DOI:10.32703/2617-9040-2022-39-3

УДК 629.4.083.:629.463

Дмитро Волошин[1*], Людмила Волошина[2]

[1]Доцент, Кафедра інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4735-5207

[2]Асистент, Кафедра інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2039-111X

[*]**Автор відповідальний за листування:** dmivol777@gmail.com

УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ РИЗИКАМИ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ ВАГОНОРЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

На поточний момент актуальною науково-технічною задачею на залізничному транспорті України є модернізація вагоноремонтного комплексу. Лінійні підприємства з ремонту вагонів характеризуються недостатнім темпом розвитку у часі. Це виражається у значному фізичному та моральному зносі основних фондів підприємств, великими матеріальними втратами в процесі ремонту вагонів, підвищеною собівартістю ремонту, низькою механізацією та автоматизацією основних та допоміжних процесів виробництва та ін. Маючи на увазі, що залізничний транспорт є критичною за значенням складовою транспортного комплексу України, створення прогресивних виробничих систем на основі принципів виробничої логістики вважається необхідним кроком для подальшого розвитку галузі.

У представленій статті проведено аналіз сучасного стану вагоноремонтних підприємств. Зроблено висновок про необхідність аналізу ризику у виробничих процесах з огляду на складні умови функціонування. Наведено приклад алгоритму реалізації системи управління ризиками та її основних складових. Проведено аналіз основних методів впливу на ризик у виробничій системі. Запропоновано практичні рішення по отриманню кількісних показників оцінювання ризику у виробничих процесах ремонту вагонів за допомогою Марковського аналізування. В цілому система управління ризиками дозволить значно знизити матеріальні втрати при ремонті вагонів.

Ключові слова: *вагоноремонтні підприємства, виробнича логістика, система управління ризиками, стан виробничої системи.*

Вступ. Вагоноремонтні підприємства України функціонують в складних техніко-економічних умовах. На поточний момент у залізничній галузі мають місце несприятливі фактори для розвитку вагоноремонтної бази. Окрім відомих наслідків відсутності реальної програми модернізації залізничного транспорту за роки існування України – критичний моральний та фізичний знос парку рухомого складу, застарілі виробничі фонди, зниження професійного рівня штату виконавців в технологічних системах підприємств, на перше місце вийшли проблеми ресурсних обмежень на всіх етапах експлуатації вагонів.

Дієвим механізмом нівелювання негативного впливу економічних коливань може бути використання модернізованих виробничих систем, які формуються на основі логістичних принципів з одночасним створенням логістичних систем як локального рівня (окремі вагоноремонтні підприємства), так і загальних, у межах всієї залізничної інфраструктури.

Розвиток логістичних систем в різних державах, у неоднорідних промислових секторах показує їх ефективність в порівнянні з традиційними системами організації виробництва.

Досвід застосування методів та підходів виробничої логістики дає змогу стверджувати, що модернізація виробництва потребує не лише начальних умов сприяння новому напрямку управління виробництвом. Виникає необхідність постійного моніторингу у часі всіх процесів виробничої системи з метою контролю виробничих втрат та удосконаленню елементів виробництва, що забезпечить необхідний розвиток підприємства. Ключовим елементом забезпечення вказаного контролю може бути система управління виробничими ризиками на підприємстві.

Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми. За останні роки питання оцінювання ризиків в складних техніко-економічних системах викликають підвищену зацікавленість з боку наукової спільноти. В першу чергу це пов'язано з погіршенням економічних умов функціонування промислових підприємств та необхідності забезпечення їх динамічної стійкості у часі.

Так, загальні підходи до аналізу ризиків в промислових системах розглядаються в [1]. Основні принципи та настанови до управління ризиків в умовах підприємств та організацій з урахуванням впливу ризикових ситуацій на якість продукції у [2-4]. Впливи виникнення ризиків на економічний стан підприємств у [5-12]. У [13, 14, 17, 18] проведено взаємозв'язок між прийняттям рішень в процедурах управління інженерними системами та критичністю їх відмов.

Проблема забезпечення стійкості ієрархічних систем з огляду на існуючі невизначеності при аналізі ризику наведено у [15]. Питання використання ймовірнісного оцінювання ризиків в елементах критичних інфраструктур розглянуто в [16]. Аналіз ризиків інженерних систем з використанням методу Тагучі для забезпечення максимальної якості готової продукції наведено у [19]. Практичні приклади оцінювання ризиків розглянуто в [20]. Питання використання показників важливості у розроблених моделях оцінювання ризиків розглянуто в [21].

Особливості забезпечення необхідного рівня надійності підприємств залізничної галузі в складних умовах функціонування розглянуто в [22-23].

Мета і завдання дослідження. Метою статті є розробка практичних заходів щодо створення на вагоноремонтному підприємстві системи управління ризиками з точки зору виконання виробничих завдань при мінімальних витратах та максимальній якості готової продукції. Для досягнення вище зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Розглянути особливості створення системи управління ризиками на основі існуючих підходів.
2. Розробити практичні рекомендації з отримання показників кількісного оцінювання ризиків у виробничій системі.

Матеріали та методи дослідження. Вагоноремонтні підприємства (ВРП) України функціонують в складних економічних умовах. На сучасний момент процеси управління, матеріально-технічного постачання та підтримання технологічної бази характеризуються нестабільністю та невизначеністю [23]. Ситуація, що склалася, потребує розробки та впровадження дієвих механізмів впливу на виробничі системи з метою зниження незапланованих виробничих втрат та нівелювання негативних факторів.

Виробнича діяльність в умовах ринкових відносин характеризується постійним ризиком отримання негативного результату. На практиці це можливо навести у вигляді сукупності ймовірнісних наслідків обраних управлінських рішень. Система з оцінювання і аналізу ризиків у виробничій системі може бути використана при ремонті вагонів для забезпечення необхідного рівня якості готової продукції при мінімальних витратах всіх видів ресурсів (рис. 1).

Ризик – це добуток імовірності заподіяння шкоди та величини цієї шкоди у кількісному вимірі. Ризики, які виникають в процесі виробничої діяльності мають вплив як на саме підприємство, так і на замовника продукції. Управління ризиками – це процес ідентифікації та аналізу ризиків з подальншим прийняттям рішень щодо корегувальних та попереджувальних дій по мінімізації ризикових подій, зниження ймовірності виникнення несприятливого результату з негативними наслідками та матеріальними втратами.

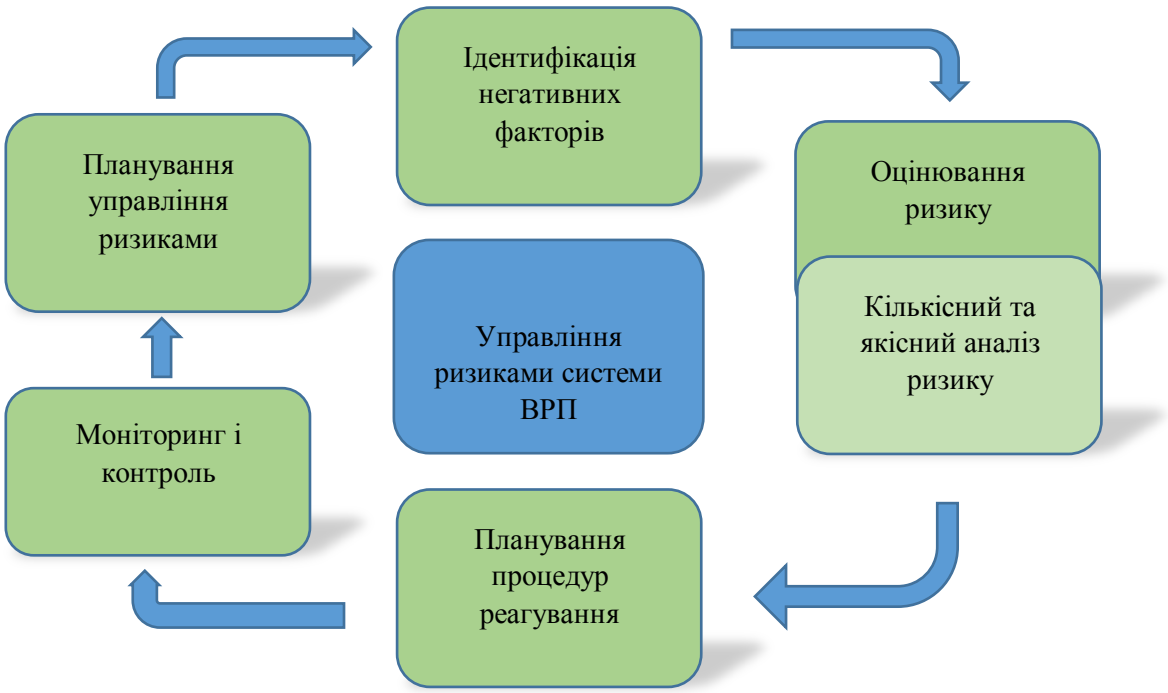

Рис. 1. **Приклад системи управління ризиками в умовах ВРП**

За останні роки процедури управління різними соціально-економічними системами в складних умовах функціонування створили окрему галузь управління – ризик-менеджмент. Ризик-менеджмент – це сукупність усіх видів робіт, пов'язаних із плануванням, реалізацією, контролем та покращенням діяльності з управління ризиком. Процедури управління ризиками та підходи, засновані на їх оцінці, можуть використовуватися для виконання різних завдань. Тому, насамперед, має бути визначена загальна мета та задачі проведення такого аналізу.

Система управління ризиками для забезпечення якості на вагоноремонтному підприємстві використовується такими підрозділами:

відділом контролю якості (ВТК) для оцінювання якості матеріалів та запасних частин, контролю якості проміжних технологічних етапів, а також відремонтованої продукції при випуску та у процесі збереження;

відділом матеріально-технічного постачання при виборі та оцінюванні постачальників матеріальних ресурсів;

технічним відділом при проєктуванні технологічних процесів, розробці норм витрат матеріалів в процесі виробництва, для оптимізації технологічних процесів;

відділом управління якістю при складанні щорічних оглядів по якості, при розробці програм навчання, аудиті технологічного обладнання.

Для управління ризиками можна використовувати класичну модель, яка містить такі етапи:

ініціювання процесу управління ризиками;

загальне оцінювання ризиків (ідентифікація, оцінка і аналіз ризику);

контроль ризиків (зниження рівня ризику або повне їх усунення);

інформування про ризики (всередині підприємства);

аналіз отриманих результатів (моніторинг).

Згідно аналізу більшості джерел з оцінювання ризику в умовах різних соціально-економічних систем можна вказати такі методи впливу на ризик у виробничій системі:

1. Зниження ризику – даний метод полягає в розробці і впровадженні заходів для зниження імовірності виникнення і подальшого впливу наслідків ризику до прийнятного рівня (капітальний ремонт технологічного обладнання ВРП, впровадження систем оптимізації виробничих процесів – 5S, TPM, VSM та ін.).

2. Передача ризику – метод полягає в переадресації наслідків реалізації ризикової ситуації третій стороні (наприклад, страхування елементів виробничої системи).

3. Відхилення від ризику – усунення схильності до ризику шляхом впровадження заходів по запобіганню майбутніх небажаних подій (наприклад, технічне переоснащення цехів та дільниць).

4. Прийняття ризику – в даному випадку відбувається збереження ризику на існуючому рівні при його постійному моніторингу і розробці плану дії на випадок реалізації ризикової ситуації.

Всі види ризиків у виробничі системі та випадки їх прояву з урахуванням результатів оцінки їх імовірності і наслідків, а також вибору засобів контролю фіксуються в реєстрі ризиків (табл. 1).

Таблиця 1. **Приклад реєстру ризиків для ВРП**

№ поз.	Найменування позиції реєстру	Зміст позиції реєстру
1	Аналіз ризику	Опис можливих обставин виникнення ризику
2	Вид ризику	Вид ризику відповідно до прийнятого на ВРП класифікатора ризиків
3	Локалізація ризику	Структурний підрозділ, у межах діяльності якого виявлений ризик
4	Оцінювання ризику	Величина імовірності події і аналіз впливу різних наслідків (в одиницях у залежності від використовуваних методів оцінки)
5	Попередній досвід наслідків від ризику	Попередні відмови у виробничій системі і досвід реагування на наслідки
6	Відношення до ризику	Обраний метод управління ризиком (передача, зниження або прийняття)
7	Дії по зниженню і контролю ризику	Обраний контрольний механізм і дія (ремонт обладнання, впровадження додаткових методів контролю та ін.)
8	Терміни заходів	Встановлені терміни проведення заходів по мінімізації негативних наслідків
9	Відповідальний	Відповідальні за реалізацію дій по контролю і зниженню ризику у системі

Майбутній стан виробничої системи прямо залежить від її поточного стану з огляду на надійність складових виробничого процесу. Маючи на увазі, що функціонування системи контролю ризиків у загальному вигляді повинно забезпечити стійкість процесів ремонту вагонів [22], можна використовувати Марковське аналізування [4]. Даний метод дозволяє визначати готовність виробничої системи до проведення технологічних операцій з урахуванням достатнього рівня матеріальних складових (запасних частин, технологічних ресурсів та ін.).

Виробнича система у випадковий момент часу може бути в одному з трьох можливих станів:

- стан повної працездатності (готовності) – в системі достатній рівень необхідних ресурсів, працездатний стан технологічного обладнання та оснащення та ін.;
- стан часткової працездатності (зниження ефективності) – в системі відсутні некритичні ресурси, які можуть вплинути на загальний час проведення технологічних операцій, має місце зниження ефективності експлуатації обладнання в результаті пошкоджень та ін.;

➢ стан відмови – неможливість виконання виробничого завдання внаслідок відсутності критичних за значенням ресурсів, аварійна відмова технологічного обладнання та ін.

Концепція станів дає можливість отримати стохастичну матрицю імовірності переходу з одного стану в інший з отриманням кількісних показників ризику. Як вихідні дані можна використовувати інтенсивність відмов – λ, частоту ремонту – μ (для безперервних подій) або ймовірність зміни станів у виробничому процесі.

На першому етапі будується граф станів системи. Якщо кількість станів дорівнює 3, то графічно система матиме вигляд:

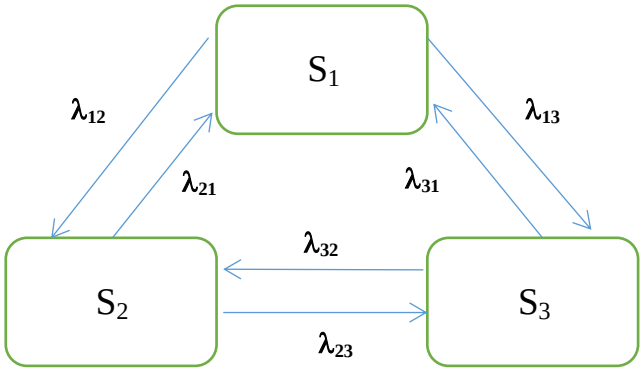

Рис. 2. **Приклад графу станів системи**

Якщо P_i – імовірність перебування виробничої системи в стані і (i = 1, 2, 3), то можна записати систему диференціальних рівнянь Колмогорова, яка буде мати такий вигляд:

$$\begin{cases} P_1' = \lambda_{21}P_2 + \lambda_{31}P_3 - (\lambda_{12} + \lambda_{13})P_1, \\ P_2' = \lambda_{12}P_1 + \lambda_{32}P_3 - (\lambda_{21} + \lambda_{23})P_2, \\ P_3' = \lambda_{13}P_1 + \lambda_{23}P_2 - (\lambda_{31} + \lambda_{32})P_3, \end{cases} \quad (1)$$

Кожне з вказаних рівнянь може бути вилучене, а відповідна йому імовірність виражена через інші за допомогою нормувальної умови:

$$P_1 + P_2 + P_3 = 1 \quad (2)$$

Якщо прийняти припущення, що виробничий процес стаціонарний, то похідні ймовірностей приймаються дорівнюючими 0. І тоді система рівнянь прийме вигляд:

$$\begin{cases} (\lambda_{12} + \lambda_{13})P_1 = \lambda_{21}P_2 + \lambda_{31}P_3, \\ (\lambda_{21} + \lambda_{23})P_2 = \lambda_{12}P_1 + \lambda_{32}P_3, \\ (\lambda_{31} + \lambda_{32})P_3 = \lambda_{13}P_1 + \lambda_{23}P_2, \end{cases} \quad (3)$$

Вирішення вказаної системи рівнянь з урахуванням нормувальної умови дозволяє отримати середні значення ймовірностей або часу знаходження виробничої системи в тому чи іншому стані.

Висновки. Технічний розвиток вагоноремонтних підприємств вимагає нових підходів до їх управління. Додатковим елементом модернізованих виробничих систем може бути система управління виробничими ризиками. Вона дозволить проводити постійний моніторинг станів виробничих процесів з огляду на працездатність елементів системи. Результатом впровадження буде мінімізація виробничих втрат та підвищення якості готової продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bilal M. Ayyub. Risk Analysis in Engineering and Economics. A Chap-man & Hall Book, 2014. 640p.
2. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT) [Чинний від 2016-07-01]. ДП НДІ «Система», Львів, 2015. 39с. (Національні стандарти України).
3. ДСТУ ISO 31000:2018 Менеджмент ризиків. Принципи та настанови (ISO 31000:2018, IDT) [Чинний від 2019-01-01] Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 33 с. (Національні стандарти України).
4. ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (IEC/ISO 31010:2009, IDT) [Чинний від 2014-07-01]. ДП НДІ «Система», Львів, 2013. 80 с. (Національні стандарти України).
5. Свідерська А. Поняття та класифікація ризиків у зовнішньоекономічній діяльності підприємства // Галицький економічний вісник. Тернопіль : ТНТУ. 2014. Т. 46. № 3. С. 113-121.
6. Балджи М.Д. Економічний ризик та методи його вимірювання. Навчальн. посібник. Харків : Промарт, 2015. 300 с.
7. Кучеренко В.Р., Карпов В.А., Карпов А.В. Економічний ризик та методи його вимірювання : Навчальний посібник. Одеса, 2011. 200 с.
8. Посохов І.М. Управління ризиками у підприємництві : навчальний посібник. Харків : НТУ «ХПІ», 2015. 220с.
9. Вишневська В. А., Ніколаєв І. В. Вплив ризиків на показники ефективності діяльності промислових підприємств // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. 2018. Вип. 33. С. 211–218.
10. Івченко І. Ю. Економічні ризики: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2014. 304 с
11. Старостіна А. О., Кравченко В. А. Ризик-менеджмент : теорія та практика : Навчальний посібник. К. : ІВЦ „Видавництво „Політехніка", 2015. 200 с.
12. Desheng Wu, David L.Olson, Alexandre Dolgui Decision making in enterprise risk management: A review and introduction to special issue. Volume 57, Part A, December 2015, Pages 1-4.
13. Saleh A. D., Fakhariya I., Sainab F., Imad A. Integration of failure mode, effects, and criticality analysis with multi-criteria decision-making in engineering applications: Part I // Manufacturing industry Engineering Failure Analysis,Volume 122, April 2021, 105264. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105264
14. Hang Zhou Thiago, Augusto Lopes, Genez Alexandra Brintrup, Ajith Kumar Parlikad. A hybrid-learning decomposition algorithm for competing risk identification within fleets of complex engineering systems //Reliability Engineering & System Safety. Volume 217, January 2022, 107992. https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107992
15. Armin Tabandeh, Neetesh Sharma, Paolo Gardoni. Uncertainty propagation in risk and resilience analysis of hierarchical systems // Reliability Engineering & System Safety. Volume 219, March 2022, 108208 https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108208
16. Caroline A. Johnson, Roger Flage, Seth D. Guikema. Feasibility study of PRA for critical infrastructure risk analysis // Reliability Engineering & System Safety. Volume 212, August 2021, 107643 https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107643
17. Gorbunov V. Risk Analysis in Engineering Projects : Risk Management/ M. Sarfraz, L. Ivascu, Intech Open, 2021. DOI: 10.5772/intechopen.98197. https://www.intechopen.com/chapters/77337
18. Pinto, C.A., & Garvey, P.R. (2012). Advanced Risk Analysis in Engineering Enterprise Systems (1st ed.). CRC Press. 2012. 464p. https://doi.org/10.1201/b13100
19. Emovon, I., Norman, R. Risk analysis of engineering systems for sustainable industrial development using the Taguchi approach // Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 26 No. 4, 2020. pp. 611-624. https://doi.org/10.1108/JQME-06-2019-0060
20. Rykov V., Ivanova N. Farhadov M. On principles of risk analysis with a practical example //RT&A, Special Issue № 3 (66) Volume 17, January 2022, p.p.38-41.
21. Fang C., Marle F., Xie M. Applying Importance Measures to Risk Analysis in Engineering Project Using a Risk Network Model // IEEE Systems Journal, vol. 11, no. 3, pp. 1548-1556, Sept. 2017, doi: 10.1109/JSYST.2016.2536701.
22. Волошин Д.І., Волошина Л.В. Підвищення динамічної стійкості підприємств транспортної інфраструктури // ІІІ Міжнародна науково-практична морська конференція кафедри СЕУ і ТЕ Одеського національного морського університету. Квітень 2021. http://2021.depas.od.ua/, https://drive.google.com/file/d/1O7Zwwr0HRnmHiY1MlnCFs-zaZxxMc64p/view.
23. Волошин Д.І. До питання підвищення надійності роботи виробничих підрозділів підприємств з ремонту вагонів // Зб. наук.праць. Харків : УкрДУЗТ, 2015. Вип.157. С. 128-131.

REFERENCES

1. Bilal M. Ayyub. (2014) Risk Analysis in Engineering and Economics. A Chap-man & Hall Book. 640p.
2. Systemy upravlinnya yakistyu. Vymohy [Quality management systems. Requirements] (2015) *DSTU ISO 9001:2015 from 01 July 2016*. Lviv: DP NDI «Systema» [in Ukrainian]

3. Menedzhment ryzykiv. Pryntsypy ta nastanovy [Risk management. Principles and guidelines] (2018) *DSTU ISO 31000:2018 from 01 January 2019.* Kyiv : DP «UkrNDNTS» [in Ukrainian]

4. Keruvannya ryzykom. Metody zahal′noho otsinyuvannya ryzyku [Risk management. Methods of general risk assessment] (2013) *DSTU IEC/ISO 31000:2018 from 01 July 2014.* Lviv: DP NDI «Systema» [in Ukrainian]

5. Sviderska A. (2014) Ponyattya ta klasyfikatsiya ryzykiv u zovnishn′oekonomichniy diyal′nosti pidpryyemstva [The concept and classification of risks in foreign economic activities of an enterprise]. *Halyts'kyy ekonomichnyy visnyk - Galician economic journal* (V. 46. № 3). (pp. 113-121) Ternopil : The Ternopil Ivan Puluj National Technical University [in Ukrainian]

6. Baldji M.D. (2015) *Ekonomichnyy ryzyk ta metody yoho vymiryuvannya [Economic risk and methods of its measurement]* Kharkiv : Promart [in Ukrainian]

7. Kucherenko V.R., Karpov V.A., Karpov A.V. (2011) *Ekonomichnyy ryzyk ta metody yoho vymiryuvannya [Economic risk and methods of its measurement]* Odessa: ODUVS [in Ukrainian]

8. Posokhov I.M. (2015) *Upravlinnya ryzykamy u pidpryyemnytstvi [Enterprise Risk Management]* Kharkiv: NTU "KhPI [in Ukrainian]

9. Vyshnevska V., Nikolaiev I. (2018) Vplyv ryzykiv na pokaznyky efektyvnosti diyal′nosti promyslovykh pidpryyemstv [Risk Influence on the Indicators of Performance of Industrial Enterprises] *Naukovi pratsi Kirovohrads'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu. Ekonomichni nauky – Scientific works of Kirovograd National Technical University. Economic sciences.* (V.33) (pp. 211–218) Kirovograd : KNTU [in Ukrainian]

10. Ivchenko I.Y. (2014) *Ekonomichni ryzyky [Economic risks]* Kyiv : Center for Educational Literature [in Ukrainian]

11. Starostina A.A., Kravchenko V.A. (2015) *Ryzyk-menedzhment : teoriya ta praktyk [Risk management: theory and practice]* Kyiv : IPC "Polytechnic Publishing House" [in Ukrainian]

12. Desheng Wu, David L.Olson, Alexandre Dolgui (2015) Decision making in enterprise risk management: A review and introduction to special issue. Vol. 57, Part A, December 2015, Pages 1-4.

13. Saleh A. D., Fakhariya I., Sainab F., Imad A. (2021) Integration of failure mode, effects, and criticality analysis with multi-criteria decision-making in engineering applications: Part I. *Manufacturing industry Engineering Failure Analysis*,Vol. 122, April 2021, 105264. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105264

14. Hang Zhou Thiago, Augusto Lopes, Genez Alexandra Brintrup, Ajith Kumar Parlikad. (2022) A hybrid-learning decomposition algorithm for competing risk identification within fleets of complex engineering systems. *Reliability Engineering & System Safety*. Vol. 217, January 2022, 107992. https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107992

15. Armin Tabandeh, Neetesh Sharma, Paolo Gardoni. (2022) Uncertainty propagation in risk and resilience analysis of hierarchical systems. *Reliability Engineering & System Safety*. Vol. 219, March 2022, 108208 https://doi.org/ 10.1016/j.ress.2021.108208

16. Caroline A. Johnson, Roger Flage, Seth D. Guikema. (2021) Feasibility study of PRA for critical infrastructure risk analysis. *Reliability Engineering & System Safety*. Vol. 212, August 2021, 107643 https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107643

17. Gorbunov V. (2021) *Risk Analysis in Engineering Projects : Risk Management*/ M. Sarfraz, L. Ivascu, Intech Open, 2021. DOI: 10.5772/intechopen.98197. https://www.intechopen.com/chapters/77337

18. Pinto, C.A., Garvey, P.R. (2012) *Advanced Risk Analysis in Engineering Enterprise Systems* (1st ed.). CRC Press. 2012. 464p. https://doi.org/10.1201/b13100

19. Emovon, I., Norman, R. (2020) Risk analysis of engineering systems for sustainable industrial development using the Taguchi approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 26 No. 4, 2020. pp. 611-624. https://doi.org / 10.1108/JQME-06-2019-0060

20. Rykov V., Ivanova N. Farhadov M. (2022) On principles of risk analysis with a practical example //RT&A, Special Issue № 3 (66) Vol. 17, January 2022, p.p.38-41.

21. Fang C., Marle F., Xie M. (2017)Applying Importance Measures to Risk Analysis in Engineering Project Using a Risk Network Model. *IEEE Systems Journal*, Vol. 11, no. 3, pp. 1548-1556, Sept. 2017, doi: 10.1109/JSYST.2016.2536701.

22. Voloshyn D.I., Voloshyna L.V. (2021) Pidvyshchennya dynamichnoyi stiykosti pidpryyemstv transportnoyi infrastruktury [Increasing the dynamic resilience of transport]. *III Mizhnarodna naukovo-praktychna mors'ka konferentsiya kafedry SEU i TE Odes'koho natsional'noho mors'koho universytetu – III International Scientific and Practical Marine Conference of the Department of SEU and TE Odessa National Marine University*. April 2021. http://2021.depas.od.ua/, https://drive.google.com/file/d/1O7Zwwr0HRnmHiY1MlnCFs-zaZxxMc64p/view. [in Ukrainian]

23. Voloshyn D.I.(2015) Do pytannya pidvyshchennya nadiynosti roboty vyrobnychykh pidrozdiliv pidpryyemstv z remontu vahoniv [Prior to nutrition, the need for robots has been adjusted for robotic workers of enterprises for the repair of wagons] *Zbirnyk naukovykh prats' UkrDUZT – Collected scientific works of USURT*. (V. 157) (Pp. 128-131). Kharkiv : UkrSURT. [in Ukrainian]

Dmytro Voloshyn[1], Liudmyla Voloshyna[2]

[1]Assistant professor, Department of Wagon Engineering and Product Quality, Ukrainian State University of Railway Transport, 7, Feuerbach Square, Kharkiv, 61050, Ukraine

[2]Assistant, Department of Wagon Engineering and Product Quality, Ukrainian State University of Railway Transport, 7, Feuerbach Square, Kharkiv, 61050, Ukraine

MANAGEMENT OF PRODUCTION RISKS IN TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF WAGON REPAIR ENTERPRISES

At the moment, the modernization of the wagon repair complex is an urgent scientific and technical task on the railway transport of Ukraine. Wagon repair companies are characterized by insufficient pace of development over time. This is expressed in significant physical and moral depreciation of fixed assets of enterprises, large material losses in the process of repairing wagons, high cost of repair, low mechanization and automation of basic and auxiliary production processes, etc. Bearing in mind that railway transport is a critical component of the transport complex of Ukraine, the creation of advanced production systems based on the principles of production logistics is considered a necessary step for further development of the industry.

The presented article analyzes the current state of wagon repair companies. The conclusion is made about the need for risk analysis in production processes given the difficult operating conditions. An example of an algorithm for implementing a risk management system and its main components is given. The analysis of the main methods of influencing the risk in the production system is carried out. Practical solutions for obtaining quantitative indicators of risk assessment in the production processes of wagon repair with the help of Markov analysis are proposed. In general, the risk management system will significantly reduce material losses when repairing wagon.

Keywords: *of wagon repair enterprises, production logistics, risk management system, state of the production system.*