

### **ВПЛИВ РОЗВИТКУ «ІНДУСТРІЇ 4.0» НА ЛЮДСЬКИЙ КАПІТАЛ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА: ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД**

У статті систематизовано чинники та наслідки впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства. З урахуванням обмежень існуючих підходів увагу зосереджено на таких елементах людського капіталу працівника, як освіта (знання та навички), творчі здібності, мотивація, здоров'я, мобільність. Особливістю цього дослідження є врахування взаємозв'язків між впливом розвитку "Індустрії 4.0" на всі елементи людського капіталу промислових підприємств, можливих наслідків для системи освіти, зайнятості у промисловості та ринку праці.

Основними чинниками впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства є такі: упровадження кіберфізичних систем у виробництво та його автоматизація; комп'ютеризація робочих місць; упровадження і розвиток авангардних смарт-технологій та інформаційних систем; швидка адаптивність до потреб споживачів; поява нових ризиків для здоров'я персоналу. Також підприємство має швидко реагувати на потреби ринку та екологічної ситуації.

Характерними особливостями людського капіталу в умовах "Індустрії 4.0" є зростання значення творчості працівників та їх мотивації; врахування індивідуальних особливостей; забезпечення мобільності та гнучкості персоналу, робочого часу, змісту праці, робочих місць. Збереження здоров'я розглядається як запорука працездатності. Розвиток людського капіталу має відбуватися з урахуванням впливу на фізичний і психологічний стан працівників.

Узагальнено такі можливі ризики для людського капіталу промислового підприємства: втрата конфіденційної інформації, поява нових ризиків для здоров'я, зниження творчих здібностей працівників, "вигорання", невідповідна мотивація тощо. Наслідками розвитку "Індустрії 4.0" є формування "Освіти 4.0", розвиток дистанційної роботи й аутсорсингу, зміна структури зайнятості, змісту праці та стандартів її охорони. Перспективи подолання ризиків та наслідки змін мають визначатися з урахуванням особливостей технологічного розвитку країни, демографічних показників, параметрів ринку праці, а також специфіки промислових підприємств.

Визначено такі основні тренди у світі щодо подолання ризиків "Індустрії 4.0": розвиток гнучкого ринку праці, підвищення ефективності охорони праці, підготовка STEM- і STEAM-персоналу, орієнтація на вдосконалення особистісних та комунікаційних навичок; врахування особливостей розвитку галузей, рівня інноваційного розвитку країни та її людського капіталу, інвестиції в підготовку кадрів тощо.

*Ключові слова:* розвиток "Індустрії 4.0", людський капітал, промислове підприємство, ринок праці, ризики для здоров'я, охорона праці, підготовка кадрів.

*JEL:* J240, I150, O150

© О. А. Руссіян, 2021

## Виклики й аналітичні протириччя

Світова економіка перебуває на стадії Четвертої промислової революції, яка передбачає гнучку взаємодію віртуальних і фізичних виробничих систем на глобальному рівні та робить можливою принципову орієнтацію промислового виробництва на споживача, а також створення нових операційних моделей (Schwab, 2016). Цифрові технології формують ключові переваги смарт-підприємств і смарт-промисловості, що має широкі перспективи. У зв'язку з тим, що комп'ютери вже замінюють людські завдання, у той час як з'являються нові завдання для працівників, досліджуються ефекти автоматизації та інші наслідки смарт-промисловості щодо праці та її змісту. При цьому триває дискусія про загрозу технологічного безробіття в економіці під впливом розвитку "Індустрії 4.0" (Frey, Osborne, 2013; Bosch, 2016; Arntz, Gregory, Zierahn, 2016). З урахуванням світових пріоритетів досягнення цілей сталого розвитку цифровізація економіки не повинна загрожувати виникненню технологічного безробіття, зростанням обсягів виробничих і побутових відходів, а також погіршенням екологічних показників у регіоні, де розташовані промислові підприємства (Chen, Despeisse, Johansson, 2020).

Наведені умови стимулюють промислові підприємства до інновацій з метою забезпечення конкурентоспроможності в довгостроковій перспективі, що значною мірою коригує вимоги до кваліфікації персоналу та змінює роль людини у виробничому процесі. Наслідки цього позначаються на тенденціях у сфері зайнятості: на ринку праці країн Європейського Союзу (ЄС) посилюється значення та збільшується кількість "зелених робочих місць" (EU-OSHA, 2013), відзначається прискорене поширення нових форм праці та її інтенсифікація, фрагментація робочої сили в багатьох професіях і галузях промисловості, зміна робочого середовища тощо (Roqu-

elaure, 2021)<sup>1</sup>. Разом із тим акцентується увага на ризиках для здоров'я персоналу внаслідок розвитку смарт-виробництва (Saunders, 2019)<sup>2</sup>.

При цьому на ринку праці ЄС активно зростає попит на працівників сфери інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) (European Commission, 2016). "Індустрія 4.0" висуває нові вимоги до людського капіталу, що істотно впливає на сферу освіти та ринок праці (Чекіна, Воргач, 2020, с. 97). Основні акценти робляться на важливості та перспективах підготовки STEM-персоналу для всіх галузей промисловості, здатного оперативно розробляти й освоювати смарт-технології (Руссиян, 2017)<sup>3</sup>. Одночасно також змінюються зміст праці та кваліфікаційні вимоги до персоналу: пріоритет надається широкопрофільним фахівцям, які мають необхідні знання для організації безпечних умов праці (Руссиян, 2020).

European Skills Agenda підкреслює важливість навчання персоналу протягом усього життя та набуття професійних навичок, необхідних в умовах цифрових та екологічних перетворень. Вважається, що приблизно 40% працівників ЄС мають недостатній рівень цифрових знань і навичок. При цьому стрімко зростає необхідність у нових міждисциплінарних знаннях та на-

<sup>1</sup> Roquelaure Y. (2021). *The digitalization of work: psychosocial risk factors and work-related musculoskeletal disorders*. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). 22 p. URL: <https://osha.europa.eu/en/publications/digitalisation-work-psychosocial-risk-factors-and-work-related-musculoskeletal/view> (дата звернення: 31.08.2021).

<sup>2</sup> Saunders J. (2019). *The Fourth Industrial Revolution and Social Innovation in the Workplace*. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). 9 p. URL: <https://osha.europa.eu/en/publications/fourth-industrial-revolution-and-social-innovation-workplace/view> (дата звернення: 31.08.2021).

<sup>3</sup> Руссиян О.А. (2017). Огляд зарубіжного досвіду щодо підготовки STEM-персоналу для "розумної" промисловості. *Інфраструктура ринку*. Вип. 3. С. 77-82. URL: [www.market-infr.od.ua/uk/3-2017](http://www.market-infr.od.ua/uk/3-2017) (дата звернення: 31.08.2021).

вичках, а також збільшується невідповідність між потребами та наявними у працівників цифровими навичками (European Commission, 2016). Консультантами European Association of the Machine Tool Industries and related Manufacturing Technologies CECIMO підкреслюється важливість та перспективність адитивного виробництва для розвитку "Індустрії 4.0", але при цьому Європі не вистачає надійної структури ланцюга поставок для адитивного виробництва (Additive manufacturing – AM) та кваліфікованих інженерів з технології AM, які можуть відповідати очікуваному високому рівню попиту на високоєфективну продукцію (Langefeld, 2015)<sup>1</sup>.

Усе це вказує на наявність проблеми невідповідності людського капіталу потребам "Індустрії 4.0", що проявляється як на ринках праці, так і в діяльності промислових підприємств. З огляду на важливість висококваліфікованих кадрів для успішного розроблення та реалізації смарт-технологій актуальним є дослідження впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства. Підтвердженням цього також можна вважати підвищення зацікавленості наукової спільноти вищевказаними проблемами. Аналіз сучасних зарубіжних публікацій також свідчить про відсутність комплексності дослідження впливу Четвертої промислової революції на людський капітал промислового підприємства, що передбачає приділення значної уваги таким складовим людського капіталу, як освіта (знання та навички), творчі здібності та мотивація (Agolla, 2018; Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020; Malavika, Mohana, 2021; Mosca, 2020; van Kruining, 2017; Cirillo, Rinaldini, Staccioli, et al., 2021). За

<sup>1</sup> Langefeld B. (2015) *Additive Manufacturing – Manufacturing opportunities in digital production. In Additive Manufacturing on Its Way to Industrialisation – A Game Changer?* CECIMO magazine. Special edition. P. 4-6. URL: [https://www.cecimo.eu/wp-content/uploads/2019/03/CECIMO\\_magazine\\_AM\\_edition\\_2015.pdf](https://www.cecimo.eu/wp-content/uploads/2019/03/CECIMO_magazine_AM_edition_2015.pdf) (дата звернення: 31.08.2021).

визначенням класиків теорії людського капіталу (Shultz, 1972; Becker, 2007) та вітчизняних учених (Антонюк, 2007; Дронін, 2008, с. 214), до людського капіталу належить такий елемент, як здоров'я. Також підкреслюється важливість його мобільності (Антонюк, 2007). Даним питанням приділено увагу в роботах (Agolla, 2018; Malavika, Mohana, 2021), але при цьому не враховано вплив "Індустрії 4.0" на здоров'я.

Сучасні зарубіжні дослідження впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства не дозволяють оцінити зміни за окремими елементами людського капіталу. Так, у публікації (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020) виявлено ключові аспекти розвитку людського капіталу та головні драйвери поведінки споживачів, але розглянуто переважно питання освіти та ринку праці. Також наведено рекомендації щодо формування Освіти 4.0, огляд ефективних практик управління людськими ресурсами, перспективи зміни форм зайнятості. Однак поза увагою автора залишилися особливості впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислових підприємств за окремими його елементами. З одного боку, питання зміни поведінки та вимог до персоналу, його навчання та підготовки розглянуто без урахування ризиків для здоров'я, а з іншого – вплив "Індустрії 4.0" на сферу здоров'я працівників досліджується відокремлено від усіх елементів людського капіталу.

Аналіз впливу Четвертої промислової революції на техніку безпеки та охорону праці свідчить про зміну підходів до організації цих процесів на підприємствах (Serap, 2021; Badri, Boudreau-Trudel, Souissi, 2018). Особливістю можна вважати появу різних програм, призначених для управління технікою безпеки та охороною праці на промислових підприємствах (Serap, 2021). При цьому поза увагою залишаються питання організації навчання персоналу, забезпечення його мотивації та мобільності в умовах зміни підходів до охорони праці.

Відсутність комплексності розгляду людського капіталу є одним із чинників, що не дозволяє повною мірою ідентифікувати можливі ризики, в результаті чого вплив зосереджується переважно на позитивних тенденціях (Shah, Michael, Chalu, 2020<sup>1</sup>; van Kruining, 2017; Mugerwa, 2020), а ризики цифровізації розглядаються, наприклад, тільки для малих підприємств (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020) або враховуються переважно ризики впровадження електронного управління людськими ресурсами (Mosca, 2020; Mugerwa, 2020). Усе це ускладнює процес отримання об'єктивних оцінок наслідків Четвертої промислової революції для ринку праці та системи освіти, що є важливим в умовах ризиків технологічного безробіття внаслідок автоматизації та дефіциту висококваліфікованого персоналу для смарт-промисловості.

Крім того, як зазначено вище, проблема несприятливого впливу розвитку "Індустрії 4.0" на здоров'я працівників існує та досліджується відповідною організацією – EU-OSHA (Європейське агентство з безпеки та гігієни праці), але в наукових публікаціях дане питання розглядається відокремлено від аспектів забезпечення навчання, мотивації та мобільності персоналу. Наприклад, основам безпеки праці з новими технологіями працівників важливо навчати, тобто всі елементи людського капіталу промислового підприємства мають розглядатися у взаємозв'язку, а тому вплив цифровізації доцільно враховувати за кожним елементом у рамках комплексного дослідження.

Питання впливу розвитку "Індустрії 4.0" на елементи людського капіталу промислового підприємства, а також можливі наслідки для системи освіти, зайнятості у промисловості та ринку праці часто роз-

<sup>1</sup> Shah N., Michael F., Chalu H. (2020). The Influence of Electronic Human Resource Management Use and Organizational Success: A global conceptualization. *Global Journal of Management and Business Studies*. № 10(1). pp. 9-28. URL: [https://www.ripublication.com/gjmb18/gjmb18n1\\_02.pdf](https://www.ripublication.com/gjmb18/gjmb18n1_02.pdf) (дата звернення: 31.08.2021).

глядаються розрізнено. Це можна вважати певним обмеженням, оскільки між даними аспектами існує логічна взаємозалежність, тому й наслідки важливо враховувати системно. Наприклад, науковці активно досліджують вплив Четвертої промислової революції на зайнятість (Frey, Osborne, 2013; Bosch, 2016; Arntz, Gregory, Zierahn, 2016; Lawrence, Roberts, King, 2017; Балацкий, 2019), але аспекти ризиків автоматизації для ринку праці залишаються відкритими, що пояснюється неоднозначністю висновків щодо перспектив й обмежень "Індустрії 4.0". Високий потенціал автоматизації відзначається для промислових підприємств, але питання зайнятості та підготовки кадрів у промисловості досліджуються відокремлено від наслідків та перспектив у сфері освіти. Вплив розвитку "Індустрії 4.0" на систему освіти представлено з позиції впровадження нових підходів до навчання, наприклад, до організації STEM-освіти<sup>2,3</sup> та STEAM-освіти, в публікаціях (Maltas, 2016; Conrady, Vogner, 2018; Conrady, Sotiriou, Vogner, 2020), але не приділено уваги питанням підготовки та перепідготовки персоналу для промисловості з урахуванням специфіки конкретного промислового підприємства та його людського капіталу, потенціалу автоматизації, ризиків у сфері зайнятості, особливостей і технологічних можливостей країни тощо. Іншими словами, якщо й аналізуються ризики у сфері зайнятості, то питання навчання та підготовки досліджуються в інших роботах та переважно мають узагальнений характер (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020), тобто

<sup>2</sup> Freeman J., Dorph R., Chi B. (2009). *Strengthening afterschool STEM staff development*. Berkeley, CA: Lawrence Hall of Science, University of California. 34 p. URL: [https://www.informal science.org/sites/default/files/Strengthening\\_Afterschool\\_STEM\\_Staff\\_Development.pdf](https://www.informal science.org/sites/default/files/Strengthening_Afterschool_STEM_Staff_Development.pdf) (дата звернення: 31.08.2021).

<sup>3</sup> Mahacek R., Worker S. (2001). *Extending science education with engineering and technology: Junk Drawer Robotics curriculum*. *Advances in youth development: Research and evaluation from the University of California Cooperative Extension*, 2010. pp. 46-57. URL: <https://ucanr.edu/sites/STEM/files/279527.pdf> (дата звернення: 31.08.2021).

не враховують особливостей галузей з найбільшими ризиками автоматизації (перш за все промисловості).

Таким чином, аналітичний огляд робіт зарубіжних учених з проблем впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства свідчить про наявність питань, що мають дискусійний характер та залишаються відкритими. Перш за все це стосується наслідків автоматизації для зайнятості. З одного боку, обґрунтовується позитивний вплив автоматизації на ринок праці, але при цьому аналізуються певні ризики автоматизації для зайнятості<sup>1</sup> (Arntz, Gregory, Zierahn, 2016), а з іншого – акцентується увага на несприятливих тенденціях та можливих негативних наслідках для ринку праці (Freu, Osborne, 2013; Балацкий, 2019). Зміст досліджень також характеризується урахуванням доволі різних аспектів. Так, деякі автори розглядають переважно потенціал автоматизації, але не оцінюють при цьому фактичні можливості щодо цього (Freu, Osborne, 2013; Arntz, Gregory, Zierahn, 2016). Інші дослідники пропонують урахувати рівень заробітної плати та інвестицій, а також розглядають значні відмінності за професіями, секторами економіки та країнами (Lawrence, Roberts, King, 2017).

Отже, до основних обмежень досліджень впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства належать такі: по-перше, людський капітал розглядається як макроекономічна категорія (у межах системи освіти, на ринку праці, на загальнодержавному рівні), що не дозволяє оцінити вплив розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства; по-друге, визначальним є зосередження уваги на певних елементах людського капіталу (освіті, творчих здібностях, мотивації, мобільності) без урахування при цьому впливу на здоров'я; по-

<sup>1</sup> PwC (2020). *Украдут ли роботы наши рабочие места?* Международный анализ потенциальных долгосрочных последствий автоматизации. URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/col-lection/how-will-automation-impact-jobs-de-signer.pdf> (дата звернення: 31.08.2021).

третє, характерною особливістю є відсутність взаємозв'язків між впливом розвитку "Індустрії 4.0" на всі елементи людського капіталу промислових підприємств, можливих наслідків для системи освіти, зайнятості у промисловості та ринку праці у межах одного дослідження. Усе це свідчить про необхідність узагальнення та систематизації провідного зарубіжного досвіду щодо впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства.

Метою статті є визначення впливу розвитку "Індустрії 4.0" на елементи людського капіталу промислового підприємства з урахуванням можливих наслідків для системи освіти, зайнятості у промисловості та ринку праці на основі аналізу теоретико-методичних здобутків зарубіжних учених, провідного зарубіжного досвіду впровадження авангардних смарт-технологій у діяльність промислових підприємств, а також перспектив розвитку "Індустрії 4.0".

### **Особливості людського капіталу в умовах Індустрії 4.0**

Тенденції "Індустрії 4.0" привертають увагу науковців із позиції визначення їх впливу на людський капітал, оскільки економічне зростання може бути пов'язане з розвитком людського капіталу країни. Так, за результатами оцінювання впливу витрат на освіту на економічне зростання підтверджено гіпотезу про те, що країни Європи, зацікавлені в більших обсягах фінансування вищої освіти (підвищення кваліфікації та перекваліфікація персоналу), забезпечують збільшення частки висококваліфікованої праці та в результаті (з урахуванням існуючого рівня розвитку техніки і технологій) досягають зростання показника ВВП на душу населення (Чекіна, Воргач, 2020, с. 115).

У зарубіжних публікаціях акцентовано увага на тому, що "Індустрія 4.0" потребує формування "Освіти 4.0" (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020). Також підкреслюється важливість відповідної національної культури з підтримкою ініціатив уряду щодо освіти (Agolla, 2018). Доведено, що

важливим є поєднання зусиль держави, навчальних закладів, викладачів, підприємств щодо підготовки кваліфікованої робочої сили відповідно до потреб Четвертої промислової революції (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020). Отже, питання побудови відповідної системи освіти є актуальними і тому мають ураховуватися при визначенні впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислових підприємств.

Переваги Четвертої промислової революції для підприємств полягають у такому: підвищення економічної ефективності, продуктивності праці, гнучкості та інтелекту, скорочення виробничих витрат і зростання віддачі від інвестицій (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020). При цьому вплив цифровізації на діяльність промислових підприємств характеризується неоднозначністю, оскільки людський капітал переважно розглядається з позиції кількості персоналу, що має відповідні знання, навички, творчі здібності та мотивацію до праці в умовах розвитку "Індустрії 4.0" (Agolla, 2018; Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020; Malavika, Mohana, 2021; Mosca, 2020; van Kruining, 2017; Cirillo, Rinaldini, Staccioli, et al., 2021). Значним обмеженням є те, що переваги Четвертої промислової революції надаються відокремлено від можливих ризиків і наслідків для людського капіталу промислових підприємств, зайнятості у промисловості, ринку праці та системи освіти (Shah, Michael, Chalu, 2020<sup>1</sup>; van Kruining, 2017; Mugerwa, 2020).

На основі аналізу діяльності виробничих компаній Німеччини в період розвитку "Індустрії 4.0" виявлено, що стратегічні, оперативні, екологічні та соціальні можливості підприємства є драйверами ефективного впровадження смарт-технологій, але це залежить від характеристик

компанії (Müller, Kiel, Voigt, 2018). Також доведено наявність прямо пропорційного зв'язку між рівнем автоматизації виробництва та безробіттям (Leonhard, 2016). Через відсутність розуміння наслідків нових технологічних розробок може виникати невідповідність на ринку праці стосовно зайнятості та заробітної плати (Ramaswamy, 2018). Тобто деякі тенденції ринку праці уже можна окреслити на основі дослідження впливу Четвертої промислової революції на людський капітал промислового підприємства.

Слід зупинитися на деяких важливих особливостях людського капіталу в умовах розвитку "Індустрії 4.0", коли в результаті автоматизації та роботизації виробництва працівники, з одного боку, мають бути мобільними, адаптивними та гнучкими для швидкого опанування нових знань і відповідних навичок, проходження перекваліфікації, щоб залишатися конкурентоспроможними на ринку праці. Питання мобільності персоналу потребують подальшого дослідження, оскільки вони розглядаються одночасно з особливостями знань, навичок, творчих здібностей та мотивації, але при цьому не надається рекомендацій щодо конкретних механізмів забезпечення мобільності персоналу в умовах цифровізації (Agolla, 2018; Malavika, Mohana, 2021). З іншого боку, збереження здоров'я має розглядатися як запорука працездатності в довгостроковій перспективі, тобто інвестування в навчання та його організація, впровадження інноваційних автоматизованих систем і робототехніки мають відбуватися також з урахуванням впливу на фізичний та психологічний стан працівників. Досвід Великобританії свідчить про переваги формування гнучкого ринку праці, що створює основи для появи нових робочих місць, інвестицій у бізнес та забезпечення конкурентоспроможності. Важливою особливістю є те, що серед показників якості роботи персоналу – умови праці, де окремими елементами виступають здоров'я та безпека праці персоналу (Taylor, Marsh, Nicol, et al., 2017).

<sup>1</sup> Shah N., Michael F., Chalu H. (2020) The Influence of Electronic Human Resource Management Use and Organizational Success: A global conceptualization. *Global Journal of Management and Business Studies*. № 10(1). pp. 9-28. URL: [https://www.ripublication.com/gjmb18/gjmb1810n1\\_02.pdf](https://www.ripublication.com/gjmb18/gjmb1810n1_02.pdf) (дата звернення: 31.08.2021).

При визначенні категорії "людський капітал підприємства" вітчизняні вчені наголошують на сукупності сформованих і розвинених продуктивних здібностей усіх працівників підприємства, маючи при цьому на увазі синергетичні ефекти, які виникають при їх спільному використанні (Брюховецька, Іваненко 2020, с. 26). Важливим є врахування саме індивідуальних особливостей персоналу різних категорій та професій. Оскільки в структурі людського капіталу виокремлюються дві частини (ресурсна – певна сукупність ресурсів і потенційна – здатність реалізувати наявні ресурси), необхідним є досягнення збалансованої структури людського капіталу (Ілляшенко, 2008). Тобто для промислових підприємств важливо не тільки інвестувати у формування людського капіталу, але і створювати відповідні умови для його реалізації.

Розроблення та впровадження авангардних технологій не повинні ставити під загрозу досягнення цілей сталого розвитку, тобто актуальним виявляється не тільки підвищення рівня знань і навичок працівників, але і збереження здоров'я. Крім того, умови смарт-виробництва зі швидкими змінами відповідно до потреб ринку та екологічної ситуації потребують від працівників відповідної мобільності. Саме тому виникає необхідність розгляду людського капіталу промислового підприємства не тільки як сукупності сформованих і розвинених продуктивних здібностей усіх працівників, а за його окремими елементами.

Отже, людський капітал промислового підприємства в умовах розвитку "Індустрії 4.0" доцільно розуміти як сукупність таких елементів людського капіталу працівника: освіта (знання та навички), творчі здібності, мотивація, здоров'я, мобільність. Також особливого значення набуває виявлення наслідків Четвертої промислової революції не тільки для виробничого, але і для адміністративно-управлінського персоналу промислових підприємств, оскільки

цифровізація економіки зумовлює зміну підходів до управління персоналом.

### **Вплив автоматизації та роботизації на людський капітал**

У науці співіснують різноманітні погляди на наслідки розвитку "Індустрії 4.0" для людського капіталу, що обумовлено складністю даного питання. Перш за все це можна пояснити наявністю протилежного та багатофакторного впливу цифровізації залежно від технологічних спроможностей країн, кон'юнктури ринків праці, характеристик робочої сили, демографічних показників, професій, галузей економіки, фактичних показників, потенціалу сфери освіти тощо. Існує думка про те, що найбільші ризики втрати роботи характерні для працівників із низьким рівнем освіти. Як найефективніший метод подолання диференціації навичок розглядається постійна перепідготовка працівників. Разом із тим власне механізми досягнення цього залишаються поза увагою (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020). Інша точка зору на це питання передбачає наявність ризиків для певних професій. Так, наприклад, вчені з Оксфордського університету ідентифікували професії та завдання, які зникають у період смарт-промисловості. На основі цього вони обґрунтували наявність високих ризиків технологічного безробіття внаслідок автоматизації виробництва (Frey, Osborne, 2013).

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) оцінено можливості автоматизації професій для 21 країни на основі підходу, орієнтованого на завдання. Результати дослідження свідчать про те, що в середньому лише 9% професій мають можливості повної автоматизації (Arntz, Gregory, Zierahn, 2016). Також підтверджено неоднорідність автоматизації між країнами. Наприклад, у Кореї 6% робіт можуть бути автоматизованими, в Австрії – 12%. Відмінності між країнами автори пов'язують з особливостями організації робочих місць, а також із рівнем освіти персоналу. При цьому праців-

ники з низьким рівнем освіти належать до групи з більшим ризиком (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020; Arntz, Gregory, Zierahn, 2016), оскільки їм, імовірно, складно буде адаптуватися до змін.

Аналіз можливостей регулювання автоматизації для підприємств та персоналу вказує на те, що оцінки ризиків автоматизації не можуть прирівнюватися з фактичними втратами робочих місць у результаті технічного прогресу, оскільки впровадження нових технологій є повільним процесом; робітники зможуть пристосуватися до технологічних змін на основі виконання нових завдань з метою попередження технологічного безробіття; такі зміни приводять до появи нових робочих місць за рахунок попиту на нові технології (Arntz, Gregory, Zierahn, 2016). При цьому проблема полягає в тому, щоб забезпечити в майбутньому необхідну перепідготовку працівників, особливо з низьким рівнем кваліфікації та освіти. Отже, загрози технологічного безробіття є менш наявними в роботі (Arntz, Gregory, Zierahn, 2016) порівняно з підходом до оцінювання можливостей професій до автоматизації (Frey, Osborne, 2013).

Слід відзначити, що в роботах (Arntz, Gregory, Zierahn, 2016; Frey, Osborne, 2013) досліджено виключно потенціал автоматизації, але поза увагою залишилися такі фактичні показники, як рівень заробітної плати, інвестиції та інші регулятори, що визначають можливість автоматизації певного завдання чи операції. Професії з меншою заробітною платою та вимогами до кваліфікації персоналу мають вищий потенціал автоматизації, але при цьому відзначаються значні відмінності за професіями. Деякі сектори є майже у три рази більш схильними до автоматизації, ніж інші. Наприклад, частка робочих місць із найвищим технічним потенціалом автоматизації промислового виробництва Великобританії складає 49% (Lawrence, Roberts, King, 2017). Важливим має бути не тільки визначення потенціалу автоматизації робочих місць у цілому за професіями, але і до-

слідження цього питання в межах окремих завдань, що виконуються працівниками на конкретних робочих місцях.

Неоптимістичні погляди на вплив автоматизації виробництва на зайнятість висвітлено в роботі (Балацкий, 2019), де автор наголошує на проблемах і загрозах вивільнення робітників розумової (інтелектуальної) праці під впливом Четвертої промислової революції. Акцентується увага на ризиках заміщення людей роботами у виробництві, оскільки тільки найбільш кваліфіковані працівники зможуть конкурувати з роботами щодо продуктивності, а також на автоматизації всіх рутинних завдань і навичок, що може призвести до виникнення технологічного безробіття з відповідним негативними наслідками для економіки, ринку праці та соціальної сфери (Балацкий, 2019; Frey, Osborne, 2013).

Інакше розглядає це питання автор (Bosch, 2016), зосередивши увагу на змінах змісту праці. Науковець надає певні переваги перспективам зниження фізичного навантаження та показників виробничого травматизму за рахунок автоматизованого налагодження обладнання в ситуаціях серйозних порушень технологічних процесів. При цьому разом із позитивним впливом автоматизації на охорону праці можуть виникати певні ризики, наприклад, у рамках таких децентралізованих виробничих систем, як 3D-принтери, а також при застосуванні інших швидких технологій виробництва. Перш за все це шкідливий вплив пилу, хімікатів, лазерного світла за умов, якщо працівники недостатньо та неналежним чином підготовлені для роботи з новими технологіями (EU-OSHA, 2013). Також звертається увага на наявність таких ризиків автоматизації виробництва: психологічні – пов'язані з посиленням тиском на працівників щодо підвищення кваліфікації та навчання, а також на роботодавців стосовно пошуків нових методів мотивації та заохочення; ергономічні – зумовлені зростанням кількості онлайн-робіт; ризики внаслідок появи нових взаємодій людини та ма-



шини; збільшення кількості самозайнятих працівників<sup>1</sup>.

Дослідження ризиків автоматизації у промисловості здійснено European centre for the development of vocational training (CEDEFOP), що вказує на значну відмінність цих процесів у різних країнах ЄС (Cedefop, 2018). McKinsey Global Institute Research проаналізовано більше 2000 видів робіт у межах 800 професій, з яких визначено, що тільки 5% можна повністю автоматизувати. При цьому для 60% професій третина завдань є прийнятною до автоматизації. Зазначається, що більша кількість професій зміниться, ніж будуть автоматизовані. Технічні, економічні та соціальні фактори визначатимуть темпи та масштаби автоматизації. За сценаріями McKinsey половина робіт може бути автоматизованою до 2055 р., але це може відбутися на 20 років раніше чи пізніше – з урахуванням інших економічних умов. Працівникам необхідно буде продовжувати працювати разом із машинами (McKinsey Global Institute, 2017). Тобто вплив автоматизації та роботизації на людський капітал промислових підприємств суттєво відрізнятиметься для різних країн світу, сфер діяльності, галузей промисловості та професій. Саме тому висновки щодо загроз, перспектив, переваг та обмежень автоматизації у промисловості доцільно робити з урахуванням специфіки конкретних промислових підприємств.

Становлять інтерес висновки з приводу активної автоматизації та використання штучного інтелекту, яких дійшов К. Руз (К. Roose), редактор рубрики з технології New York Times. Разом із позитивними поглядами на це питання він звертає увагу на певні особливості та можливі труднощі. Прогнозується зникнення деяких професій та поява нових, але за останні кі-

---

<sup>1</sup> Saunders J. (2019) *The Fourth Industrial Revolution and Social Innovation in the Workplace*. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). 9 p. URL: <https://osha.europa.eu/en/publications/fourth-industrial-revolution-and-social-innovation-workplace/view> (дата звернення: 31.08.2021).

лька десятиліть старі професії зникали швидше, ніж з'являлися нові. Аналіз ефекту впливу автоматизації на економіку у ХХ ст. свідчить, що ситуація була протилежною стосовно зміни професій. Занепокоєння також викликають випадки, коли керівники компаній використовують автоматизацію виключно для заміщення працівників, не здійснюючи при цьому трансформації підприємства та не створюючи нових продуктів. К. Руз стверджує, що люди не зовсім правильно підготовлені до змін у результаті Четвертої промислової революції, оскільки у пріоритеті був тільки розвиток технічних навичок у таких сферах, як інформатика, математика, техніка та ін. При цьому акцент зроблено на максимізацію продуктивності працівників та ефективне використання часу. Але доцільно звернути увагу і на те, щоб люди розвивали ті здібності, з якими машини не зможуть впоратися, замість того, щоб змагатися з технікою<sup>2</sup>. Які б інженерно-технічні навички (hard skills) працівник не мав, він ніколи не буде таким ефективним, як робот. Замість того, щоб намагатися конкурувати з машинами, працівникам доцільно вдосконалювати свої особистісні та комунікативні навички (soft skills), а також ті речі, які може робити тільки людина, наприклад, виявляти співчуття, критичне мислення, силу волі, впевненість тощо<sup>3,4</sup>.

Як відзначено вище, ризики та перспективи автоматизації у промисловості важливо ідентифікувати з урахуванням специфіки конкретного промислового підпри-

---

<sup>2</sup> Roose K. (2021) *The Age Of Automation Is Now: Here's How To 'Futureproof' Yourself*. URL: <https://www.npr.org/2021/03/16/977769873/the-age-of-automation-is-now-heres-how-to-futureproof-yourself> (дата звернення: 31.08.2021).

<sup>3</sup> Roose K. (2021) *Humanity in an automated future*. Bultic Industry. URL: <https://bindustry.eu/humanity-in-an-automated-future/> (дата звернення: 31.08.2021).

<sup>4</sup> Roose K. (2021, February) *The value of your humanity in an automated future* [Video]. TED Conferences. URL: [https://www.ted.com/talks/kevin\\_roose\\_the\\_value\\_of\\_your\\_humanity\\_in\\_an\\_automated\\_future](https://www.ted.com/talks/kevin_roose_the_value_of_your_humanity_in_an_automated_future) (дата звернення: 31.08.2021).

ємства, але деякі тенденції можливо узагальнити на основі сучасних наукових досліджень і представлених прогнозів та аналітичних оглядів автоматизації (Frey, Osborne, 2013; Bosch, 2016; Arntz, Gregory, Zierahn, 2016; Lawrence, Roberts, King, 2017; Балацкий, 2019). Важливо розуміти, що не професії замінюватимуться комп'ютерними алгоритмами та роботами, а лише окремі завдання, які виконуються в межах конкретної професії. Спроможність до автоматизації за певною професією може відрізнятися для кожного окремого підприємства (Arntz, Gregory, Zierahn, 2016).

Міжнародний аналіз потенційних наслідків автоматизації свідчить, що в довгостроковій перспективі особливо вразливими щодо автоматизації можуть виявитися робітничі спеціальності, які не потребують високої кваліфікації. Це вказує на важливість інвестицій у безперервне підвищення кваліфікації та підготовки кадрів. Для працівників із високим рівнем освіти ризику втрати роботи є нижчими порівняно з працівниками низької кваліфікації. Рівень освіти визначається як вагомий фактор, оскільки значною мірою впливає на спроможність своєчасної адаптації персоналу до технологічних змін. Крім того, важливо враховувати темпи автоматизації робочих місць у довгостроковій перспективі, що значно відрізняються за країнами світу (наприклад, для Словаччини – понад 40%, а для Кореї – навіть не досягає 25%). Також нерівномірним є розподіл робочих місць з високими ризиками зникнення за країнами та хвилями автоматизації. На це значною мірою впливають особливості технологічного розвитку<sup>1</sup>.

Отже, автоматизація робочих місць у довгостроковій перспективі є нерівномірним процесом за країнами світу та відріз-

няється за часовими і змістовними характеристиками. Потенційні темпи автоматизації також відрізняються за країнами, сферами діяльності, професіями, категоріями працівників та за хвилями автоматизації. При цьому розглядається потенціал автоматизації та неповною мірою враховуються його реальні можливості, адже фактичне скорочення робочих місць може і не досягти потенційних показників. Автори відзначають, що потенціал автоматизації за одним і тим самим завданням може суттєво відрізнятися залежно від країни та специфіки підприємства. Саме тому дослідження впливу автоматизації на зайнятість доцільно здійснювати з урахуванням особливостей конкретного промислового підприємства, інноваційно-технологічних тенденцій розвитку певної галузі та рівня інноваційного розвитку конкретної країни. При цьому хвилі автоматизації не збігаються за часом у різних країнах, галузях та за професіями.

Ризики потенційної автоматизації значною мірою залежать від галузі економіки. Так, за оцінками, до 2030 р. найбільша частка робочих місць може бути автоматизована у сферах транспортних і складських послуг (52%), а також у промисловому виробництві (45%). В абсолютному вираженні найбільшу кількість робочих місць, що можуть бути автоматизовані, має промисловість. Крім того, для країн із високим рівнем концентрації трудових ресурсів у промислових секторах відзначаються вищі потенційні темпи автоматизації (за інших рівних умов). Вважається, що для промислового виробництва характерною є більш висока частка ручної праці та рутинних робіт, які мають найбільшу ймовірність автоматизації. При цьому необхідно враховувати рівень підготовки, освіти, кваліфікації персоналу, необхідний для виконання завдань на автоматизованих робочих місцях, а також поточний рівень розвитку технологій у країні. Разом із тим у сферах охорони здоров'я, соціального забезпечення та освіти відзначається низький потенціал автоматизації. Очікується зростання

<sup>1</sup> PwC (2020). *Украдут ли работы наши рабочие места?* Международный анализ потенциальных долгосрочных последствий автоматизации. URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/collection/how-will-automation-impact-jobs-de-signer.pdf> (дата звернення: 31.08.2021).

кількості робочих місць у сферах будівництва та освіти<sup>1</sup>.

При визначенні ризиків автоматизації слід зауважити, що технологічний розвиток України значно поступається світовим лідерам у сфері високих технологій (наприклад Німеччині). Важливо звертати увагу і на швидкість технологічних змін у країні. Однак ці питання не враховуються в сучасних дослідженнях<sup>2</sup>. Так, наприклад, професії майбутнього та перспективи ринку праці формуються без урахування періоду автоматизації, а також технологічного потенціалу промислових підприємств України щодо автоматизації.

Підсумовуючи вищезазначені тенденції, слід відзначити, що роботизація виробництва не може розглядатися як суто позитивна або негативна тенденція стосовно людського капіталу промислових підприємств, ринку праці, зайнятості у промисловості. Безумовно, що виникатимуть певні ризики, але вони не мають розглядатися як універсальні та обов'язкові для всіх країн, підприємств і професій. Зумовлено це набором факторів, які визначають напрями і перспективи автоматизації та роботизації, серед яких: технічні можливості, вартість розроблення та реалізації рішень, динаміка ринку праці, економічні переваги; соціальне та нормативно-правове визнання (хвилювання та дискомфорт працівників із приводу можливої втрати роботи). Також виникає питання щодо відповідності навичок персоналу потребам Четвертої промислової революції. Автоматизація забезпечує вивільнення людського капіталу, який може бути перерозподілений в інші сфери, де існує попит. При цьому може виникати

<sup>1</sup> PwC (2020). *Украдут ли роботы наши рабочие места? Международный анализ потенциальных долгосрочных последствий автоматизации*. URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/collection/how-will-automation-impact-jobs-designer.pdf> (дата звернення: 31.08.2021).

<sup>2</sup> Зайцева-Чіпак Н. О., Саприкіна М. А., Гондюл О. Д. *Дослідження Future of work 2030. Як підготуватися до змін в Україні*. 124 с. URL: <https://careerhub.in.ua/future-of-work-research> (дата звернення: 31.08.2021).

проблема невідповідності навичок, що потребує часу на навчання, затримуючи перерозподіл кадрів на ринку праці. З іншого боку, також важливо враховувати, що коли кількість працівників є значною та їх фізична праця є дешевшою порівняно з витратами на автоматизацію, то це може бути вирішальним аргументом проти неї (McKinsey Global Institute, 2017).

Промисловість віднесено до сфери з найбільшими ризиками автоматизації, оскільки саме для промислового виробництва характерна значна частка рутинних завдань. Незважаючи на наявність різних міжнародних прогнозів, питання впливу автоматизації та роботизації на зайнятість залишаються дискусійними. Перш за все, аналіз впливу автоматизації на зайнятість у промисловості має здійснюватися з урахуванням специфіки промислових підприємств, рівня технологічного розвитку країни та особливостей її людського капіталу.

#### **Проблема відповідності навичок персоналу новим потребам промисловості**

Дослідження проблем людського капіталу набуває актуальності в умовах розвитку "Індустрії 4.0". Так, аналіз впливу "Індустрії 4.0" на промислові підприємства Німеччини дозволив визначити нові можливості для людей під впливом "Індустрії 4.0" та проблеми щодо кваліфікації персоналу, а також необхідність подальших досліджень ролі кваліфікації співробітників та її відповідності потребам "Індустрії 4.0" (Müller, Kiel, Voigt, 2018).

Оцінка відповідності навичок персоналу потребам цифрової економіки у країнах ЄС свідчить про неоднорідність розвитку "Індустрії 4.0" і нерівномірність розподілу та забезпечення кваліфікованим персоналом. Світовими лідерами за інноваціями та цифровізацією є Фінляндія, Швеція, Нідерланди та Данія. Вони характеризуються спроможністю до розроблення інновацій та впровадження нових технологій, а також здатністю людського капіталу адаптуватися до технологічних змін. У цих країнах розвинуті партнерські взаємовідноси-

ни між університетами, бізнесом, проєктами з досліджень і розробок. Менш розвинуті країни ЄС більш повільно адаптуються до цифрових і технологічних змін через повільніше розповсюдження технологій у виробничому секторі та дефіцит цифрових навичок у працівників. Європейські країни з більшим відсотком студентів, випускників у сферах ІКТ і STEM, а також працівників із технічними та цифровими навичками мають більший потенціал щодо адаптації до нових технологій у виробничому секторі. Щодо розподілу робочої сили з просунутими цифровими навичками, то такі працівники надаватимуть перевагу розвинутим країнам і великим компаніям, які пропонують вищу заробітну плату (Marinas, Dinu, Socol et al., 2021).

Характерні особливості "Індустрії 4.0" потребують креативних і винахідливих працівників. Такі компетенції, як навички, здібності, знання, ставлення (поведінка, погляди) та мотивація індивіда потрібні, щоб упоратися із завданнями та проблемами, як це регламентує смарт-виробництво. Якщо підприємство не навчиться максимально ефективно використовувати креативних працівників, то воно рано чи пізно припинить своє існування в результаті банкрутства. У ситуації, коли переваги щодо працевлаштування та просування будуть надаватися тим працівникам, які є привітними та легко піддаються управлінню, підприємство в перспективі виявиться посереднім і не більше цього. Пригнічення креативності чи творчості є шкідливим для організаційного зростання. Переважна більшість організацій піклується про інновації, але дуже мало тих, які дійсно готові робити те, що необхідно для забезпечення щастя творчих людей або, як мінімум, їх продуктивності. Незалежно від форми чи структури винагороди мають розглядатися для мотивації та збереження творчого людського капіталу в умовах смарт-виробництва (Agolla, 2018).

Також виникає потреба в нових навичках персоналу, які є більш складними,

ніж навички у сфері ІКТ. Це можуть бути аналітичні (для роботи з великими масивами інформації, виявлення проблем та їх своєчасного вирішення), комунікаційні, креативні, адаптивні навички. Також набувають актуальності навички управління часом (time management). При цьому цифрові технологічні трансформації відбуваються швидше, ніж спроможність промислових підприємств знаходити працівників із відповідними навичками (Marinas, Dinu, Socol et al., 2021).

Дж. Аголла (J.E. Agolla) розглядає людський капітал підприємства як сукупність освіти, досвіду, знань, навичок, які мають працівники та використовують їх з метою створення цінності для підприємства. При цьому особливе значення автор приділяє такому елементу людського капіталу підприємства, як освіта (Agolla, 2018). В окремих дослідженнях акцентується увага на тому, що в умовах розвитку "Індустрії 4.0" неможливо передбачити навички та знання, які можуть знадобитися працівникам через 5 років, а тому вони повинні бути адаптивними до організаційних змін і мати бажання навчатися впродовж всього життя (Malavika, Mohana, 2021). Людський розум та інтелект є основою появи нових інформаційних технологій та інновацій. Важливі завдання персоналу передбачають технічне обслуговування технологій 4.0, але, крім цього, людський капітал у промисловості та на ринку праці необхідно навчити для забезпечення впровадження, експлуатації, безперервної роботи й обслуговування автоматизованих систем належним чином. Часові рамки впровадження "Індустрії 4.0" є відносно великими та потребують зусиль усіх галузей промисловості (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020).

European Institute for Innovation-Technology (EIT) виник у 2019 р. з метою сприяння розвитку "Індустрії 4.0". Значна увага EIT приділяється підготовці кваліфікованих кадрів у Європі, здатних ефективно працювати в умовах цифровізації. При цьому основний акцент – на формуванні та

реалізації заходів щодо навчання та підвищення кваліфікації кадрів на основі забезпечення трикутника знань (EIT Knowledge Triangle). Чільне місце посідають освітні заходи, які залучають учнів для забезпечення кваліфікованою робочою силою в майбутньому. З метою передачі знань і подолання розриву між промисловістю та наукою створено Teaching & Learning factories<sup>1,2</sup>. Зростання кількості випускників у сфері ІКТ і STEM-спеціальностей розглядається як передумова підвищення кваліфікації майбутньої робочої сили відповідно до технологічних проблем (Marinas, Dinu, Socol et al., 2021). З метою формування творчої особистості, яка одночасно матиме інженерно-технічні, комунікаційні, мотиваційні та відповідні особистісні навички, у зарубіжних країнах активно відбувається інтеграція блоку мистецтва (Arts) до програм STEM-підготовки, що передбачає формування підходу до розвитку STEAM-персоналу (Conradty, Sotiriou, Vogner, 2020).

Інноваційні технології створили можливість появи нових продуктів і послуг, що обумовило значні трансформації особистого та професійного життя, підкреслюючи взаємодію між машинами та людьми. Разом із тим визначаються ризики для промислового виробництва, пов'язані зі зникненням людського капіталу з технології виробництва (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020). Видатний американський письменник XIX ст. Е. Хаббард (E. Hubbard) дуже влучно підкреслив: "Одна машина може

виконувати роботу п'ятдесяти звичайних людей. Жодна машина не здатна виконати роботу однієї унікальної людини" (Ratcliffe, 2017). Взаємодія людини та машини має розвиватися на основі підходу, орієнтованого на споживача (user-centred approach), з урахуванням конкретного завдання та ситуації (Agolla, 2018). Мобільність, гнучкість та індивідуальність вважаються важливими характеристиками персоналу в умовах цифровізації<sup>3</sup>.

Упровадження роботів у виробничі процеси значною мірою знижує автономію робітників та підвищує форми управлінського контролю (Cirillo, Rinaldini, Staccioli, et al., 2021). Це впливає на поведінку персоналу, а також може розглядатися як одна з передумов "вигорання" працівників творчих професій<sup>4</sup>. Задоволення та благополуччя працівників є дуже важливим для розвитку творчих здібностей. На підприємствах доцільно організовувати технічне навчання з метою підвищення рівня знань і навичок, проводити мотиваційні тренінги з метою підтримки морального духу та попередження "вигорання" персоналу (Zainab, Akbar, Julie, 2020). Зміна поведінки персоналу та вимог до нього в результаті автоматизації, а також активний розвиток інновацій у сфері ІКТ потребують відповідних підходів до управління персоналом. Промислові підприємства мають удосконалити системи управління персоналом з метою набуття конкурентних переваг і забезпечення соціальної та економічної стійкості. Перспективним підходом є перехід до Electronic human resource management (E-HRM), який за умов ефективної реалізації має значні переваги як для персоналу, так і для підприємства (Van Kruining, 2017;

<sup>1</sup> EIT (2021). *Manufacturing RIS to launch activities worth EUR 5 million to boost European manufacturing industry competitiveness*. European Institute for Innovation-Technology. Paris, 28 April 2021. Press release. URL: [https://eitmanufacturing.eu/wp-content/uploads/Press-Release\\_EITM\\_RIS\\_Apr 2021\\_EN.pdf](https://eitmanufacturing.eu/wp-content/uploads/Press-Release_EITM_RIS_Apr 2021_EN.pdf) (дата звернення: 31.08.2021).

<sup>2</sup> EIT (2021). *New EIT initiative launched to boost innovation in higher education*. European Institute for Innovation-Technology. Paris. 28 April 2021. Press release. URL: [https://eitmanufacturing.eu/wp-content/uploads/PR\\_EIT\\_HEI\\_Initiative\\_EM\\_BARGOED\\_24March2020.pdf](https://eitmanufacturing.eu/wp-content/uploads/PR_EIT_HEI_Initiative_EM_BARGOED_24March2020.pdf) (дата звернення: 31.08.2021).

<sup>3</sup> Langenstein T., Užík M., Ruščáková A. (2017) Human Capital in Digital Age. *VEREJNÁ SPRÁVA A SPOLOČNOSŤ*. № 1 (18). pp. 57-69. URL: [http://www.vsas.fvs.upjs.sk/files/vsas\\_2017\\_1.pdf#page=57](http://www.vsas.fvs.upjs.sk/files/vsas_2017_1.pdf#page=57) (дата звернення: 31.08.2021).

<sup>4</sup> Harfoush R. (2020). *How burnout makes us less creative* [Video]. TED Conferences. URL: [https://www.ted.com/talks/rahaf\\_harfoush\\_how\\_burnout\\_makes\\_us\\_less\\_creative](https://www.ted.com/talks/rahaf_harfoush_how_burnout_makes_us_less_creative) (дата звернення: 31.08.2021).

Mosca, 2020; Mugerwa, 2020). Важливо визначити вплив на людський капітал промислового підприємства нових методів управління, які виникають у результаті розвитку інформаційних технологій. Зміни внаслідок цифровізації функцій управління персоналом на основі впровадження E-HRM розглядаються як позитивні для підприємства<sup>1</sup>. Реалізація цього підходу має велике значення для забезпечення соціальної стійкості підприємства, але необхідним є досягнення балансу зі стійкістю економічного та зовнішнього середовища (Mugerwa, 2020).

Однак технології E-HRM мають свої особливості, наслідки та ризики і тому потребують окремого дослідження (Van Kruining, 2017; Mosca, 2020). Перш за все це стосується здатності персоналу впроваджувати нові методи управління, що може обмежуватися відсутністю відповідних знань, навичок, здібностей і мотивації.

#### **Фактори та наслідки впливу "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства**

Виявлення особливостей людського капіталу в умовах "Індустрії 4.0", впливу автоматизації та роботизації на людський капітал, а також невідповідності навичок персоналу новим потребам промисловості дозволило систематизувати деякі важливі фактори впливу Четвертої промислової революції на людський капітал промислових підприємств та узагальнити певні наслідки для системи освіти, зайнятості у промисловості та ринку праці (див. таблицю).

Фактори впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства є взаємопов'язаними та можуть викликати появу нових. Це потребує цілеспрямованої та налагодженої роботи

щодо їх своєчасного виявлення та відповідного аналізу можливих наслідків. З урахуванням швидкості змін у сфері смарт-промисловості у світі такий моніторинг може бути інтегрований в інформаційно-аналітичну систему підприємства з метою забезпечення своєчасної підтримки прийняття управлінських рішень. Вибір факторів визначається особливостями та характеристиками внутрішнього і зовнішнього середовища підприємства і тому в умовах динамічних інноваційних змін може доповнюватися.

Визначено такі основні фактори впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства: впровадження кіберфізичних систем у виробництво; автоматизація рутинних завдань, яка супроводжується швидкою зміною робочих завдань працівників; підприємство має швидко реагувати на потреби ринку та екологічної ситуації; автоматизація обладнання, виробничих технологій та виробництва; комп'ютеризація робочих місць; впровадження авангардних смарт-технологій; впровадження інформаційних систем штучного інтелекту; орієнтація виробництва на споживача та розвиток одичного виробництва (на замовлення); розвиток інформаційних технологій і необхідність досягнення підприємством конкурентних переваг; поява нових ризиків для здоров'я персоналу в результаті автоматизації виробництва.

Відбір факторів впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства здійснено на основі аналізу публікацій зарубіжних учених. Це аргументовано необхідністю дослідження провідного зарубіжного досвіду щодо вирішення актуального науково-практичного завдання. Такі країни, як Німеччина, Фінляндія, Швеція, Нідерланди, Данія, випереджають Україну за рівнем розвитку "Індустрії 4.0". На етапі аналізу досвіду інших країн світу фактори впливу доцільно обирати за результатами, представленими в роботах зарубіжних авторів.

<sup>1</sup> Shah N., Michael F., Chalu H. (2020). The Influence of Electronic Human Resource Management Use and Organizational Success: A global conceptualization. *Global Journal of Management and Business Studies*. № 10(1). pp. 9-28. URL: [https://www.ripublication.com/gjmb18/gjmb18n1\\_02.pdf](https://www.ripublication.com/gjmb18/gjmb18n1_02.pdf) (дата звернення: 31.08.2021).

Таблиця – Систематизація факторів і наслідків впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства

Фактор впливу	Вплив на людський капітал підприємства	Наслідки для системи освіти, зайнятості у промисловості та ринку праці
1	2	3
Упровадження кіберфізичних систем у виробництво	<b>Освіта (знання та навички), творчі здібності.</b> Взаємодія між робітниками та машинами – ключові моменти. Виникає необхідність відповідної підготовки на навчання з метою мінімізації ризиків для здоров'я. Посилення значення творчості та винахідливості працівників для роботи в нових інтелектуальних виробничих системах	Виникає необхідність революції в системах освіти з метою забезпечення інтелектуального виробництва відповідним людським капіталом. "Індустрія 4.0" потребує формування відповідної "Освіти 4.0", а також узгодження інтересів держави, бізнесу та персоналу. Важливим є розроблення підходу до реформування освіти з урахуванням соціальних, демографічних, культурних особливостей, а також ресурсної та потенційної складових людського капіталу певної країни
Автоматизація рутинних завдань, яка супроводжується швидкою зміною робочих завдань працівників	<b>Освіта (знання та навички), мобільність.</b> Можливості особистісного розвитку та прихильність до навчання впродовж усього життя мають бути відповідальністю самого працівника та підприємства. Працівники мають бути адаптивними та мобільними	Перспективи розвитку дистанційної роботи з огляду на те, що команди персоналу смарт-виробництва можуть бути різноманітними як за культурою, так і за освітою та географічним розташуванням
Здатність підприємства швидко реагувати на потреби ринку та екологічної ситуації	<b>Мобільність, мотивація.</b> Гнучкість робочого часу, змісту праці, робочих місць, мислення працівників. Потрібна здатність трансформації стилів управління та лідерства з механістичного в ціннісно-орієнтоване управління (value-driven management)	Ризики зникнення людського капіталу з технології виробництва та зростання рівня безробіття. Структурні зміни людського капіталу потребують його перерозподілу. Створення нових професій та планування появи нових виробничих майданчиків у промисловості.
Автоматизація обладнання, виробничих технологій і виробництва; комп'ютеризація робочих місць; упровадження авангардних смарт-технологій	<b>Творчі здібності, мотивація.</b> Підвищення продуктивності праці персоналу. Ризики зниження творчих здібностей працівників, оскільки людський капітал може викликати суперечки, тоді як пристрої оптимізовані, налаштовані та запрограмовані на виконання, незважаючи на можливі помилки. Зниження автономії робітників, підвищення форми управлінського контролю	На ринку праці має формуватися пропозиція висококваліфікованих працівників для задоволення потреб виробництва та споживачів
Орієнтація виробництва на споживача та розвиток одиничного виробництва	<b>Освіта (знання та навички).</b> Необхідність навчання персоналу для роботи з новими технологіями, тому що машини не зможуть вирішувати проблеми виробництва вишуканої продукції на замовлення	Порушення безпеки даних під час роботи із системами штучного інтелекту
Впровадження інформаційних систем штучного інтелекту.	<b>Організаційний (структурний) капітал.</b> Ризики втрати конфіденційної інформації щодо людського капіталу підприємства	

1	2	3
Розвиток інформаційних технологій та необхідність досягнення підприємством конкурентних переваг.	<b>Організаційний (структурний) капітал. Потенційна частина людського капіталу.</b> Необхідність упровадження нового методу управління людськими ресурсами E-HRM, що дозволить знизити кількість адміністративно-управлінського персоналу на підприємстві <sup>1</sup> , забезпечить прискорення та спрощення виконання функцій. Але при цьому постає проблема безпеки даних. Також важливо врахувати специфіку підприємства	Професія HRM не зникне, оскільки фахівці з управління персоналом зможуть звільнитися від тягря адміністративної діяльності та присвятити себе консультуванню на стратегічному рівні. Це можливо за умов відповідного навчання персоналу. Поширення такого явища, як аутсорсинг персоналу на ринку праці
Поява нових ризиків для здоров'я персоналу в результаті автоматизації виробництва.	<b>Здоров'я.</b> Підвищення ризиків виникнення нових професійних захворювань і нещасних випадків на виробництві. Виникає необхідність підготовки експертів у сфері охорони праці відповідно до стандартів "Індустрії 4.0"	Зміни стандартів щодо охорони праці потребують відповідного законодавства, а також інтеграції нових вимог до системи освіти з метою забезпечення підготовки фахівців з питань безпеки та охорони праці на виробництві

*Джерело:* складено за (Agolla, 2018; Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020; Malavika, Mohana, 2021; Mosca, 2020; Van Kruining, 2017; Cirillo, Rinaldini, Staccioli, et al., 2021; Serap, 2021; Badri, Boudreau-Trudel, Souissi, 2018).

Необхідність систематизації факторів і наслідків впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства зумовлена відсутністю комплексності дослідження впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства за різними факторами в рамках одного дослідження. При цьому увага приділяється окремим елементам людського капіталу та факторам і не враховуються можливі наслідки для системи освіти, зайнятості у промисловості та ринку праці (Agolla, 2018; Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020; Malavika, Mohana, 2021; Mosca, 2020; Van Kruining, 2017; Cirillo, Rinaldini, Staccioli, et al., 2021). Крім того, поза увагою залишаються такі можливі ризики автоматизації, як невідповідність смарт-технології принципам сталого розвитку, порушення безпеки праці під час

розроблення та впровадження інновацій тощо. Відповідно і ризики погіршення здоров'я працівників промислового підприємства, у промисловості загалом і на ринку праці в умовах "Індустрії 4.0" не беруться до уваги в дослідженнях впливу Четвертої промислової революції на людський капітал промислових підприємств з урахуванням впливу на інші елементи, такі як освіта (знання та навички), творчі здібності, мотивація, мобільність. Тобто вплив автоматизації на здоров'я розглядається відокремлено від впливу на інші складові людського капіталу (Serap, 2021; Badri, Boudreau-Trudel, Souissi, 2018).

Доцільно також відзначити неоднозначність розуміння категорії людського капіталу підприємства. Так, наприклад, існують дослідження, у яких значна увага приділяється не власне впливу на людсь-

<sup>1</sup> Shah N., Michael F., Chalu H. (2020) The Influence of Electronic Human Resource Management Use and Organizational Success: A global conceptualization. *Global Journal of Management and Business Studies*. №10(1). pp. 9-28. URL: [https://www.ripublication.com/gjmbs18/gjmbsv10n1\\_02.pdf](https://www.ripublication.com/gjmbs18/gjmbsv10n1_02.pdf) (дата звернення: 31.08.2021).



кий капітал промислового підприємства, а змінам методів управління людськими ресурсами в результаті Четвертої промислової революції (Van Kruining, 2017; Shah, Michael, Chalu, 2020; Mosca, 2020). Іншими словами, увага більше зосереджується не на ресурсній, а на потенційній складовій людського капіталу промислового підприємства. Такий підхід може обмежувати здатність обирати коректні та обґрунтовані методи управління, оскільки незначна увага приділена дослідженню наявних ресурсів, але акцент зроблено більше на створенні умов для їх реалізації. Методи управління, зміни організаційної структури та питання інформаційної безпеки доцільно відносити не до людського (особистісного) капіталу, а до організаційного (структурного) капіталу підприємства (Mention, 2012). Наприклад, ризики втрати конфіденційної інформації щодо людського капіталу підприємства слід розглядати як вплив на організаційний капітал, а не на людський, як у роботі (Sima, Gheorghe, Subić et al., 2020). Безумовно, ці капітали є взаємопов'язаними, оскільки саме персонал підприємства бере участь у їх формуванні та реалізації. Пояснення цього можна отримати, якщо звернути увагу на те, що людський (особистісний) та організаційний (структурний) капітали належать до структури інтелектуального капіталу підприємства, центральним елементом якого є саме людський (Ілляшенко, Голишева, Колодка, 2017).

Окреслені питання та дискусійні положення потребують подальших досліджень, тому що проблеми людського капіталу є складними і багатогранними, а отже, їх наслідки характеризуються неоднозначністю. У зв'язку з цим підходи до усунення або мінімізації ризиків мають обиратися з урахуванням специфіки промислових підприємств, технологічних спроможностей і системи освіти країни, особливостей ринку праці, зайнятості у промисловості, а також багатьох інших факторів зовнішнього та внутрішнього середовища підприємств.

*Висновки.* За результатами аналізу впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства до основних тенденцій змін на рівні люд-

ського капіталу промислового підприємства віднесено: зростання значення творчості, винахідливості, адаптивності працівників, їх прихильності до навчання впродовж усього життя; посилення ролі гнучкості робочого часу, змісту праці, робочих місць і мислення працівників; необхідність зміни стилів управління та лідерства з механістичного на ціннісно-орієнтоване управління, а також переходу до E-HRM.

Ризиками для людського капіталу промислового підприємства є такі: втрата конфіденційної інформації через впровадження інформаційних систем; поява нових ризиків для здоров'я та зниження творчих здібностей працівників у результаті автоматизації, "вигорання", невідповідної мотивації та неефективного управління. Разом із тим слід відзначити, що вплив "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства також пов'язується зі зниженням кількості адміністративно-управлінського персоналу, зростанням продуктивності праці, прискоренням і спрощенням виконання функцій. Питання щодо наслідків таких змін залишаються відкритими як для промислових підприємств, так і для ринку праці загалом, оскільки напрям впливу має визначатися з урахуванням особливостей технологічного розвитку країни, демографічних показників, параметрів ринку праці, а також специфіки конкретних промислових підприємств.

Виявлено наслідки та зміни в системі освіти, зайнятості у промисловості та на ринку праці, що вказують на: необхідність формування відповідної "Освіти 4.0"; перспективи розвитку дистанційної роботи; зникнення деяких професій і створення нових; розвиток аутсорсингу персоналу на ринку праці; зміну змісту праці деяких професій; потреби у зміні стандартів охорони праці відповідно до появи нових ризиків для здоров'я персоналу та особливостей системи охорони праці в умовах розвитку "Індустрії 4.0". При цьому вчені розглядають ризики щодо зникнення людського капіталу з технології виробництва та зростання рівня безробіття, безпеки даних, дефіциту кваліфікованої робочої сили з цифровими навичками, а також появу но-

вих ризиків для здоров'я. У результаті узагальнення наведених викликів і протиріч щодо впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства встановлено, що на сучасному етапі не сформовано чіткого уявлення про наслідки автоматизації для ринку праці та зайнятості у промисловості.

Аналіз впливу розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства дозволив узагальнити деякі тренди, які домінують у зарубіжних країнах. Зокрема, актуальними та перспективними є такі: розвиток гнучкого ринку праці з метою появи нових робочих місць, інвестицій і підвищення конкурентоспроможності; забезпечення умов праці, орієнтованих на мінімізацію ризиків для здоров'я персоналу; підготовка STEM- і STEAM-персоналу, здатного ефективно вирішувати завдання в умовах "Індустрії 4.0"; орієнтація на важливість удосконалення особистісних і комунікаційних навичок (soft skills) персоналу; упровадження нових методів управління людськими ресурсами (E-HRM і ціннісно-орієнтоване управління тощо); урахування інноваційно-технологічних особливостей розвитку певної галузі, рівня інноваційного розвитку країни та її людського капіталу; інвестиції в безперервне підвищення кваліфікації та підготовку кадрів тощо. При цьому в Європі промисловість віднесено до сфери з найвищими ризиками автоматизації через найбільшу кількість рутинних завдань.

Промисловість України не належить до сфери з високими ризиками автоматизації. Це обґрунтовано низьким рівнем автоматизації вітчизняного виробництва, що пояснюється наявністю дешевої робочої сили, відсутністю досвіду та відповідної науково-методичної бази. За таких умов не завжди виправданим є інвестування в роботизацію. З іншого боку, дисбаланс вітчизняного ринку праці виявляється в дефіциті промислового персоналу певних професій, наприклад, для вугледобувної, металургійної, енергетичної та машинобудівної галузей. Такі тривалі тенденції зумовлені неефективністю системи підготовки кадрів для промисловості, непопулярністю цих

професій серед молоді протягом тривалого часу. Вони значною мірою посилюються еміграційними процесами в Україні. З огляду на це висновки щодо загроз автоматизації доцільно робити на основі дослідження тенденцій ринку праці за професійними групами у промисловості, а також з урахуванням особливостей конкретного промислового підприємства та його людського капіталу. Необхідно також урахувати високі показники виробничого травматизму в Україні, оскільки умови праці у вітчизняній промисловості найчастіше не відповідають світовим стандартам. Саме тому роботизація може розглядатися як фактор підвищення безпеки праці за умов формування відповідних підходів до її впровадження в діяльність промислових підприємств.

Україна має адаптувати сучасні європейські тренди до реалій ринку праці та потенціалу промислових підприємств щодо автоматизації. У перспективі роботизація може найбільшою мірою загрожувати переважно розвинутим і конкурентоспроможним секторам, серед яких слід електроенергетика, чорна металургія та ін. Однак навіть це можна вважати потенційними ризиками, оскільки перешкоди на шляху автоматизації промисловості України проявляються у відсутності відповідної для цього наукової та технічної бази, фінансування, державної підтримки, а також зацікавленості керівництва, інженерно-технічного і виробничого персоналу.

Забезпечення технологічного розвитку є дуже важливим для України. Необхідною умовою для цього є поєднання зусиль та дій уряду, вищих навчальних закладів, власників і керівників промислових підприємств з метою формування відповідної промислової політики, орієнтованої на такий розвиток "Індустрії 4.0", що мінімізуватиме ризики для ринку праці та людського капіталу промислових підприємств.

Перспективними напрямками подальших досліджень є: аналіз динаміки ринку праці з метою визначення факторів впливу на людський капітал промислових підприємств України; розроблення та впровадження відповідних підходів до управління

людським капіталом промислового підприємства з урахуванням поведінки персоналу, що позначається на його мотивації до навчання та дотримання стандартів з охорони праці, мобільності, креативності, адаптивності тощо. Усі ці характеристики є важливими для формування конкурентоспроможного людського капіталу промислових підприємств, що в перспективі сприятиме забезпеченню позитивного впливу цифровізації на людський капітал, а також попередженню ризиків для ринку праці. Також окремого дослідження потребує питання пошуку ефективних інструментів і методів мінімізації негативних наслідків впливу Четвертої промислової революції на людський капітал промислових підприємств, зайнятість у промисловості та ринок праці.

Необхідність досягнення промисловими підприємствами та суспільством загалом цілей сталого розвитку актуалізує врахування факторів, які можуть впливати на здоров'я працівників. Перспективним є розроблення відповідних науково-методичних підходів до оцінювання впливу розвитку "Індустрії 4.0" на окремі елементи людського капіталу промислового підприємства. Вони мають бути спрямовані на визначення того, які елементи людського капіталу промислового підприємства: потребують більшої уваги керівництва та менеджменту; мають аналізуватися в динаміці та потребують гнучкості персоналу, відповідного регулювання, формування системи менеджменту; можуть визначатися на довгострокову перспективу тощо. Наявність таких даних дозволить формувати напрями управління людським капіталом промислового підприємства, а також рекомендації щодо вдосконалення системи освіти, регулювання зайнятості у промисловості та на ринку праці.

### Література

Антонюк В.П. (2007). Формування та використання людського капіталу в Україні: соціально-економічна оцінка та забезпечення розвитку: монографія. До-

нецьк: Ін-т економіки пром-сті НАН України. 348 с.

Балацкий Е. В. (2019). Глобальные вызовы четвертой промышленной революции. *Terra Economicus*. № 17(2). С. 6-22. DOI: 10.23683/2073-6606-2019-17-2-6-22

Брюховецька Н. Ю., Іваненко Л. В. (2020). *Оцінювання людського капіталу та доданої вартості підприємств: теорія та практика*: монографія. НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2020. 184 с.

Доронін А. В. (2008). *Поведінка персоналу виробничої організації. Оцінка, управління, розвиток*: монографія. Харків: ІНЖЕК. 320 с.

Ілляшенко С. М. (2008). Сутність, структура і методичні основи оцінки інтелектуального капіталу підприємства. *Економіка України*. № 11. С. 16-26.

Ілляшенко С. М., Голишева Є. О., Колодка А. В. (2017). *Управління інтелектуальним капіталом підприємства*: монографія. Суми: ТОВ «Триторія». 360 с.

Руссиян О. А. (2020). Сталый розвиток промислового підприємства в умовах цифровізації економіки: зарубіжний досвід. *Інфраструктура ринку*. Вип. 50. С. 174-181. DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastructure50-28>

Чекіна В. Д., Воргач О. А. (2020). Вплив витрат на освіту на економічне зростання: емпірична оцінка. *Економіка промисловості*. № 3 (91). С. 96-122. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.03.096>

Agolla J. E. (2018). Human Capital in the Smart Manufacturing and Industry 4.0 Revolution. *Digital Transformation in Smart Manufacturing*. P. 41-58. DOI: 10.5772/intechopen.73575

Arntz M., Gregory T., Zierahn U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*. № 189. 35 p. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/5j1z9h56dvq7-en>

Badri A., Boudreau-Trudel B., Souissi A. S. (2018). Occupational health and safety in

- the industry 4.0 era: A cause for major concern? *Safety science*. № 109. P. 403-411. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.012>
- Becker Gary S. (2007). Health as Human Capital: Synthesis and Extensions. *Oxford Economic Papers*. № 59(3). P. 379-410. DOI: [10.1093/oep/gpm020](https://doi.org/10.1093/oep/gpm020)
- Bosch D. (2016). Job characteristics in smart industries and the challenges for job design. Master Thesis. University of Twente. 56 p.
- Cedefop (2018). Insights into skill shortages and skill mismatch: learning from Cedefop's European skills and jobs survey. Luxembourg: Publications Office. Cedefop reference series. No. 106. 108 p. DOI: [10.2801/645011](https://doi.org/10.2801/645011)
- Chen X., Despeisse M., Johansson B. (2020). Environmental Sustainability of Digitalization in Manufacturing: A Review. *Sustainability*. №12(24). 10298. pp. 1-31. DOI: [10.3390/su122410298](https://doi.org/10.3390/su122410298)
- Cirillo V., Rinaldini M., Staccioli J., Virgillito M. E. (2021). Technology vs. workers: the case of Italy's Industry 4.0 factories. *Structural Change and Economic Dynamics*. Vol. 56. March. P. 166-183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.09.007>
- Conradty C., Bogner, F. X. (2018). From STEM to STEAM: How to monitor creativity. *Creativity Research Journal*. № 30 (3). P. 233-240. DOI: [10.1080/10400419.2018.1488195](https://doi.org/10.1080/10400419.2018.1488195)
- Conradty C., Sotiriou S. A., Bogner F. X. (2020). How creativity in STEAM modules intervenes with self-efficacy and motivation. *Education Sciences*. 10(3). 70. March. P. 1-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/educsci10030070>
- EU-OSHA (2013). Green jobs and occupational safety and health: Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020. Report. European Agency for Safety and Health at Work. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 216 p.
- European Commission (2016). A new skills agenda for Europe. Working together to strengthen human capital, employability and competitiveness. Brussels. 18 p.
- Frey C., Osborne M. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? Oxford: Martin Publication. 72 p.
- Lawrence M., Roberts C., King L. (2017). Managing automation: Employment, inequality and ethics in the digital age. Discussion paper. Institute for Public Policy Research. London. 56 p.
- Leonhard G. (2016). Technology vs. Humanity. The coming clash between man and machine. Fast Future Publishing: Tonbridge, UK. 208 p.
- Malavika M. K., Mohana P. (2021). A Global Revolution of Work with Smart Hr 4.0. *Psychology and Education Journal*. № 58(2). P. 2829-2835. DOI: <https://doi.org/10.17762/pae.v58i2.2459>
- Maltas W. (2016). From STEM to STEAM: Integrating Arts Education into the STEM disciplines of Science, Technology, Engineering and Math. Doctoral dissertation. Drexel University. 51 p.
- Marinas M., Dinu M., Socol A. G., Socol C. (2021). The technological transition of European manufacturing companies to industry 4.0. Is the human resource ready for advanced. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*. № 55 (2). P. 23-41. DOI: [10.24818/18423264/55.2.21.02](https://doi.org/10.24818/18423264/55.2.21.02)
- McKinsey Global Institute (2017). A future that works: automation, employment, and productivity. McKinsey Global Institute. McKinsey & Company. January. 135 p.
- Mention A. L. (2012). Intellectual capital, innovation and performance: A systematic review of the literature. *Business and Economic Research*. № 2 (1). P. 1-38. DOI: [10.5296/ber.v2i1.1937](https://doi.org/10.5296/ber.v2i1.1937)
- Mosca M. (2020). Digitalization of HRM: A study of success factors and consequences in the last decade. Master Thesis. University of Twente. 93 p.
- Mugerwa E. (2020). HRM to E-HRM: Change in Human Resource Management; effect to

- social sustainability. Bachelor Thesis. UMEA University. 47 p.
- Müller J. M., Kiel D., Voigt K. I. (2018). What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*. № 10(1). 247. P. 1-24. DOI: 10.3390/su10 010247
- Ramaswamy K. V. (2018). Technological change, automation and employment: A short review of theory and evidence. *Indira Gandhi Institute of Development Research*. January. P. 1-27. DOI: 10.13140/RG.2.2.21 433.06241
- Ratcliffe S. (2017). Oxford Essential Quotations 5th ed. Oxford. Oxford University Press. DOI: 10.1093/acref/9780191843730.001.0001
- Schultz T. W. (1972). Human capital: Policy issues and research opportunities. In *Economic Research: Retrospect and Prospect*. Vol. 6. Human Resources. NBER. P. 1-84.
- Schwab K. (2016). The fourth industrial revolution. World economic forum. Switzerland. 172 p.
- Serap T. E. P. E. (2021). The Impact of Industry 4.0 on Occupational Health and Safety. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*. № 33 (1). P. 122-130. DOI: 10.7240/jeps.777641
- Sima V., Gheorghe I. G., Subić J., Nancu D. (2020). Influences of the industry 4.0 revolution on the human capital development and consumer behavior: A systematic review. *Sustainability*. № 12(10). 4035. P. 1-28. DOI: 10.3390/su12104035
- Taylor M., Marsh G., Nicol D., Broadbent, P. (2017). Good work: The Taylor review of modern working practices. London: Department for Business, Energy & Industrial Strategy. 115 p.
- Van Kruining I. (2017). The disappearance of HRM: The impact of digitization on the HRM profession. In *Electronic HRM in the Smart Era*. Emerald Publishing Limited. P. 311-337. DOI: 10.1108/978-1-78714-315-920161012
- Zainab B., Akbar W., Julie N. T. V. (2020). Effects of burnout on employee creative performance and counterproductive work behavior: Does psychological capital matter? *Paradigms*. № 14(1). P. 39-45. DOI: 10.24312/1930140106

## References

- Antonyuk, V. P. (2007). The formation and the application of the human capital in Ukraine: socio-economic assessment and the providing of the development: monograph. Donetsk: Institute of the Economy of Industry of the NAS of Ukraine. 348 p. [in Ukrainian].
- Balatckii, E. V. (2019). Global challenges of the Fourth Industrial Revolution. *Terra Economicus*, 17 (2). pp. 6-22. DOI: 10.23683/2073-6606-2019-17-2-6-22 [in Russian].
- Bryukhovetska, N. Yu., & Ivanenko, L. V. (2020). The human capital and the value-added assessment of the enterprise: monograph. Kyiv: Institute of the Economy of Industry of the NAS of Ukraine. 184 p. [in Ukrainian].
- Doronin, A. V. (2008). Production organization personnel behavior. Assessment, management, development: monograph. Kharkiv: PH «ENGEK». [in Ukrainian].
- Ilyashenko, S. M. (2008). The content, the structure and the basic procedures of the enterprise intellectual capital assessment. *Economy of Ukraine*, 11, pp. 16-26 [in Ukrainian].
- Ilyashenko, S. M., Holysheva, Ye. O., & Kolidka, A. V. (2017). Intellectual capital management of enterprise: monograph. Sumy: TOV «Trytoriya» [in Ukrainian].
- Russiiian, O. A. (2020). The industrial enterprise sustainable development in the conditions of the economy digitalization: foreign experience. *Market infrastructure*, 50, pp. 174-181. DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastructure50-28> [in Ukrainian].
- Chekina, V., & Vorhach, O. (2020). The impact of education expenditures on economic growth: empirical estimation. *Economy of Industry*, 3 (91), pp. 96-122. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.03.096> [in Ukrainian].

- Agolla, J. E. (2018). Human Capital in the Smart Manufacturing and Industry 4.0 Revolution. *Digital Transformation in Smart Manufacturing*, chap. 3, pp. 41-58. DOI: 10.5772/intechopen.73575
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. OECD Social, Employment and Migration Working Papers. № 189. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>
- Badri, A., Boudreau-Trudel, B., & Souissi, A. S. (2018). Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? *Safety science*, 109, pp. 403-411. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.012>
- Becker Gary, S. (2007). Health as Human Capital: Synthesis and Extensions. *Oxford Economic Papers*, 59(3), pp. 379-410. DOI: 10.1093/oep/gpm020
- Bosch, D. (2016). Job characteristics in smart industries and the challenges for job design. Master Thesis. University of Twente.
- Cedefop (2018). Insights into skill shortages and skill mismatch: learning from Cedefop's European skills and jobs survey. Luxembourg: Publications Office. Cedefop reference series, 106. DOI: 10.2801/645011
- Chen, X., Despeisse, M., & Johansson, B. (2020). Environmental Sustainability of Digitalization in Manufacturing: A Review. *Sustainability*, 12 (24), 10298, pp. 1-31. DOI: 10.3390/su122410298
- Cirillo, V., Rinaldini, M., Staccioli, J., & Virgillito, M. E. (2021). Technology vs. workers: the case of Italy's Industry 4.0 factories. *Structural Change and Economic Dynamics*, 56 (March), pp. 166-183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.09.007>
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2018). From STEM to STEAM: How to monitor creativity. *Creativity Research Journal*, 30(3), pp. 233-240. DOI: 10.1080/10400419.2018.1488195
- Conradty, C., Sotiriou, S. A., & Bogner, F. X. (2020). How creativity in STEAM modules intervenes with self-efficacy and motivation. *Education Sciences*, 10(3), 70 (March). pp. 1-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/educsci10030070>
- EU-OSHA (2013). Green jobs and occupational safety and health: Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020. Report. European Agency for Safety and Health at Work. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission (2016). A new skills agenda for Europe. Working together to strengthen human capital, employability and competitiveness. Brussels.
- Frey, C., & Osborne, M. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerization? Oxford: Martin Publication.
- Lawrence, M., Roberts, C., & King, L. (2017). Managing automation: Employment, inequality and ethics in the digital age. *Discussion paper*. Institute for Public Policy Research. London.
- Leonhard, G. (2016). Technology vs. Humanity. The coming clash between man and machine. Fast Future Publishing: Tonbridge, UK.
- Malavika, M. K., & Mohana, P. (2021). A Global Revolution of Work with Smart Hr 4.0. *Psychology and Education Journal*, 58(2), pp. 2829-2835. DOI: <https://doi.org/10.17762/pae.v58i2.2459>
- Maltas, W. (2016). From STEM to STEAM: Integrating Arts Education into the STEM disciplines of Science, Technology, Engineering and Math. Doctoral dissertation. Drexel University.
- Marinas, M., Dinu, M., Socol, A. G., & Socol, C. (2021). The technological transition of European manufacturing companies to industry 4.0. Is the human resource ready for advanced. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 55 (2), pp. 23-41. DOI: 10.24818/18423264/55.2.21.02
- McKinsey Global Institute (2017). A future that works: automation, employment, and productivity. McKinsey Global Institute. McKinsey & Company. January.

- Mention, A. L. (2012). Intellectual capital, innovation and performance: A systematic review of the literature. *Business and Economic Research*, 2 (1), pp. 1-38. DOI: 10.5296/ber.v2i1.1937
- Mosca, M. (2020). Digitalization of HRM: A study of success factors and consequences in the last decade. Master Thesis. University of Twente.
- Mugerwa, E. (2020). HRM to E-HRM: Change in Human Resource Management; effect to social sustainability. Bachelor Thesis. UMEA University.
- Müller, J. M., Kiel, D., & Voigt, K. I. (2018). What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*, 10(1), 247, pp. 1-24. DOI: 10.3390/su10010247
- Ramaswamy, K. V. (2018). Technological change, automation and employment: A short review of theory and evidence *Indira Gandhi Institute of Development Research*. January. pp. 1-27. DOI: 10.13140/RG.2.2.21433.06241
- Ratcliffe, S. (2017). Oxford Essential Quotations 5th ed. Oxford. Oxford University Press. DOI: 10.1093/acref/9780191843730.001.0001
- Schultz, T. W. (1972). Human capital: Policy issues and research opportunities. In *Economic Research: Retrospect and Prospect*, 6. Human Resources. NBER. pp. 1-84.
- Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution. World economic forum. Switzerland.
- Serap T. E. P. E. (2021). The Impact of Industry 4.0 on Occupational Health and Safety. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 33 (1), pp. 122-130. DOI: 10.7240/jeps.777641
- Sima, V., Gheorghe, I. G., Subić, J., & Nancu, D. (2020). Influences of the industry 4.0 revolution on the human capital development and consumer behavior: A systematic review. *Sustainability*, 12 (10), 4035, pp. 1-28. DOI: 10.3390/su12104035
- Taylor, M., Marsh, G., Nicol, D., & Broadbent, P. (2017). Good work: The Taylor review of modern working practices. London: Department for Business, Energy & Industrial Strategy.
- van Kruining, I. (2017). The disappearance of HRM: The impact of digitization on the HRM profession. In *Electronic HRM in the Smart Era*. Emerald Publishing Limited. pp. 311-337. DOI: 10.1108/978-1-78714-315-920161012
- Zainab, B., Akbar, W., & Julie, N. T. V. (2020). Effects of burnout on employee creative performance and counterproductive work behavior: Does psychological capital matters? *Paradigms*, 14(1), pp. 39-45. DOI: 10.24312/1930140106

**Елена Анатольевна Руссиян,**  
канд. экон. наук  
E-mail: elena.russiyana@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-1246-9952>

## **ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ «ИНДУСТРИИ 4.0» НА ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ**

В статье систематизированы факторы и последствия влияния развития "Индустрии 4.0" на человеческий капитал промышленного предприятия. С учетом ограничений существующих подходов внимание сосредоточено на таких элементах человеческого капитала работника, как образование (знания и навыки), творческие способности, мотивация, здоровье, мобильность. Особенностью данного исследования является учет взаимосвязей между влиянием развития "Индустрии 4.0" на все элементы человеческого капитала промышленных предприятий, возможных последствий для системы образования, занятости в промышленности и рынка труда.

Основными факторами влияния развития "Индустрии 4.0" на человеческий капитал промышленного предприятия являются следующие: внедрение киберфизических систем в производство и его автоматизация; компьютеризация рабочих мест; внедрение и развитие авангардных смарт-технологий и информационных систем; быстрая адаптивность к запросам потребителей; появление новых рисков для здоровья персонала. Также предприятие должно быстро реагировать на потребности рынка и экологической ситуации.

Характерными особенностями человеческого капитала в условиях "Индустрии 4.0" является рост значения творчества работников и их мотивации; учет индивидуальных особенностей; обеспечение мобильности и гибкости персонала, рабочего времени, содержания труда, рабочих мест. Сохранение здоровья рассматривается как залог работоспособности. Развитие человеческого капитала должно осуществляться с учетом влияния на физическое и психологическое состояние работников.

Обобщены возможные риски для человеческого капитала промышленного предприятия, а именно: потеря конфиденциальной информации, появление новых рисков для здоровья, снижение творческих способностей работников, "выгорание", несоответствующая мотивация и т.д. Последствиями развития "Индустрии 4.0" являются формирование "Образования 4.0", развитие дистанционной работы и аутсорсинга, изменение структуры занятости, содержания труда и стандартов его охраны. Перспективы преодоления рисков и последствия изменений должны определяться с учетом особенностей технологического развития страны, демографических показателей, параметров рынка труда, а также специфики промышленных предприятий.

Определены такие основные тренды в мире по преодолению рисков "Индустрии 4.0", как развитие гибкого рынка труда, повышение эффективности охраны труда, подготовка STEM- и STEAM-персонала, ориентация на совершенствование личностных и коммуникационных навыков, учет особенностей развития отраслей, уровня инновационного развития страны и ее человеческого капитала, инвестиции в подготовку кадров и т.д.

*Ключевые слова:* развитие "Индустрии 4.0", человеческий капитал, промышленное предприятие, рынок труда, риски для здоровья, охрана труда, подготовка кадров.

*JEL:* J240, I150, O150

**Olena A. Russiian,**

*PhD in Economics*

E-mail: elena.russiian@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1246-9952>

## **THE INFLUENCES OF THE "INDUSTRY 4.0" DEVELOPMENT ON THE HUMAN CAPITAL OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE: FOREIGN EXPERIENCE**

The factors and the consequences of the "Industry 4.0" development for the human capital of the industrial enterprise were arranged in this paper. Taking into consideration the limitations of the current approaches the attention was concentrate on such human capital elements, as: education (knowledge and skills), creative abilities, motivation, health, flexibility. The particularity of this investigation is connected with the correlations between the influences of the "Industry 4.0" development on all human capital elements of the industrial enterprise, potential impacts on the educational system, the employment in industry and the labour market.

The main factors of the influences of the "Industry 4.0" development on the human capital of the industrial enterprise are such as: cyber physical systems implementation in manufacturing and its automation; work places computerization; implementation and development of advanced smart-technologies and informational systems; agile adaptability to the needs of customers; upris-



ing the new risks for the health of the employees. Furthermore, the enterprise has to know all the answers for the market demand and the ecological situation.

The main characteristics of the human capital in the age of "Industry 4.0" are increasing the importance of the creative workers and their motivation; taking into account the individual peculiarities; providing the mobility and flexibility of the employees, the content of job, working hours, places of work. The preservation of health is considered as the key to the working capacity. The human capital development should be made taking into account the influences on physical and mental health of the employees.

Such hazards for the human capital of the industrial enterprise were summarized: confidential data losing, forthcoming the new risks for the health of the employees, workers' creative abilities decreasing, "burnout", inappropriate motivation, etc. The consequences of the "Industry 4.0" development are creating "Education 4.0", remote work and outsourcing development, changing of the employment structure, the content of job, standards of health and safety at work. The prospects for overriding the risks and the consequences of changes should be identified taking into account the particularities of the country technological development, the demographic determinants, the indicators of the labour market, as well as the particular characteristics of the industrial enterprises.

It was identified such main global trends against the risks of the "Industry 4.0", as: the flexible labour market development, increasing the efficiency of health and safety at work, STEM and STEAM employees training, commitment to improve the soft skills of workers, taking into consideration the particularities of the economic sectors, the level of the innovation development of the country and its human capital, investments in staff training, etc.

*Keywords:* "Industry 4.0" development, human capital, industrial enterprise, labour market, risks for the health of the employees, health and safety at work, staff training.

*JEL:* J240, I150, O150

*Формат цитування:*

Руссиян О. А. (2021). Вплив розвитку "Індустрії 4.0" на людський капітал промислового підприємства: зарубіжний досвід. *Економіка промисловості*. № 4 (96). С. 93-117. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.093>

Russiiian, O. A. (2021). The influences of the "Industry 4.0" development on the human capital of the industrial enterprise: foreign experience. *Econ. promisl.*, 4 (96), pp. 93-117. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.093>

*Надійшла до редакції 17.09.2021 р.*