виду помилок.

Помилки людини можуть виникати протягом всього технологічного процесу, мають ймовірнісний характер та причинно-наслідкові зв'язки з результируючою подією. Для символічного представлення існуючих умов, що призводять до певної результируючої події, в ряді відповідальних галузей використовують метод «Дерева відмов» [18, 19]. Воно являє собою багаторівневу графологічну структуру причинних взаємозв'язків, отриманих в результаті простеження небезпечних ситуацій в зворотному порядку.

Якщо подію визначення несправної колісної пари як справної представити в якості результируючої  $V$ , а помилки людини під час визначення параметрів бандажу – базисними подіями, то дерево відмов матиме вигляд (рис. 1).

Кількісний аналіз дерева відмов проводять за умов відомих інтенсивностей чи ймовірностей виникнення базисних подій. Ймовірність виникнення помилок під час визначення параметрів вузлів рухомого складу людиною залежить від великої кількості суб'єктивних та випадкових факторів. Тому представлення ймовірнісних характеристик помилок людини в будь-якому випадку також носитиме суб'єктивний характер.



*Рис. 1. Дерево відмов технологічного процесу визначення параметрів бандажів колісних пар*

В [20] аналізуються методи визначення величини впливу окремих елементів на систему, та зазначається що більшість з них також побудована на оцінці ймовірностей вихідних подій. У випадку відсутності кількісних характеристик подій, що розглядаються як елементи системи, їх вплив на надійність всієї системи визначається із застосуванням поняття «вага» елемента в структурі [21].

Під час формалізації дерева відмов, зв'язок між базисними та результуючою подіями можна описати за допомогою функції працездатності системи (ФПС) в матричній формі

$$y(x_1, \dots, x_{12}) = \left| \begin{array}{c|c} x_{12} & \\ \hline x_{11} & \\ x_{10} & \\ x_9 & \\ x_8 & \\ x_7 & \\ x_6 & \\ x_5 & \\ x_4 & \begin{array}{c} x_2 \\ x_1 \end{array} \\ \hline x_3 & \begin{array}{c} x_2 \\ x_1 \end{array} \end{array} \right| \quad (1)$$

Приведення функції (1) до диз'юнктивно-нормальної форми (ДНФ), дає можливість проаналізувати всі можливі перетини дерева відмов:

$$y(x_1, \dots, x_{12}) = x_{12} \vee x_{11} \vee x_{10} \vee x_9 \vee x_8 \vee x_7 \vee x_6 \vee x_5 \vee x_4 x_2 \vee \vee x_4 x_1 \vee x_3 x_2 \vee x_3 x_1 \quad (2)$$

Як видно з (2), у шести випадках з восьми, навіть одна допущена помилка може призводити до негативної результуючої події.

Під час застосування логіко-ймовірнісного аналізу надійності систем, ДНФ використовують для переходу функцій алгебри логіки до імовірнісних функцій. У разі відсутності статистичних даних по ймовірностям базисних подій, вплив елемента на стан системи можна оцінювати за його вагою [13], що відповідає показнику структурної значимості елемента системи та згідно з [22] визначається як:

$$g_{x_i} = \frac{k_1^{(i)} - l_0^{(i)}}{2^{m-1}}, \quad (3)$$

де (і)  $k_1$  – число кон'юнкцій, що містять  $x_i$  в функції, записаній в досконалій диз'юнктивно-нормальній формі (ДДНФ);

$l_0^{(i)}$  – число кон'юнкцій, що містять заперечення  $\bar{x}_i$  в тій же функції;

$m$  – загальне число елементів в системі.

Функція (2) перетворена до досконалої ДНФ має вигляд (фрагмент):

$$y(x) = \overline{x_{12} x_{11} x_{10} x_9 x_8 x_7 x_6 x_5 x_4 x_3 x_2 x_1} + \overline{x_{12} x_{11} x_{10} x_9 x_8 x_7 x_6 x_5 x_4 x_3 x_2 x_1} + \overline{x_{12} x_{11} x_{10} x_9 x_8 x_7 x_6 x_5 x_4 x_3 x_2 x_1} + \dots + \overline{x_{12} x_{11} x_{10} x_9 x_8 x_7 x_6 x_5 x_4 x_3 x_2 x_1} \quad (4)$$

Обчислення структурної значимості кожного елемента за (3, 4), показало, що помилки на початку технологічного процесу  $x_1 - x_4$  характеризуються вагою 0,05, що в два рази менше ваги помилок  $x_5 - x_{12}$  – (0,1). Об'єднання отриманих значень за типами помилок показало прямо пропорційну залежність між кількістю ймовірних помилок в технологічному процесі та їх сумарною вагомістю (табл. 2).

**Таблиця 2. Показники впливу різних типів помилок людини на технологічний процес визначення параметрів бандажів колісних пар**

Тип помилки людини	Позначення	Вагомість	Питома вагомість	Нормована питома вагомість
Помилки сприйняття	$x_1, x_3, x_5, x_7$	0,3	0,075	0,21
Помилки уваги	$x_2, x_4, x_6, x_8, x_{10}$	0,4	0,08	0,22
Помилки пам'яті	$x_9, x_{11}$	0,2	0,1	0,28
Помилки мислення	$x_{12}$	0,1	0,1	0,28

Однак той факт, що помилки пам'яті та мислення можуть виникати тільки під час кінцевих операцій технологічного процесу, їх питома вагомість є дещо більшою інших типів помилок.

Значить під час вирішення питань удосконалення технології контролю, цим операціям слід приділяти першочергову увагу. Адекватність отриманих результатів підтверджується існуючими технічними засобами контролю, що автоматизують саме ці операції [23, 24].

**Висновки.** 1. Аналіз технологічного процесу визначення параметрів вузлів рухомого складу (на прикладі бандажів колісних пар) дозволив визначити, що його здійснення людиною із застосуванням контактного вимірювального інструменту та ручної реєстрації результатів може призводити до появи всіх видів помилок психічного характеру. Причому помилки людини можуть виникати на протязі всього технологічного процесу.

2. Застосуванням методів структурно-логічного аналізу дозволило отримати всі можливі перетини побудованого дерева відмов. У шести випадках з восьми перетинів, навіть одна допущена помилка може призводити до негативної результуючої події.

3. Обчислення структурної значимості кожної можливої помилки показало, що помилки, допущені на початку технологічного процесу  $x_1 - x_4$  характеризуються вагою 0,05, що в два рази менше ваги помилок в кінці технологічного процесу  $x_5 - x_{12} - (0,1)$ . Об'єднання отриманих значень за типами помилок показало прямопропорційну залежність між кількістю ймовірних помилок в технологічному процесі та їх сумарною вагомістю.

4. Дещо більша питома вагомість помилок пам'яті та мислення вказують на першочергову необхідність автоматизації операцій реєстрації результатів контролю та прийняття рішень про технічний стан.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Senders J. W., Moray N. P. Human error: Cause, prediction, and reduction. CRC Press, 2020. 168 p.
2. Dhillon B. S. Transportation Systems Reliability and Safety. CRC Press, 2016. 236 p.
3. Wiegmann D. A., Shappell S. A. A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system. Routledge, 2017. 184 p.
4. Proctor R. W., Van Zandt T. Human factors in simple and complex systems. CRC press, 2018. 676 p.
5. Сидоренко Г. Г., Никифорова О. А. Людський чинник як основа безпеки руху залізничного транспорту: аналітичний огляд. *Транспортні системи та технології перевезень*. 2013. №6. С. 86–89.
6. Dadashi N., Scott A., Wilson J. R., Mills A. Rail Human Factors: Supporting reliability, safety and cost reduction. CRC Press, 2013. 762 p.
7. Tartakovskiy E., Gorobchenko A., Antonovych A. Improving the process of driving a locomotive through the use of decision support systems. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2016. № 5 (3). С. 4-11.
8. Brusentsov V., Brusentsov O., Vorozhbiiian M., Puzyr V. Research of the correlation between individual characteristics and functional reliability level indicators of railway operators. *Construction, materials science, mechanical engineering*. 2018. № 105. P. 111–117.
9. Flammini F. Railway safety, reliability, and security: Technologies and systems engineering: Technologies and systems engineering. IGI Global, 2012. 487 p.
10. Galar, D., Stenström, C., Parida, A., Kumar, R., Berges, L. Human factor in maintenance performance measurement. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. IEEE. 2011. P. 1569–1576.
11. Shaposhnyuk V. Y. Human factor influence on performing technical maintenance and repair of freight cars. *Наука та прогрес транспорту. Вісник ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна*. 2018. №. 6. С. 165–175.
12. Virovac D., Domitrović A., Bazijanac E. The influence of human factor in aircraft maintenance. *Promet-Traffic&Transportation*. 2017. Т. 29. №. 3. P. 257–266.
13. Datsun, Y. M. "Determination of the degree of influence of repair processes on serviceability of units of the traction rolling stock. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Т. 1. №. 7. P. 56–61.
14. Дацин Ю. М., Філатов А. І. Дослідження відмов колісних пар тепловозів в експлуатації із застосуванням FMEA-методології. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. 2014. №. 147. С. 87–91.
15. Інструкція з формування, ремонту й утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм (Нова редакція). ВНД 32.0.07.001.2001. Міністерство транспорту України. Київ: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2011. 170 с.
16. Сергеев С.Ф. Инженерная психология и эргономика: исполнительные системы и деятельность человека-оператора. *Образовательные технологии*. № 1/2012. С. 28–38
17. Dhillon B. S. Human reliability: with human factors. Elsevier, 2013. 260 p.
18. Ruijters E., Stoelinga M. Fault tree analysis: A survey of the state-of-the-art in modeling, analysis and tools. *Computer science review*. 2015. Т. 15. P. 29–62.
19. Kabir S. An overview of fault tree analysis and its application in model based dependability analysis. *Expert Systems with Applications*. 2017. Т. 77. P. 114-135.



20. Рябинин, И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: Политехника, 2012. 248 с.
21. Ryabinin I. A. Logical probabilistic analysis and its history. *International Journal of Risk Assessment and Management*. 2015. Т. 18. № 3-4. P. 256-265.
22. Rafols I., Meyer M. Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience. *Scientometrics*. 2010. Т. 82. № 2. P. 263-287.
23. Демченко В. О. Аналіз використання різних методів контролю поверхні кочення коліс рухомого складу. *Наукові праці SWorld*. 2015. Т. 1. № 2. С. 42-47.
24. Саркісян К.М. Устенко О.В. Аналіз методів та експертна оцінка оперативного контролю технічного стану колісних пар рухомого складу. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2017. № 173. С. 107 – 114.

### REFERENCES

1. Senders J. W., Moray N. P. (2020) Human error: Cause, prediction, and reduction. *CRC Press*, 168. (in English).
2. Dhillon B. S. (2016) Transportation Systems Reliability and Safety. *CRC Press*, 2016. 236. (in English).
3. Wiegmann, D. A., Shappell, S. A. (2017). A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system. *Routledge*, 184. (in English).
4. Proctor, R. W., Van Zandt, T. (2018). Human factors in simple and complex systems. *CRC press*, 676. (in English).
5. Sydorenko, H. H. Nykyforova O.A. (2013) Liudskiy chynnyk yak osnova bezpeky rukhu zaliznychnoho transportu: analitychnyi ohliad [The human factor as a basis for traffic safety of railway transport: analytical survey]. *Transportni systemy ta tekhnolohii perevezhen*. 87-91. (in Ukrainian).
6. Dadashi, N., Scott, A., Wilson, J. R., & Mills, A. (Eds.). (2013). Rail Human Factors: Supporting reliability, safety and cost reduction. *CRC Press*. 762. (in English).
7. Tartakovskiy E., Gorobchenko A., Antonovych A. (2016) Improving the process of driving a locomotive through the use of decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 5 (3). 4-11. (in English).
8. Brusentsov V., Brusentsov O., Vorozhbiian M., Puzyr V. (2018) Research of the correlation between individual characteristics and functional reliability level indicators of railway operators. *Construction, materials science, mechanical engineering*. 105. 111-117. (in English).
9. Flammini, F. (Ed.). (2012). Railway safety, reliability, and security: Technologies and systems engineering: Technologies and systems engineering. *IGI Global*. 487. (in English).
10. Galar, D., Stenström, C., Parida, A., Kumar, R., Berges, L. (2011) Human factor in maintenance performance measurement. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. 1569-1576. (in English).
11. Shaposhnyk V. Y. (2018) Human factor influence on performing technical maintenance and repair of freight cars. *Nauka ta prohres transportu. Visnyk DNUZT im. akad. V. Lazariana*. 6. 165-175. (in English).
12. Virovac D., Domitrović A., Bazijanac E. (2017) The influence of human factor in aircraft maintenance. *Promet-Traffic&Transportation*. 29. 3. 257-266. (in English).
13. Datsun, Y. M. (2016). Determination of the degree of influence of repair processes on serviceability of units of the traction rolling stock. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 1(7). 56-61. (in English).
14. Datsun Y. M., Filatov A. I. (2014) Doslidzhennia vidmov kolisnykh par teplovoziv v ekspluatatsii iz zastosuvanniam FMEA-metodolohii [Investigation of failures of wheel pairs of locomotives in operation using FMEA-methodology]. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDAZT*. 2014. 147. 87-91. (in Ukrainian).
15. VND 32.0.07.001-2001. Instruksiiia z formuvannia, remontu ta utrymannia kolisnykh par tiahovoho rukhomoho skladu zaliznyts Ukrainy kolii 1520 mm. Nova redakcija [Instruction for formation, repair and examination of wheel couples of traction rolling stock of the railroads of Ukraine of a track of 1520 mm. New release]. *Kiev*. 2011. (in Ukrainian).
16. Sergeev S.F. (2012) Inzhenernaya psikhologiya i ergonomika: ispolnitelnye sistemy i deyatelnost cheloveka-operatora [Engineering psychology and ergonomics: executive systems and human operator activity]. *Obrazovatelnye tekhnologii*. 1. 28-38. (in Russian).
17. Dhillon, B. S. (2013). Human reliability: with human factors. *Elsevier*. 260. (in English).
18. Ruijters E., Stoelinga M. (2015) Fault tree analysis: A survey of the state-of-the-art in modeling, analysis and tools. *Computer science review*. 15. 29-62. (in English).
19. Kabir S. (2017) An overview of fault tree analysis and its application in model based dependability analysis. *Expert Systems with Applications*. 77. 114-135. (in English).
20. Ryabinin, I. A. (2012) Nadezhnost i bezopasnost strukturno-slozhnykh system [Reliability and safety of structurally complex systems]. *SPb.: Politekhnik*, 2000. 248. (in Russian).
21. Ryabinin, I. A. (2015). Logical probabilistic analysis and its history. *International Journal of Risk Assessment and Management*. 18(3-4), 256-265. (in English).
22. Rafols, I., Meyer, M. (2010). Diversity and network coherence as indicators of interdisciplinarity: case studies in bionanoscience. *Scientometrics*. 82(2). 263-287. (in English).
23. Demchenko V. O. (2015) Analiz vykorystannia riznykh metodiv kontroliu pverkhni kochennia kolis rukhomoho skladu [Analysis of the use of different methods of surface control of rolling stock wheels.]. *Naukovi pratsi SWorld*. 1. 2. 42-47. (in Ukrainian).

24. Sarkisian K.M. Ustenko O.V. (2017) Analiz metodiv ta ekspertna otsinka operatyvnoho kontroliu tekhnichnoho stanu kolisnykh par rukhomoho skladu [Analysis of methods and expert evaluation of operational control of the technical state of charged parts of mobile composition]. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDUZT*. 173. 107 – 114. (in Ukrainian).

*Дацун Юрий Николаевич, к.т.н., доцент*

*(доцент кафедри експлуатації і ремонту подвижного состава, Українська державна академія залізничного транспорту)*

*Саркісян Карен Мікаелович*

*(аспірант кафедри експлуатації і ремонту подвижного состава, Українська державна академія залізничного транспорту)*

*Мирошніченко Александр Владимирович*

*(магістрант кафедри експлуатації і ремонту подвижного состава, Українська державна академія залізничного транспорту)*

*Ісаєв Дмитрий Сергеевич*

*(магістрант кафедри експлуатації і ремонту подвижного состава, Українська державна академія залізничного транспорту)*

### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ПРОЦЕСС ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УЗЛОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ**

*Проведен анализ технологического процесса определения параметров узлов подвижного состава. Выявлены все типы ошибок, которые могут быть допущены человеком-оператором.*

*Определено, что ошибки в начале технологического процесса характеризуются весом, в два раза меньше веса ошибок в конце технологического процесса. Это указывает на первоочередную необходимость автоматизации операций регистрации результатов контроля и принятия решений о техническом состоянии узлов.*

*Ключевые слова:* ошибка человека, подвижной состав, определение параметров, технологический процесс, дерево отказов.

*Yurii Datsun, Ph.D.,*

*(Associate Professor of the Maintenance and Repair of Rolling Stock Department, Ukrainian State Academy of Railway Transport)*

*Karen Sarkisian*

*(Postgraduate student of the Maintenance and Repair of Rolling Stock Department, Ukrainian State Academy of Railway Transport)*

*Olexander Miroshnichenko*

*(Master student of the Maintenance and Repair of Rolling Stock Department, Ukrainian State Academy of Railway Transport)*

*Dmytro Isaev*

*(Master student of Maintenance and Repair of Rolling Stock Department, Ukrainian State Academy of Railway Transport)*

### **ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR ON THE PROCESS OF DETERMINING THE PARAMETERS OF ROLLING STOCK UNITS DURING TECHNICAL MAINTENANCE**

*The analysis of the technological process of determining the parameters of rolling stock units (using the example of wheel set bandages) has been carried out in the article. It has been determined that its implementation by a person using a contact measuring instrument and manual recording of the results can lead to the appearance of errors in perception, attention, memory and thinking. These human errors can occur throughout the entire technological process.*



*The use of methods of structural and logical analysis made it possible to obtain all possible cuts of the constructed fault tree. In six cases out of eight cuts, even one mistake made can lead to a negative resulting event.*

*Due to the lack of statistical data on the probabilities of errors, their influence was assessed by weight, which corresponds to the indicator of the structural significance of an element in the constructed structural system.*

*Calculation of the structural significance of each possible error has shown that errors at the beginning of the technological process are characterized by a weight that is half the weight of errors at the end of the technological process. The somewhat greater specific significance of errors in memory and thinking indicates the primary need to automate the operations of registering control results and making decisions about the technical condition.*

**Keywords:** *human error, rolling stock, determination of parameters, technological process, fault tree.*