

УДК 658.5: 656.2

**КОНЦЕПЦІЯ «ОЩАДЛИВА ІНДУСТРІЯ 4.0» В СИСТЕМІ  
РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ**

*Харченко О.В., аспірант (УкрДУЗТ)*

*Досліджено сутнісно-змістовну характеристики концепції «Ощадлива Індустрія 4.0», як інноваційної моделі забезпечення ефективності ресурсозберігаючої діяльності на підприємствах залізничного транспорту. З цією метою встановлено особливості ощадливого виробництва, головним завданням якого є ліквідація всіх видів втрат за допомогою залучення в процес управління кожного працівника та максимальної орієнтації на споживача. З'ясовано базові принципи ощадливого виробництва - раціональності, витягування, потоковості, колективності, перфекціонізму. Зроблено висновок, що усі підходи ощадливого виробництва (максимізація ефективності, мінімізація втрат, постійні покращення, управління ланцюжками створення цінності, вбудовування якості в процес, швидке переналагодження) знаходять своє відображення у видінні Індустрії 4.0. Під останньою слід розуміти новий підхід до процедури виробництва, в основі якого лежить масова інтеграція інформаційних технологій у виробничі і бізнес-процеси, що забезпечує автоматизацію, а також дає можливість використовувати штучний інтелект. Виявлено основні принципи побудови «Індустрії 4.0» - сумісність, прозорість, технічна підтримка, деталізація управлінських рішень, делегування деяких із них кіберфізичним системам. Констатовано, що цифрові технології Індустрії 4.0 та підходи ощадливого виробництва взаємно доповнюють один одного і обумовлюють появу синергетичних переваг при застосуванні даної комплексної концепції у вирішенні проблем ресурсозбереження на підприємствах залізничної галузі.*

**Ключові слова:** *ресурсозбереження, ощадливе виробництво, підприємство, індустрія 4.0, залізничний транспорт, концепція.*

## THE CONCEPT OF "LEAN INDUSTRY 4.0" IN THE SYSTEM OF RESOURCE CONSERVATION OF RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES

*Kharchenko O. V., post-graduate student (USU of RT)*

*The article examines the essential and content characteristics the concept "lean Industry 4.0" as an innovative model for ensuring the efficiency resource-saving activities at railway transport enterprises. For this purpose, the features lean production are established, the main task which is to eliminate all types losses by involving each employee in the management process and maximizing customer orientation. The basic principles lean production - rationality, stretching, flowability, collectivity, perfectionism-are clarified. It is concluded that all lean manufacturing approaches (maximizing efficiency, minimizing losses, continuous improvement, managing value chains, embedding quality in the process, rapid readjustment) are reflected in industry vision 4.0. The latter should be understood as a new approach to the production procedure, which is based on the mass integration information technologies into production and business processes, which provides automation, and also makes it possible to use artificial intelligence. The basic principles Building Industry 4.0 are revealed - compatibility, transparency, technical support, detailing management decisions, and delegating some of them to cyberphysical systems.*

*It is stated that digital technologies of Industry 4.0 and lean manufacturing approaches complement each other and cause the emergence synergistic advantages when applying this comprehensive concept in solving resource conservation problems at railway industry enterprises. Thanks to the tools of the "lean Industry 4.0" concept, railway transport enterprises will be able to make greater use automation technologies, ensuring transparency and predictability, which helps to speed up business processes, increase their flexibility and efficiency, and ultimately leads to self-management business systems, improve quality and reduce costs. It was found that achieving a new level resource conservation based on Lean Industry 4.0 technologies is very important structured plan, the implementation cycle which includes three stages: innovation, piloting and deployment.*

***Keywords: resource conservation, lean manufacturing, enterprise, Industry 4.0, railway transport, concept.***

**Постановка проблеми та її зв'язки з науковими чи практичними завданнями.** У сучасних умовах господарювання підприємства залізничного транспорту України стикаються з низкою факторів, які чинять істотний негативний вплив на ефективність їх діяльності. В першу чергу слід вказати на поширення руйнівних процесів у всіх сферах життя в країні, що обумовили загострення кризових явищ на підприємствах залізничного транспорту. Вихід з ситуації, що склалася, потребує уміння здійснювати необхідні зміни, адаптуватися для забезпечення конкурентоспроможності і успішного функціонування у довгостроковій перспективі. За таких обставин, одним із головних завдань підприємств залізничного транспорту стає виживання і збереження своїх позицій на ринку за рахунок виявлення прихованих резервів і скорочення власних витрат, що потребує системного впровадження ресурсозберігаючих технологій. У зв'язку з цим виникає необхідність забезпечення ефективного управління ресурсним потенціалом підприємств залізничної галузі на основі дієвих заходів ресурсозбереження. Серед останніх потенціальні синергетичні переваги мають інструменти ощадливого виробництва та

**Вісник економіки транспорту і промисловості. № 78-79. 2022**

Індустрії 4.0.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій і виділення невирішених частин загальної проблеми.** Пошукам шляхів підвищення результативності діяльності підприємств залізничної галузі за рахунок ефективного управління ресурсами присвячено наукові роботи таких вітчизняних вчених як, Дикань В., Кірдіна О., Корінь М., Токмакова І., Обруч Г. [1], Мних О. [2], Чернюк Л., Чеховська М. [3], та багатьох інших. Розвитку інструментів ощадливого виробництва присвячено праці цілого ряду науковців - Вумек Дж.П. [4], Оно Т. [5], Омельяненко Т., Щербина О., Барабась Д., Вакуленко А. [6], у тому числі дану проблематику на залізничному транспорті вирішували Каличева Н. [7], Овчиннікова В. [8], Чаркіна Т. [9]

Поряд з цим питання ефективного ресурсозбереження на підприємствах залізничного транспорту на основі впровадження інноваційних заходів ощадливого виробництва залишається не вирішеним і потребує подальших досліджень.

**Мета статті** полягає в розкритті сутнісно-змістовної характеристики концепції «Ощадлива Індустрія 4.0», як інноваційної моделі забезпечення ефективності ресурсозберігаючої діяльності на підприємствах залізничного транспорту.

**Виклад основного матеріалу.** Існуюча нині система управління ресурсозбереженням на підприємствах залізничного транспорту не відповідає сучасним вимогам ефективного використання всіх наявних видів ресурсів, що призводить до загострення кризових явищ в залізничній галузі та потребує впровадження сучасних заходів управління ресурсним потенціалом. Світовий досвід свідчить, що у нових реаліях ефективність ресурсозбереження на підприємствах забезпечується за рахунок поєднання переваг ощадливого

виробництва і цифрових технологій Індустрії 4.0.

Слід вказати, що основні методи та ідеї ощадливого виробництва (Lean Production) були запропоновані ще Генрі Фордом і застосовувалися на заводах компанії «Ford», але в повному обсязі їх реалізували в Японії (Оно Т.) у середині 1950-х років у вигляді Виробничої системи Toyota (Toyota Production System), спрямованої на зменшення всіх можливих витрат і збільшення продуктивності.

Теорія ощадливого виробництва набула світового поширення в 90-х роках ХХ ст. після виходу книги Womack & Jones «The Machine That Changed The World» («Машина, яка змінила світ») [4], в якій під ощадливим виробництвом (англ. «lean production» або «lean manufacturing») розглядається концепція, що ґрунтується на прагненні підприємства ліквідувати всі види втрат за допомогою залучення в процес управління кожного працівника та максимальної орієнтації на споживача, що передбачає виробництво такої кількості продукції, якої вимагає ринок.

Центральна ідея ощадливого виробництва – пошук і застосування систематичних методів зниження всіх видів втрат, які сформулював Оно Т. [5] як втрати через перевиробництво, втрати через запаси, втрати через ремонт / брак, втрати рухів, втрати обробки, втрати очікування, втрати транспортування.

Сутність ощадливого виробництва реалізується через підвищення ефективності діяльності без значних капітальних вкладень, шляхом ретельного і послідовного виключення втрат.

Ощадливі технології та методи дозволяють [8]:

- підвищити задоволеність споживачів та інших зацікавлених сторін;
- виявити і усунути втрати і не створюють цінність процеси;
- оптимізувати результативність та ефективність процесів, що створюють цінність;

- спростити організаційну структуру, поліпшити процеси менеджменту якості;

- швидко і гнучко реагувати на зміни зовнішнього середовища.

Успішну реалізацію завдань ощадливого виробництва — мінімум витрат, максимум якості, гнучкості та усталеності — забезпечує дотримання базових принципів, на основі яких вибудовуються інноваційна, виробнича, маркетингова, фінансова та кадрова політики підприємства. Омеляненко Т., Щербина О., Барабась Д., Вакулєнко А. визначають такі п'ять базових принципів ощадливого виробництва, як раціональності, витягування, потоковості, колективності, перфекціонізму [6].

Слід констатувати, що усі підходи ощадливого виробництва (максимізація ефективності, мінімізація втрат, постійні покращення, управління ланцюжками створення цінності, вбудовування якості в процес, швидке переналагодження) знаходять своє відображення у видінні Індустрії 4.0.

На сьогоднішній день Індустрія 4.0 — це новий підхід до процедури виробництва, в основі якого лежить масова інтеграція інформаційних технологій у виробничі і бізнес-процеси, що забезпечує автоматизацію, а також дає можливість використовувати штучний інтелект.

До основних принципів побудови «Індустрії 4.0» відносять:

- сумісність, що означає здатність машин, пристроїв, сенсорів та людей взаємодіяти один з одним через інтернет речей (IoT);

- прозорість, яка з'являється у результаті такої взаємодії. У віртуальному світі створюється цифрова копія реальних об'єктів, систем, функцій, яка точно повторює все те, що відбувається з її фізичним клоном. Внаслідок цього накопичується максимально вичерпна інформація про всі процеси, які відбуваються з обладнанням, "розумними"

продуктами, виробництвом у цілому і так далі. Для цього потрібно забезпечити можливість збору всіх цих даних із сенсорів та датчиків, а також з обліку контексту, у якому вони генеруються;

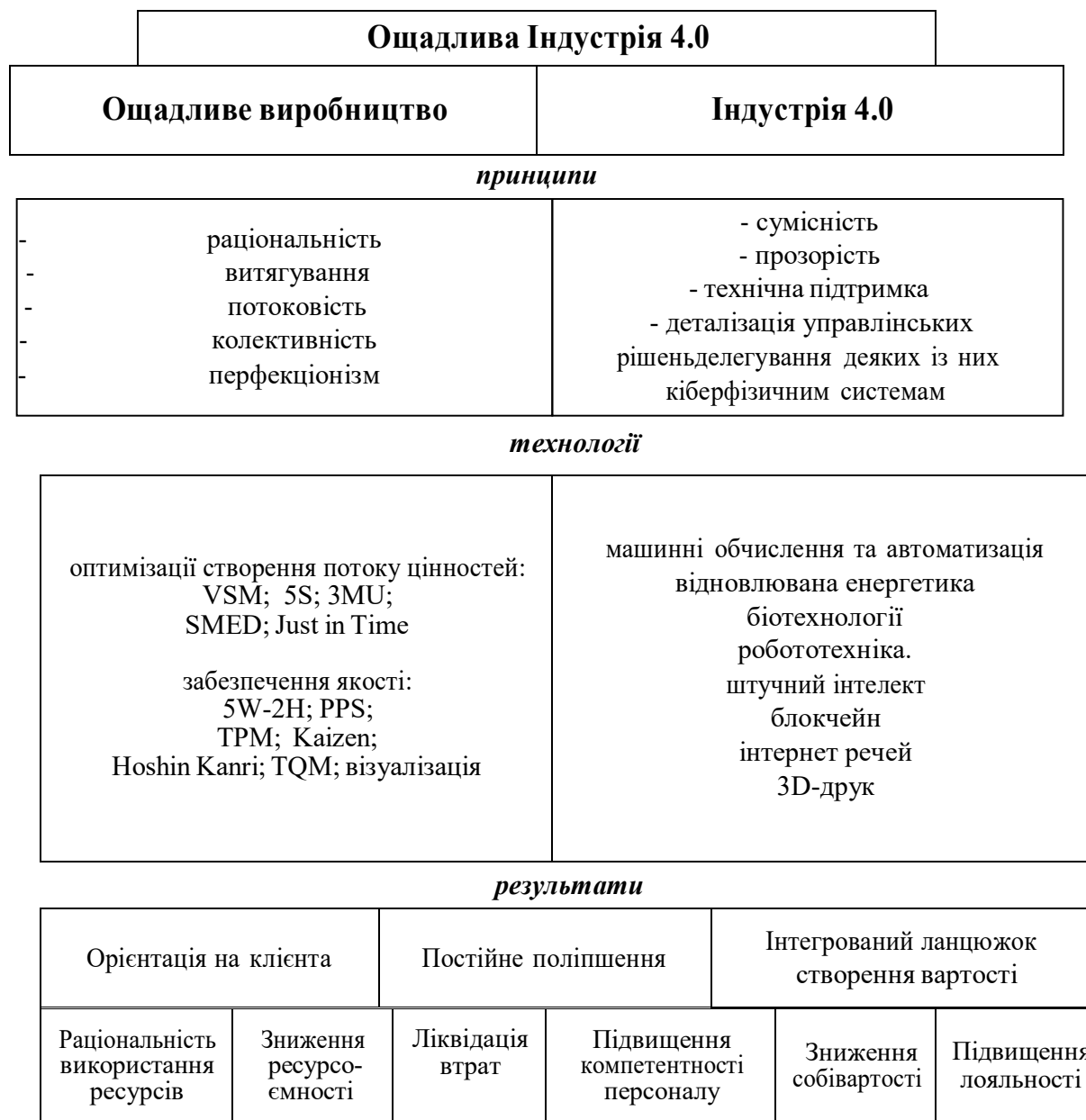
- технічна підтримка — третій принцип "Індустрії 4.0". Комп'ютерні системи допомагають людям приймати рішення завдяки збору, аналізу та візуалізації всієї інформації, про яку говорилося вище. Ця підтримка також може полягати у повному заміщенні людей машинами при виконанні небезпечних чи рутинних операцій;

- деталізація управлінських рішень, делегування деяких із них кіберфізичним системам. Ідея полягає в тому, щоб автоматизація була настільки повною, наскільки це взагалі можливо: всюди, де машина може ефективно працювати без втручання людей, рано чи пізно повинно відбутися заміщення людини машиною. Співробітникам при цьому відводиться роль контролерів, які можуть приєднатися в екстрених ситуаціях [10].

Отже, цифрові технології Індустрії 4.0 та підходи ощадливого виробництва взаємно доповнюють один одного і обумовлюють появу синергетичних переваг при застосуванні даної комплексної концепції у вирішенні проблем ресурсозбереження на підприємствах залізничної галузі (рис. 1).

Одночасне впровадження практик ощадливого виробництва та Індустрії 4.0 дозволяє досягти значного синергетичного ефекту, істотно більшого, ніж якби ці два підходи впроваджувалися окремо. Дійсно, в більшості випадків найбільш ефективний спосіб вийти на новий рівень ефективності ресурсозбереження — це комплексне використання принципів ощадливого виробництва та інновацій Індустрії 4.0. Ті, хто успішно впровадили підхід «Ощадлива Індустрія 4.0», можуть знизити витрати до 40% за п'ять–десять років. Цей результат значно перевершує показники, яких можна домогтися, якщо

впроваджувати навіть самі передові Індустрії 4.0 окремо. практики ощадливого виробництва або



*Рис.1. Концептуальні положення Ощадливої Індустрії 4.0 в системі ресурсозбереження підприємств залізничного транспорту*

Завдяки інструментарію концепції «Ощадлива Індустрія 4.0» підприємства залізничного транспорту матимуть можливість ширше використовувати переваги технологій автоматизації, наприклад, надавши необхідні пристрої і навчивши рядових співробітників отримувати і використовувати

інформацію про техніку, що надходить в режимі реального часу. Дотримання принципів прозорості та прогнозованості при застосуванні інструментів Ощадливої Індустрії 4.0 допомагає прискорити бізнес-процеси, підвищити їх гнучкість і ефективність, що в кінцевому підсумку призводить до самоврядності бізнес-

системи, підвищення якості і скорочення витрат.

Технології Ощадливої Індустрії 4.0 забезпечують досягнення таких стратегічних цілей:

1 Орієнтація на клієнта. В концепції Ощадливого виробництва завжди першорядну увагу приділяли підходу, орієнтованому на клієнта, і тепер цифрові технології дозволяють виробникам отримати більш чітке уявлення про потреби своїх клієнтів. Наприклад, розширений аналіз даних і навіть штучний інтелект можуть застосовуватися до даних клієнтів, щоб краще визначити їх потреби. Найпростіший приклад – це аналіз поведінки користувачів програми або розуміння того, коли, де і скільки людей отримують доступ до інформації. Масова настройка, при якій клієнти можуть в значній мірі налаштовувати свої замовлення, також забезпечується за рахунок інтеграції автоматизованих і напівавтоматичних роботів у виробничі лінії, оскільки вони можуть справлятися з більш високими ступенями різноманітності;

2 Постійне поліпшення. Програма безперервного поліпшення на виробничій лінії може вибірково змінювати змінну, тестувати її в режимі реального часу і відповідним чином переглядати результати. Нові технології, такі як потужні інструменти моделювання та цифровий двійник (Digital Twin), дозволяють виробникам спочатку перевірити свої припущення у віртуальному світі, перш ніж впроваджувати їх або тестувати у фізичному. Таким чином, ощадливе безперервне вдосконалення посилюється новими технологіями;

3 Інтегрований ланцюжок створення вартості. Ощадлива Індустрія 4.0 прагне виключити втрати в ланцюжку створення вартості - від замовлення клієнта до доставки, і такі засоби підтримки, як горизонтальна і

вертикальна системна інтеграція, а також аналіз даних, неоціненні для досягнення цієї мети. Інтеграція та підключення ІТ-ресурсів, операційних систем, машин і пристроїв створює цілісне уявлення про весь ланцюжок створення вартості. Це дозволяє менеджерам виявляти закономірності або слабкі місця в процесі і розставляти пріоритети для реалізації програм поліпшення можливостей.

Досягнення нового рівня ресурсозбереження на основі технологій Ощадливої Індустрії 4.0 дуже важливий структурований план. Цикл впровадження включає в себе три етапи: інновації, пілотування та розгортання.

До початку впровадження інновацій Ощадливої Індустрії 4.0 підприємства залізничного транспорту повинні визначити свої бізнес-завдання і проблеми, потенціал для покращень і наявність умов, необхідних для застосування принципів ощадливої Індустрії 4.0. На цій стадії операційним менеджерам і керівникам дуже важливо на особистому досвіді ознайомитися з передовими можливостями Ощадливої Індустрії 4.0.

Після визначення можливостей для застосування підходу учасники відбирають пріоритетні напрямки, виходячи з їх цінності для підприємств. Для розрахунку цінності проводиться аналіз потенційного ефекту від впровадження і розробляється економічне обґрунтування для інвестицій, з тим щоб вибрати тільки фінансово привабливі рішення. Після цього можна визначити кінцеву мету і сформулювати «дорожню карту».

Для апробування технології компанія виділяє частину виробничих можливостей або ланцюжка поставок під пілотне тестування. Мета будь-якого пілотного проекту - оперативна розробка мінімально життєздатного продукту і його подальше вдосконалення в ході декількох ітерацій за допомогою методів розробки agile. Завдяки пілотуванню обраних

технологій керівники компанії можуть переконатися в ефективності підходу і підтвердити можливості для створення цінності.

Після успішного тестування і доопрацювання в рамках пілотних проєктів рішення Ощадливої Індустрії 4.0 готові до повномасштабного впровадження. На цьому етапі підприємства залізничною галузі повинні здійснювати методичне розгортання таким чином, щоб забезпечити ефективну інтеграцію різних технологій після їх повномасштабного впровадження. При цьому необхідно відстежувати як процес, так і результати досягнення цілей впровадження.

Варто враховувати, що цифрові трансформації Ощадливої Індустрії 4.0 якісно позначаються і на вимогах до персоналу. Одночасно з розвитком інформаційних технологій в різних областях цифрові навички стають критично важливими з точки зору роботодавця.

Спостерігається трансформація профілів компетенцій більшості категорій персоналу і найбільш затребуваними стають такі специфічні навички, як:

- володіння необхідними компетенціями в ключовій галузі роботи; знання і досвід в суміжних сферах («Т-подібний фахівець»);

- здатність оцінювати як можливості, так і загрози, що виникають у зв'язку з реалізацією нових технологій;

- знання сучасних методів управління проєктами та вміння застосовувати їх при вирішенні поточних і стратегічних завдань;

- «цифрова спритність»; вміння працювати з великими даними та інструментами візуалізації; розуміння основ кібербезпеки;

- досвід роботи з базами даних;

- системне мислення;

- емоційний інтелект;

- вміння працювати в команді;

- бажання розвиватися і здатність до безперервного навчання;

- вміння вирішувати завдання «під ключ»;

- гнучкість, адаптивність і робота в умовах невизначеності.

**Висновок.** Зважаючи на низьку результативність системи ресурсозбереження на підприємствах залізничної галузі та враховуючі деструктивні умови їх функціонування постає завдання пошуку інноваційних високорезультативних шляхів удосконалення ресурсозберігаючої діяльності. З'ясовано першочергове значення для вирішення поставленого завдання технологій ощадливого виробництва і встановлено, що на нинішньому етапі розвитку спостерігається тенденція діджиталізації методичного апарату даної концепції. При цьому усі підходи ощадливого виробництва (максимізація ефективності, мінімізація втрат, постійні покращення, управління ланцюжками створення цінності, вбудовування якості в процес, швидке переналагодження) знаходять своє відображення у видінні Індустрії 4.0. Загалом цифрові технології Індустрії 4.0 та підходи ощадливого виробництва взаємно доповнюють один одного і обумовлюють появу синергетичних переваг при застосуванні комплексної концепції «Ощадлива Індустрія 4.0» у вирішенні проблем ресурсозбереження на підприємствах залізничної галузі.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Dykan V.L., Kirdina O.H., Tokmakova I.V., Korin M.V., Obruch, H.V. (2021). Ensuring the competitiveness and the sustainability of railway enterprises in a crisis environment. *Rivista di studi sulla sostenibilita*. 2021. №11(2). P. 231-243.

2. Мних О.Б. Стратегічний контекст збалансованого розвитку

підприємств залізничного транспорту на основі цифровізації. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2020. №. 69. С. 135-146.

3. Чернюк Л.Г., Чеховська М.М. Взаємодія об'єктів залізничного транспорту з навколишнім середовищем. *Зб. наук. пр. Київ. ін-ту залізнич. трансп.* К. : КІЗТ, 2000. Т. 4 «Економіка й управління», Вип. 1. С. 36-39.

4. Womack J.P., Jones D.T., Ross D. *The Machine that Changed the World*. Rawson Associates, New York, 1990. 323 p.

5. Ohno Taiichi (1988). *Toyota production system: outside large-scale production* (English translation). Portland, Oregon: Productivity Press. P. 75–76.

6. Омеляненко Т. В., Щербина О. В., Барабась Д. О., Вакуленко А. В. *Ощадливе виробництво: концепція, інструменти, досвід : науково-практичне видання*. Київ :КНЕУ, 2009. 157 с.

7. Зубенко (Овчиннікова) В.О., Григорян М.Л. Визначення особливостей впровадження концепції «ощадливе виробництво» на підприємствах залізничного транспорту. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2015. № 49. С. 92–95.

8. Каличева Н.Є., Чорнобровка І.В. Вплив ощадливого виробництва на економічну поведінку підприємств в сучасних умовах господарювання. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2021. № 74. С. 76–83.

9. Чаркіна Т.Ю. Теоретико-методологічні основи формування системи антикризового управління пасажирським комплексом залізничного транспорту : дис. ...д-ра екон. наук : 08.00.03 – економіка та управління національним господарством ; 051-Економіка; Дніпр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. В.Лазаряна ; Укр. держ. ун-т залізн. трансп. - Харків, 2021. 566 с.

10. Скіцько В.І. *Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього. Інвестиції: практика та досвід*. 2016.

№ 5. С. 33–40.

## REFERENCES

1 Dykan V.L., Kirdina O.H., Tokmakova I.V., Korin M.V., Obruch, H.V. (2021). Ensuring the competitiveness and the sustainability of railway enterprises in a crisis environment. *Rivista di studi sulla sostenibilita*. 2021. no.11(2). pp. 231-243.

2 Mnykh O. B. Stratehichnyi kontekst zbalansovanoho rozvytku pidpriemstv zaliznychnoho transportu na osnovi tsyfrovizatsii. [Strategic context of balanced development of railway transport enterprises on the basis of digitalization]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*. 2020. no. 69. pp.135-146.

3 Cherniuk L. H., Chekhovska M. M. Vzaiemodiia obektiv zaliznychnoho transportu z navkolyshnim seredovyschem. [Interaction of railway transport facilities with the environment]. *Zb. nauk. pr. Kyiv. in-tu zaliznych. transp.* К. : KIZT, 2000. Т. 4 «Ekonomika y upravlinnia», no. 1. pp. 36-39.

4 Womack J.P., Jones D.T., Ross D. *The Machine that Changed the World*. Rawson Associates, New York, 1990. 323 p.

5 Ohno Taiichi (1988). *Toyota production system: outside large-scale production* (English translation). Portland, Oregon: Productivity Press. pp. 75–76.

6 Omelianenko T. V., Shcherbyna O. V., Barabas D. O., Vakulenko A. V. (2009). *Oshchadlyve vyrobnytstvo: kontseptsii, instrumenty, dosvid : naukovopraktychne vydannia*. [Lean production: concept, tools, experience: scientific and practical publication]. (in Ukrainian)

7 Zubenko (Ovchynnikova) V.O., Hryhorian M.L. Vyznachennia osoblyvostei vprovadzhennia kontseptsii «oshchadlyve vyrobnytstvo» na pidpriemstvakh zaliznychnoho transportu. [Defining the features of the implementation of the concept of "lean production" in railway transport enterprises]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*. 2015. no. 49. pp. 92–95.



- 8 Kalycheva N.Ie., Chornobrovka I.V. Vplyv oshchadlyvoho vyrobnytstva na ekonomichnu povedinku pidpriemstv v suchasnykh umovakh hospodariuvannia. [The impact of lean production on the economic behavior of enterprises in modern economic conditions]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*. 2021. no. 74. pp. 76–83.
- 9 Charkina T. Yu. (2021) Teoretyko-metodolohichni osnovy formuvannia systemy antykryzovoho upravlinnia pasazhyrskym kompleksom zaliznychnoho transportu [Theoretical and methodological foundations of the formation of an anti-crisis management system for the passenger complex of railway transport] : dys. ...d-ra ekon. nauk : 08.00.03 – ekonomika ta upravlinnia natsionalnym hospodarstvom ; 051-Ekonomika / Dnibr. nats. un-t zalozn. transp. im. V.Lazariana ; Ukr. derzh. un-t zalozn. transp. Kharkiv. (in Ukrainian).
- 10 Skitsko V.I. (2016) Industry 4.0 as the industrial production of the future [Industriia 4.0 yak promyslove vyrobnytstvo maibutnoho]. *Investments: practice and experience*. no. 5, pp. 33–40.