

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-82-167>

УДК 338.45:669:622

ВПРОВАДЖЕННЯ ЛЮДИНОЗАМІННИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ: ФАКТОРИ ТА ПЕРЕШКОДИ

IMPLEMENTATION OF HUMAN-SUBSTITUTING TECHNOLOGIES IN UKRAINE'S MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY: FACTORS AND OBSTACLES

Середа Ганна Володимирівна

кандидат економічних наук, доцент,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9222-1887>

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Sereda Hanna

«TECHNICAL UNIVERSITY «METINVEST POLYTECHNIC» LLC

У статті досліджено умови, фактори та перешкоди впровадження людинозамінних технологій у гірничо-металургійній галузі України в умовах війни, дефіциту людських ресурсів, посилення екологічних та ринкових вимог на тлі євроінтеграційних процесів Обґрунтовано, що механізація, автоматизація, роботизація, цифровізація та ШІ-аугментація є ключем до зростання продуктивності, стійкості та декарбонізаційної трансформації. Виокремлено економічні, соціальні, технологічні й інвестиційні фактори впровадження людинозамінних технологій та фінансові, організаційно-економічні, кадрові й ментальні перешкоди. Показано роль вертикальної інтеграції корпорацій, державної політики та суспільних інститутів у подоланні обмежень; окреслено напрями дорожніх карт автоматизації, розвитку STEM-освіти і перекваліфікації персоналу. Запропоновано рамку міжсекторальної взаємодії та пріоритети інвестицій, що підвищують конкурентоспроможність і зменшують вуглецевий слід галузі.

Ключові слова: людинозамінні технології, автоматизація, роботизація, гірничо-металургійний комплекс, ШІ-аугментація.

The article examines the conditions, drivers and obstacles to introducing human-substituting technologies in Ukraine's mining and metallurgical industry under the pressures of full-scale war, structural labour shortages, stricter environmental regulation and intensified competition. Human-substituting technologies – mechanisation, automation, robotics, digitalisation and AI augmentation – are identified as key tools for ensuring production continuity, boosting productivity and maintaining long-term competitiveness. The industry faces a persistent workforce deficit caused by demographic decline, mobilisation, forced migration and emigration, making technological substitution an objective necessity. Additional challenges arise from the EU Carbon Border Adjustment Mechanism, rising energy and raw-material costs and tougher environmental demands, which increase the need for productivity-enhancing and decarbonisation-oriented transformation. The study highlights favourable factors for implementing such technologies: economic (labour scarcity, wage growth, resource-intensive production, competitive pressures), social (inclusion of women, older workers, people with disabilities), technological (IIoT, digital twins, predictive analytics, robotics, AI-based control) and investment opportunities linked to recovery programmes. Key barriers include high investment costs, organisational difficulties in restructuring value chains, shortages of engineering and digital skills and limited managerial and societal readiness for automation. Vertical integration, despite sensitivity to disruptions, provides advantages for coordinated modernisation, unified standards, integrated information systems and workforce reskilling. The study notes the gap between rising demand for automation-related skills and declining interest in STEM education. It concludes that human-substituting technologies should be viewed not as a threat to employment but as a strategic tool to preserve human potential, enhance safety, expand inclusion and support intensive economic growth.

Keywords: human-substituting technologies, automation, robotics, mining and metallurgical sector, AI augmentation.

Постановка проблеми. Гірничо-металургійна галузь України належить до базових галузей національної економіки, яка постачає сировину для машинобудівної та оборонної промисловості, будівництва, і забезпечує 6 – 7,2% ВВП України навіть під час війни [1], у складних умовах порушення логістичних шляхів, втрати доступу до сировинних баз на окупованих територіях, перебої в електропостачанні, періодичні атаки промислових об'єктів галузі. Вона є джерелом валютних надходжень від продажу продукції, та, відповідно, фактором стабільності національної валюти. Крім того, у промислових регіонах підприємства галузі є великими, а іноді і єдиними роботодавцями для населення, джерелами зайнятості та доходів людей. Водночас, галузь в умовах повномасштабної війни сильно страждає від дефіциту людських ресурсів, необхідності підвищувати власну економічну ефективність та промислову безпеку. Сучасні умови функціонування гірничо-металургійної галузі об'єктивно підвищують потребу у заміщенні людської праці технологічними рішеннями, здатними забезпечувати безперервність виробничих та стабільність бізнес-процесів.

Інтеграція України до європейського економічного простору вітчизняних підприємств гірничо-металургійної галузі, які розвивались в умовах планової економіки зі штучним розподілом капітальних інвестицій та людських ресурсів, ставить їх у нерівні конкурентні умови з європейськими компаніями галузі, які протягом ХХ століття технологічно розвивалися в умовах ринкової економіки, з інвестиціями у нові технології, орієнтацією на стандарти Індустрії 4.0, декарбонізацією та екологізацією виробництва. Це додатково актуалізує потребу у технологічній модернізації підприємств гірничо-металургійної галузі.

Водночас впровадження сучасних людинозамінних технологій супроводжується значною кількістю обмежень і ризиків, що зумовлює наукову доцільність комплексного аналізу сприятливих факторів та бар'єрів з метою обґрунтування ефективних управлінських та інституційних рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Людинозамінні технології стали об'єктом уваги науковців ще з часів першої промислової революції. Проблеми підвищення продуктивності праці за рахунок механізації та автоматизації присвячені роботи Д. Рікардо, К. Маркса., Дж. Кейнса, А. Сміта, Дж. Сея, А. Маршала [2].

Acemoglu & Respetto розглядають автоматизацію як процес передачі завдань від людини до машин, що призводить до ефекту витіснення окремих завдань, які раніше виконувалися людиною. Автоматизація, витісняючи робітників з ручних операцій та простих облікових функцій, не обов'язково позначається негативно на доходах трудящих, оскільки, частина вивільнюваних працівників перерозподіляється на ще неавтоматизовані завдання, а по-друге, автоматизація створює потребу у нових завданнях, нових професіях, породжує нові – креативні та інтелектуальні галузі та види діяльності зі значно більшими нормами рентабельності. Проте це стає можливим за умови інституційного регулювання розвитку людського капіталу, захисту прав та добробуту найманих працівників – встановлення мінімальної заробітної плати, соціального страхування, регулювання міжкваліфікаційних співвідношень в оплаті праці, державні програми з перекваліфікації безробітних, податкове стимулювання інвестицій у персоналу, охорона праці з метою попередження створення дешевих робочих місць [3].

Окрема група досліджень присвячена впливу ШІ на ринок праці та зміну структури робіт та навичок працівників. У дослідженнях, фінансованих Всесвітнім економічним форумом, вплив ШІ на зайнятість демонструється як неоднозначний. ШІ витісняє прості та середні за складністю розумові та сенсорні трудові операції, наприклад, збір та первинний аналіз даних, візуальне спостереження та контроль, алгоритмічні розумові операції. ШІ не може витіснити робочі місця з необхідністю ручних операцій та робочі місця у високоінтелектуальних та соціальних сферах – наука, освіта, журналістика, релігійні та соціальні організації, креативні галузі та мистецтво, де за людиною залишаються функції ініціації та контролю завдань, морально-виховні та соціально-психологічні завдання [4].

Умови функціонування та розвитку металургійної галузі розглядаються в роботі З. Дулік та Т. Андрусак (2023), які виділяють потенційні проблеми розвитку галузі в умовах повномасштабної війни: припинення виробництва внаслідок руйнування промислової інфраструктури; дефіцит оборотних коштів; логістичні обмеження; нестача енергетичних ресурсів тощо [5]. Однак серед зазначених проблем не розглядаються проблеми кадрового дефіциту.

О. Денисюк О.Г. та А. Панасюк (2023) розглядають стратегічні, структурні, виробничі та

фінансово-економічні слабкі сторони та можливості цифровізації гірничих підприємств, виділяючи серед стратегічних можливостей – зниження потреби в людському ресурсі, більш ефективного застосування професійних знань для вирішення завдань вирішення проблем, пов'язаних зі старінням персоналу, збереженням та передаванням знань [6]. Однак стаття не вивчає перешкоди автоматизації робочих місць галузі.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є обґрунтування необхідності впровадження людинозамінних технологій у гірничо-металургійній галузі України через визначення умови, факторів та бар'єрів на цьому напрямі підвищення ефективності діяльності підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. На відміну від розвинених країн світу на нових промислових країн, які мають людські ресурси в достатній кількості та опікуються проблемами технологічного безробіття, українська економіка потерпає від масштабного кадрового голоду, спричиненого довоєнною депопуляцією населення, міграційними та прямими втратами людського ресурсу внаслідок тривалої російсько-української війни. За оцінками Європейської комісії, нестача робочої сили у 2024-2025 є одним з вагомий чинників відставання у темпах зростання ВВП: у 2024 році реальний ВВП України зріс на 2,9%, що суттєво нижче за темпи 2023 року (5,5%) [7]. Опитування, проведене в Україні Європейською бізнес-асоціацією (далі за текстом – ЄБА) у лютому 2025 року, виявило, що нестача кадрів / військова мобілізація є найбільш критичним фактором негативного впливу на бізнес (75% відповідей). [8] Дефіцит людських ресурсів спричинив швидке зростання зарплат — у 2024 році номінальні зарплати зросли на понад 23%, а реальні — на понад 14% [9]. Це збільшує фінансовий тиск на бізнес, який виживає в надскладних інфраструктурно-логістичних умовах, знижуючи його конкурентоспроможність і загальну ефективність діяльності.

Перспективи затяжної та виснажливої російсько-української війни, що передбачають тільки ще більше вимивання людського капіталу з країни, спонукають підприємства вдаватися до тактичних та стратегічних програм залучення кадрів. По-перше, роботодавці знизили вимоги щодо досвіду та віку кандидатів, так частка вакансій без вимог до досвіду робот досягла у квітні 2025 року 44%, що на 12% більше, ніж минулого року [10].

По-друге, більше програм залучення персоналу стали орієнтованими на жінок, навіть у традиційно «чоловічих» професіях та галузях, з попереднім професійним навчанням та перекваліфікацією. За дослідженням OLX робота, 34% компаній бачать у залученні жінок ефективний спосіб вирішення цієї проблеми [11], за даними ЄБА, 12,1% респондентів – представників малого бізнесу планували вдатися до такого заходу покриття кадрового дефіциту [12]. У відповідь на це Кабінет Міністрів України унормував 15 листопада 2024 р. реалізацію експериментального проєкту щодо організації професійного навчання жінок для працевлаштування у сферах, де вони були традиційно недостатньо представлені, за заявками роботодавців [13]. По-третє, роботодавці почали активніше залучати до роботи ветеранів. Зокрема, у 2023 році кількість вакансій для ветеранів збільшилася на 133%, а тільки за лютий 2025 року кількість вакансій з позначкою «Перевага ветеранам» збільшилася на 18%, досягнувши частки 10% у загальній кількості вакансій [14].

Однак, насправді, такі заходи мають досить обмежений потенціал розширення робочої сили. Демографічні прогнози ще з 1990-х років свідчили про депопуляцію населення України, а з повномасштабною війною до стабільного потоку трудової та економічної еміграції в країни ЄС додався потужний потік українських біженців – за різними оцінками від 7,4 млн осіб до 14,1 млн українців, половина з яких з часом повернулися на Батьківщину. Тим не менше, за даними УВКБ ООН, на середину лютого 2025 року близько 6,9 млн українських біженців перебували за кордоном через війну. За результатами репрезентативного соціологічного опитування, проведеного у листопаді – грудні 2024 року дослідницькою агенцією Info Sapiens, точно планували повертатись в Україну після завершення війни лише 20% українських біженців, ще 23% – скоріше планували, ніж не планували. При цьому, при продовженні воєнних дій, ще близько 300 – 500 тис. українців виїдуть за кордон [15].

Якщо частка осіб у працездатному віці у 2021 році становила 72,7% загальної чисельності населення, то з урахуванням оціночної чисельності населення від науковців НАН України, станом на липень 2023 року на підконтрольній Україні території проживало 31,8 млн осіб, відтак розрахункова чисельність робочої сили у 2023 році становила 22,8 млн осіб [16], проте з урахуванням рівня

економічної неактивності населення (43,1% за даними НБУ у першому кварталі 2025 року [17]), то кількість людського ресурсу в країні ледь досягає показника 13 млн осіб. З урахуванням відсутності перспектив близького завершення війни, підприємства, особливо, великі промислові, не зможуть ефективно покривати потребу в людських ресурсах без задіяння людинозамінних технологій.

Одночасно умови розвитку гірничо-добувної та металургійної галузі погіршуються через виснаження родовищ та ускладнення геології, екологічний та кліматичний тиск, геополітичні проблеми доступу до ресурсів, що також актуалізує потребу у впровадженні людинозамінних технологій в гірничо-металургійному комплексі. Так, впровадження європейського транскордонного вуглецевого податку CBAM за оцінками експертів Європейської бізнес-асоціації, втрати українського експорту через CBAM у 2030 році можуть сягнути 1,8 млрд дол. США, а сумарні витрати експорту за 2026-2030 роки можуть становити 4,7 млрд дол. США [18]. Усе це актуалізує необхідність швидкого впровадження людинозамінних технологій в трудомістких галузях української економіки, до яких належить гірничо-металургійна галузь.

Окремо слід сказати про позитивний вплив автоматизації важких фізичних робіт на можливості розширення доступу жінок, осіб з інвалідністю, працівників старшого віку до робочих місць в промисловості, що є надзвичайно актуальним для українського ринку праці та сектору промисловості.

Отже, факторами впровадження людинозамінних технологій у гірничо-металургійному комплексі України є:

- економічні фактори: дефіцит людських ресурсів, що робить автоматизацію виробництва економічно доцільною; доведений емпірично позитивний вплив на продуктивність праці та підвищення рентабельності виробництва; висока енергоємність та матеріалоємність виробництва, що разом з підвищенням цін на енергоресурси, металобрухт, рудну сировину, стимулює до пошуку інтенсивних шляхів забезпечення конкурентоспроможності української металопродукції;

- соціальні фактори: потенційне скорочення людських ресурсів через виїзд молоді за кордон, мобілізацію військовозобов'язаних; непопулярність технічної освіти серед молоді через її складність і високі вимоги до фізико-математичних знань; прагнення молодих поколінь робочої сили до гнучких графіків

роботи, фрілансу та кращого балансу роботи-життя;

- технологічні можливості: розвиток промислового інтернету речей, цифрових двійників, прогновної аналітики даних виробництва та роботи обладнання, готові роботизовані комплекси в металургії, безпілотні вантажівки, прискорене розгортання мереж 5G та дата-центрів, поштовх розвитку робототехніки та дронів через війну, який надає можливість локалізації виробництва комплектуючих для автоматизації підприємств важкої промисловості в Україні у співпраці з міжнародними організаціями;

- інвестиційні можливості: програми ЄС з бюджетної підтримки та Ukraine Investment Framework (UIF) на 50 млрд євро, механізм надзвичайного прискорення доходів України перенаправлення доходів від заморожених в країнах G7 активів країни-агресора (ERA), програми гнучкого фінансування відбудови від Світового банку, інвестиційні програми підтримки проектів у реальному секторі економіки від ЄБРР [19]; двосторонні інвестиційні та реконструкційні програми з Великою Британією (ліміт покриття у розмірі 3,5 млрд фунтів стерлінгів через UKEF для підтримки проектів реконструкції [20], урядові програми підтримки реформ та “зеленої” трансформації у 2025/26), з Японією (підписана угода з Японським агентством міжнародного співробітництва JICA щодо спільного формування портфелю пріоритетних інвестпроектів з виробництва, відновлення промислових підприємств), з Німеччиною, Польщею, Фінляндією та іншими країнами щодо страхування ризиків інвестиційних проектів.

Розглянемо далі перешкоди впровадженню людинозамінних технологій в гірничо-металургійному комплексі України.

Першою перешкодою до застосування робототехніки є її висока вартість, яка, однак, має тенденцію до скорочення за останні роки. Так, Stanford AI index демонструє падіння вартості роботизованої руки з 42 000 дол. США у 2017 році до 22 600 дол. США у 2022 році. [21] Для подолання цієї перешкоди вкрай критичним є залучення інвестицій через фонди відновлення міжнародних донорів та розвиток вітчизняного фондового ринку, краудфандингових платформ, адже у позабанківському обігу перебуває близько 135 млрд дол. США готівкової іноземної валюти [22] як невикористаний внутрішній інвестиційний потенціал.

Другим бар'єром до широкої автоматизації є ймовірне руйнування ланцюгів створення

доданої вартості. Широка автоматизація передбачає зміну:

1) технологічних параметрів виробництва: швидкість операцій, обсяги сировини та виготовленого продукту, стандарти якості продукції;

2) вимог до складу та фізичних параметрів сировини (руди, коксу, окатишів тощо);

3) параметрів логістичних зв'язків з постачальниками сировини, підрядниками аутсорсингових робіт, дистриб'юторів продукції тощо;

4) параметрів сервісного обслуговування технологічного обладнання та цифрових контролерів.

Це передбачає необхідність пошуку нових контрагентів, які мають досвід роботи з відповідним автоматизованим обладнанням та виробничими комплексами, інвестиції у суміжні виробництва, перегляд контрактів та логістичних схем, навчання персоналу відповідних організацій. Все це збільшує витрати, створює періоди дестабілізації та у короткостроковій перспективі знижує продуктивність та рентабельність підприємств.

Водночас, глибока вертикальна інтеграція гірничо-металургійного комплексу в Україні формує також і великий потенціал успішної комплексної автоматизації через ряд переваг:

– наявність єдиного центру прийняття рішень дозволяє планувати та реалізовувати узгоджену модернізацію всіх ланок виробництва та постачань;

– можливість скоріше та ефективніше впровадити уніфіковані стандарти та інтегровані інформаційні системи по всій корпорації без складних переговорів з незалежними контрагентами;

– краще управління інвестиційними ризиками у рамках модернізації;

– можливість ефективніше управляти людськими ресурсами, плануючи випереджувальне навчання, перекваліфікацію й ротації кадрів, актуалізацію профілей компетентностей, інтегрованих систем управління результативністю та стимулювання праці.

Для використання цього потенціалу комплексна автоматизація потребуватиме значних інвестицій та ретельного планування модернізаційних проєктів на підприємствах, вертикально інтегрованих в гірничо-металургійні корпорації.

Третьою перешкодою для автоматизації та роботизації є ментальна неготовність людей до цих процесів та участі у них. Сприя-

ння суспільством потенціалу автоматизації виробництва демонструє неприоритетність цього напрямку покриття дефіциту робочої сили – за опитуванням, проведеним соціологічною службою Центру Разумкова у червні 2024 року, лише 21,6% українців згадали цей спосіб вирішення проблеми нестачі кадрів, що перебуває на 6-й позиції, поступаючись таким оперативним заходам, як перекваліфікація співробітників та перерозподіл обов'язків у трудовому колективі (53,5%), залучення молодих фахівців (52,4%), заохочення повернення громадян з-за кордону (52,3%), реалізація програм навчання та адаптації працівників старшого віку (30,2%) [9].

Відповідно, це суспільне несприйняття автоматизації важкої промисловості негативно позначається на формуванні кадрового потенціалу для промисловості, що є наступною – кадровою перешкодою впровадження людинозамінних технологій. За даними Єдиної державної електронної бази з питань освіти, інженерні спеціальності, необхідні для автоматизації підприємств важкої промисловості, не потрапляють до переліку популярних серед української молоді, тоді як попит на інженерів з автоматизації, за даними порталу roboota.ua, продовжує зростати з 2021 року та вже за перше півріччя 2025 року становить 2083 вакансії [23], що прогнозовано перевищить до кінця року позначку у 4000 вакантних робочих місць (рис. 1).

Держава забезпечила фінансування здобуття бакалаврського ступеня освіти за спеціальністю «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» 1786 вступникам у 2024 році, що майже у 5 разів менше, ніж у довоєнному 2021 році [24]. Не зважаючи на явну переорієнтацію державного замовлення на інженерів та ІТ-спеціалістів, його реальні обсяги для потреб автоматизації та цифровізації підприємств важкої промисловості скоротилися за останні 5 років на 15 тис місць або на 43% порівняно з довоєнним рівнем. Враховуючи принцип адресного розміщення бюджетних місць у закладах вищої освіти – «гроші йдуть за вступником», спостерігаємо подальше згасання інтересу молоді до STEM-освіти, яка є рушієм автоматизації промисловості. Це зумовлює необхідність зміни державних, регіональних, галузевих та організаційних підходів до профорієнтації учнівської молоді, якісне реформування освіти в старшій школі в напрямку з метою посилення кластеру STEM-дисциплін,

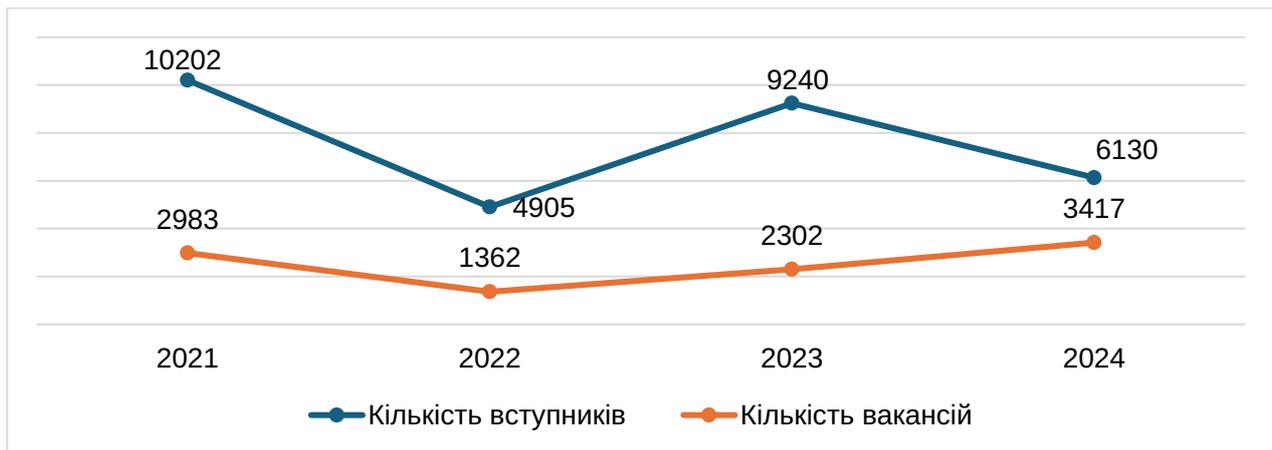


Рис. 1. Кількість вступників до закладів вищої освіти на спеціальність «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології» (на ОС «Бакалавр» та «Магістр»; за всіма формами фінансування) та кількість вакансій інженерів з автоматизації на сайті robota.ua у 2021 – 2024 рр.

Джерело: сформовано автором на основі даних ЄДЕБО та Прозора робота [23]

їх осучаснення, практикоорієнтованості, у т.ч. за рахунок співпраці закладів середньої освіти з реальними підприємствами.

У Звіті Всесвітнього економічного форуму 2023 «Jobs of Tomorrow: Large Language Models and Jobs» підкреслено загрозливу тенденцію – штучний інтелект вже зараз витискає з ринку праці фахівців зі збирання та первинного аналізу даних (фінансових клерків, бухгалтерів, документоведів, юристів, економістів, менеджерів низької та середньої кваліфікації), водночас, залишаючи людям сферу фізичної праці, ручних операцій, побутового обслуговування та деякі види висококваліфікованої інтелектуальної праці з навичками використання інструментів ШІ в роботі [4]. Пропуск етапу автоматизації фізичної праці в технологічному розвитку країн загрожує формуванням стійкої залежності від дешевої робочої сили, консервацією низької продуктивності праці та, одночасно, знеціненням інвестицій в людський капітал внаслідок його невикористання, втратою промислової конкурентоспроможності, що поглиблюватиме структурну деформацію економіки та підриватиме довгострокові драйвери економічного зростання.

Узагальнені сприятливі фактори, перешкоди та напрями впровадження людинозамінних технологій у гірничо-металургійній галузі України представлено на рис. 2.

Відповідно до виявлених драйверів та бар'єрів можна запропонувати комплекс інституційних заходів, які мають охоплювати

стейхолдерів процесу автоматизації важкої промисловості, у тому числі, гірничо-металургійної галузі – галузеві корпорації та окремі підприємства, державу, суспільство в особі недержавних громадських організацій, профспілок тощо.

Ключову зацікавленість у прискоренні процесів автоматизації мають великі гірничо-металургійні корпорації. Відповідно до виявлених викликів та бар'єрів автоматизації, а також переваг вертикальної виробничо-інвестиційної інтеграції, вони мають сфокусуватися на створенні річних дорожніх карт автоматизації з ретельними проектами автоматизації послідовно на усіх ланцюгах створення готової продукції з цільовим значенням вуглецевого сліду відповідно до європейської стратегії декарбонізації та можливостей отримання кредитів під гарантії європейських інституцій.

Висновки. У статті обґрунтовано, що дефіцит людського ресурсу в Україні, спричинений демографічними тенденціями, військовою мобілізацією та еміграцією, набуває системного характеру й істотно обмежує можливості відновлення та зростання промислового виробництва. Доведено, що людинозамінні технології, які охоплюють механізацію, автоматизацію, роботизацію, цифровізацію та ШІ-аугментацію, виступають ключовим інструментом підвищення продуктивності праці та забезпечення стійкості гірничо-металургійного комплексу в умовах тривалої війни та Євроінтеграції.



Рис. 2. Умови, сприятливі фактори, перешкоди та напрями підтримки впровадження людинозамінних технологій в гірничо-металургійній галузі

Джерело: сформовано автором

ЕКОНОМІКА

Систематизовано ключові сприятливі фактори та перешкоди впровадження людинозамінних технологій у гірничо-металургійному комплексі України. Поряд з економічними, інвестиційними та технологічними чинниками визначальну роль відіграють кадрові та ментальні обмеження, зокрема дефіцит інженерних кадрів і низький рівень суспіль-

ної готовності до автоматизації. Показано, що вертикальна інтеграція галузі створює суттєві передумови для комплексної автоматизації та узгодженої модернізації ланцюгів створення доданої вартості.

Загалом автоматизація та впровадження людинозамінних технологій у гірничо-металургійному комплексі України розглядаються

не як альтернатива зайнятості, а як стратегічний інструмент збереження й капіталізації людського потенціалу, підвищення конкурентоспроможності галузі та формування основ довгострокового інтенсивного економічного зростання.

Подальші наукові дослідження доцільно зосередити на кількісній оцінці економічної

ефективності впровадження людинозамінних технологій у гірничо-металургійному комплексі України з урахуванням рівня початкової автоматизації, особливостей вертикальної інтеграції та ризиків воєнного часу. Перспективним є моделювання граничної продуктивності інвестицій у роботизацію та автоматизацію на рівні підприємств і галузі в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Яке майбутнє очікує українську металургію у 2026 році? Партнерський проєкт NV. 31.12.2025. URL: <https://biz.nv.ua/ukr/markets/ukrajinska-metallurgiya-2026-stan-galuzi-pid-chas-viyni-zbitki-shlyah-do-yes-ta-prognozi-50568125.html>. (Дата звернення: 09.01.2026)
2. Technological unemployment : Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Technological_unemployment (Дата звернення: 09.01.2026)
3. Acemoglu D. & Johnson S. (2024) Learning from Ricardo and Thompson: Machinery and Labor in the Early Industrial Revolution and in the Age of Artificial Intelligence. *Annual Review of Economic*. Vol. 16:597-621. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-091823-025129> (Дата звернення: 09.01.2026)
4. Jobs of Tomorrow: Large Language Models and Jobs : White Paper September 2023. *World Economic Forum*. URL: <https://www.weforum.org/publications/jobs-of-tomorrow-large-language-models-and-jobs/> (Дата звернення: 09.01.2026)
5. Дзуліт З. П., Андрусак К. А. (2023) Виклики металургійної галузі України в умовах сьогодення. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку*. № 1 (9), <https://doi.org/10.23939/smeu2023.01.261> (Дата звернення: 09.01.2026)
6. Денисюк О.Г., Панасюк А.В. (2023) Цифровізація гірничих підприємств в умовах розвитку індустрії 4.0, *Інвестиції: практика та досвід*, 4, с.64-71 <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.4.64> (Дата звернення: 09.01.2026)
7. Темпи зростання реального ВВП у 2024 році: Коментар НБУ щодо реального ВВП у 2024 році : Національний банк України. URL: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/komentar-natsionalnogo-banku-schodo-zmini-realnogo-vvp-u-2024-rotsi> (Дата звернення: 09.01.2026)
8. Три чверті опитаних компаній ЕВА працюватимуть в Україні незалежно від тривалості війни (24.02.2025) : Офіційний сайт Європейської бізнес-асоціації. URL: <https://eba.com.ua/try-chverti-opytanyh- kompanij-eva-pratsyuvatymut-v-ukrayini-nezalezno-vid-tryvalosti-vijny/> (Дата звернення: 10.01.2026)
9. Трудові ресурси для повоєнного відновлення України: стан, проблеми, шляхи розв'язання : Аналітична доповідь Центру Разумкова. 2024. URL: <https://razumkov.org.ua/images/2024/10/16/2024-Pyshchulina-TRUDJVI-RESURS-UKR-SAIT.pdf> (Дата звернення: 10.01.2026)
10. Майже половина вакансій – для людей без досвіду. Дослідження Work.ua (7 травня 2025 року). URL: <https://www.work.ua/articles/analytics/3634/> (Дата звернення: 10.01.2026)
11. Веремеева Т., Абдулліна М. Жінки на ринку праці: які професії обирають і що мотивує змінювати роботу : РБК-Україна, 31 грудня 2024. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/zhinki-rinku-pratsi-ki-profesiyi-obirayut-1735628454.html> (Дата звернення: 10.01.2026)
12. Індекс настроїв малого бізнесу за 2024 рік. [Презентація]. URL: https://eba.com.ua/wp-content/uploads/2025/02/Indeks-nastroyiv-MSB-2024_ukr.pdf (Дата звернення: 11.01.2026)
13. Про реалізацію експериментального проєкту щодо організації професійного навчання жінок для працевлаштування у сферах, де вони були традиційно недостатньо представлені: Постанова Кабінету Міністрів України від 15 листопада 2024 року №1302 : Веб-портал «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1302-2024-p#n102> (Дата звернення: 11.01.2026)
14. Кузенкова Є. Майбутнє ринку праці: 13 ключових трендів у 2024 році : Аналітика порталу роботи work.ua. URL: <https://www.work.ua/articles/analytics/3217/> (Дата звернення: 15.01.2026)
15. Українські біженці після трьох років за кордоном. Четверта хвиля дослідження : Центр економічних стратегій. URL: https://ces.org.ua/refugees_fourth_wave/ (Дата звернення: 15.01.2026)
16. Лібанова Е.М. Людський капітал України: втрати внаслідок війни і перспективи повоєнного відновлення : Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 5 лютого 2025 року. <https://doi.org/10.15407/visn2025.04.039> (Дата звернення: 15.01.2026)

17. Інфляційний звіт. Квітень 2025 року : Національний банк України. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/IR_2025-Q2.pdf?v=13 (Дата звернення: 17.01.2026)
18. Зінченко С. СВAM – транскордонний вуглецевий податок ЄС. Що це і як вплине на бізнес? : Офіційний сайт Європейської бізнес-асоціації. URL: <https://eba.com.ua/cbam-transkordonnyj-vugletsevyj-podatok-yes-shho-tse-i-yak-vplyne-na-biznes/> (Дата звернення: 14.01.2026)
19. The EBRD in Ukraine : European Bank of Reconstruction and Development. URL: https://www.ebrd.com/home/what-we-do/where-we-invest/ukraine.html?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення: 18.01.2026)
20. UK support to Ukraine. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/688a2c64048fff613a4d5bda/UK_support_to_Ukraine_factsheet_July_2025.pdf?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення: 18.01.2026)
21. Zhang D. et al. (2022). Artificial Intelligence Index Report 2022 : Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.03468> (Дата звернення: 23.01.2026)
22. Данилишин Б.М. Економічні підсумки 2024 року та завдання на 2025-й. Економічна правда, 30 грудня 2024. URL: <https://pravda.com.ua/experts/ekonomichni-pidsumki-2024-roku-ta-zavdannya-na-2025-y-801447/> (Дата звернення: 23.01.2026)
23. Прозора робота : Сервіс статистики зарплат та вакансій порталу robota.ua. Запит «інженер з автоматизації», «2021 рік»; «2022 рік», «2023 рік», «2024 рік». URL: <https://roboata.ua/prozora?keyword=inzhener-z-avtomatyzatsiyi&cityId=0&rubricId=0> (Дата звернення: 23.01.2026)
24. Вступна кампанія 2024 : Статистика. URL: <https://vstup2024.edbo.gov.ua/statistics/> (Дата звернення: 23.01.2026)

REFERENCES:

1. NV Partner Project (2025). Yake maibutnie ochikuie ukrainsku metalurhiu u 2026 rotsi? [What future awaits Ukrainian metallurgy in 2026?]. December 31. Available at: <https://biz.nv.ua/ukr/markets/ukrajinska-metalurgiya-2026-stan-galuzi-pid-chas-viyini-zbitki-shlyah-do-yes-ta-prognozi-50568125.html> (accessed January 9, 2026). (in Ukrainian)
2. Technological unemployment. Wikipedia. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Technological_unemployment (accessed January 9, 2026). (in English)
3. Acemoglu, D., Johnson, S. (2024). Learning from Ricardo and Thompson: Machinery and Labor in the Early Industrial Revolution and in the Age of Artificial Intelligence. *Annual Review of Economics*, Vol. 16, pp. 597–621. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-091823-025129> (accessed January 9, 2026). (in English)
4. World Economic Forum (2023). Jobs of Tomorrow: Large Language Models and Jobs. White Paper, September. Available at: <https://www.weforum.org/publications/jobs-of-tomorrow-large-language-models-and-jobs/> (accessed January 9, 2026). (in English)
5. Dvulit, Z.P., Andrusiak, K.A. (2023). Vyklyky metalurhiinoi haluzi Ukrainy v umovakh sohodennia [Challenges of the metallurgical industry of Ukraine in current conditions]. *Menedzhment ta pidpriemnytstvo v Ukraini: etapy stanovlennia ta problemy rozvytku*, no. 1 (9). <https://doi.org/10.23939/smeu2023.01.261> (accessed January 9, 2026). (in Ukrainian)
6. Denysiuk, O.H., Panasiuk, A.V. (2023). Tsyfrovizatsiia hirnychkykh pidpriemstv v umovakh rozvytku industrii 4.0 [Digitalization of mining enterprises in the context of Industry 4.0 development]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, no. 4, pp. 64–71. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.4.64> (accessed January 9, 2026). (in Ukrainian)
7. National Bank of Ukraine (2025). *Tempy zrostannia realnoho VVP u 2024 rotsi* [Real GDP growth rates in 2024]. Available at: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/komentar-natsionalnogo-banku-schodo-zmini-realnogo-vvp-u-2024-rotsi> (accessed January 10, 2026). (in Ukrainian)
8. European Business Association (2025). *Try chverti opytanykh kompanii EVA pratsiuvatymut v Ukraini nezalezhno vid tryvalosti viiny* [Three quarters of surveyed EBA companies will operate in Ukraine regardless of the war duration]. February 24. Available at: <https://eba.com.ua/try-chverti-opytanyh-kompanij-eva-pratsiuvatymut-v-ukrayini-nezalezhno-vid-tryvalosti-viiny/> (accessed January 10, 2026). (in Ukrainian)
9. Razumkov Centre (2024). *Trudovi resursy dlia povoiennoho vidnovlennia Ukrainy: stan, problemy, shliakhy rozviazannia* [Labour resources for Ukraine's post-war recovery]. Analytical report. Available at: <https://razumkov.org.ua/images/2024/10/16/2024-Pyshchulina-TRUDJVI-RESURS-UKR-SAIT.pdf> (accessed January 10, 2026). (in Ukrainian)
10. Work.ua (2025). *Maizhe polovyna vakansii – dlia liudei bez dosvidu* [Almost half of vacancies are for people without experience]. May 7. Available at: <https://www.work.ua/articles/analytics/3634/> (accessed January 10, 2026). (in Ukrainian)

11. Veremieieva, T., Abdullina, M. (2024). Zhinky na rynku pratsi: yaki profesii obyayut i shcho motyvuie zminiuvaty robotu [Women in the labour market: professions and motivation]. *RBK-Ukraine*, December 31. Available at: <https://www.rbc.ua/rus/news/zhinki-rinku-pratsi-ki-profesiyi-obirayut-1735628454.html> (accessed January 10, 2026). (in Ukrainian)
12. European Business Association (2025). Indeks nastroyiv maloho biznesu za 2024 rik [Small business sentiment index for 2024]. Presentation. Available at: https://eba.com.ua/wp-content/uploads/2025/02/Indeks-nastroyiv-MSB-2024_ukr.pdf (accessed January 11, 2026). (in Ukrainian)
13. Cabinet of Ministers of Ukraine (2024). Pro realizatsiiu eksperymentalnoho proiektu shchodo profesiinoho navchannia zhinok [On the implementation of an experimental project for women's vocational training]. Resolution No. 1302, November 15. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1302-2024-n#n102> (accessed January 11, 2026). (in Ukrainian)
14. Kuzenkova, Ye. (2024). Maibutnie rynku pratsi: 13 kluchovykh trendiv u 2024 rotsi [Future of the labour market: 13 key trends in 2024]. *Work.ua analytics*. Available at: <https://www.work.ua/articles/analytics/3217/> (accessed January 15, 2026). (in Ukrainian)
15. Centre for Economic Strategy (2024). Ukrainski bizhentsi pislia trokh rokiv za kordonom [Ukrainian refugees after three years abroad]. Fourth wave. Available at: https://ces.org.ua/refugees_fourth_wave/ (accessed January 15, 2026). (in Ukrainian)
16. Libanova, E.M. (2025). Liudskyi kapital Ukrainy: vtraty vnaslidok viiny i perspektyvy povoiennoho vidrodzhennia [Human capital of Ukraine: war losses and post-war recovery prospects]. *Visnyk NAN Ukrainy*. <https://doi.org/10.15407/visn2025.04.039> (accessed January 15, 2026) (in Ukrainian)
17. National Bank of Ukraine (2025). Inflatsiynyi zvit. Kvitni 2025 roku [Inflation Report. April 2025]. Available at: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/IR_2025-Q2.pdf (accessed January 17, 2026). (in Ukrainian)
18. Zinchenko, S. (2024). CBAM – transkordonnyi vuhletsevy podatok YeS [CBAM – EU carbon border adjustment mechanism]. European Business Association. Available at: <https://eba.com.ua/cbam-transkordonnyj-vugletsevyj-podatok-yes-shho-tse-i-yak-vplyne-na-biznes/> (accessed January 14, 2026). (in Ukrainian)
19. European Bank for Reconstruction and Development. The EBRD in Ukraine. Available at: <https://www.ebrd.com/home/what-we-do/where-we-invest/ukraine.html> (accessed January 18, 2026). (in English)
20. UK Government (2025). *UK support to Ukraine. Factsheet, July*. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/688a2c64048fff613a4d5bda/UK_support_to_Ukraine_factsheet_July_2025.pdf (accessed January 18, 2026). (in English)
21. Zhang, D. et al. (2022). Artificial Intelligence Index Report 2022. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.03468> (accessed January 23, 2026) (in English)
22. Danylyshyn, B.M. (2024). *Ekonomichni pidsumky 2024 roku ta zavdannia na 2025-y* [Economic outcomes of 2024 and objectives for 2025]. *Ekonomichna Pravda*, December 30. Available at: <https://epravda.com.ua/experts/ekonomichni-pidsumki-2024-roku-ta-zavdannia-na-2025-y-801447/> (accessed January 23, 2026). (in Ukrainian)
23. *Robota.ua. Prozora robota* [Transparent labour market]. Query “automation engineer”, 2021–2024. Available at: <https://robota.ua/prozora?keyword=inzhener-z-avtomatyzatsiyi&cityId=0&rubricId=0> (accessed January 23, 2026). (in Ukrainian)
24. Unified State Electronic Database on Education (2024). *Vstupna kampaniia 2024: statystyka* [Admission campaign 2024: statistics]. Available at: <https://vstup2024.edbo.gov.ua/statistics/> (accessed August 13, 2025). (in Ukrainian)

Дата надходження статті: 03.12.2025

Дата прийняття статті: 15.12.2025

Дата публікації статті: 29.12.2025