

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Науково-практичний журнал

Scientific and practical journal



**Економіка
Промисловості**
Economy of Industry

Видається з 1997 року

Виходить щоквартально



№ 4 (96)

2021

**Науково-практичний журнал «Економіка промисловості» видається з 1997 р.
Свідоцтво про державну реєстрацію журналу КВ № 23249-13089ПР від 22.03.2018 р.
Виходить щоквартально**

**Журнал внесено до Переліку наукових фахових видань України (категорія Б)
(відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 15.10.2019 р. № 1301)**

ISSN 1562-109X (Print)

Журнал зареєстровано у Міжнародному центрі
періодичних видань (ISSN International
Center, м. Париж)

ISSN 2306-532X (Online)

Журнал «Економіка промисловості» індексується українською загальнодержавною реферативною базою даних «Україніка наукова» і представлений у **Науковій електронній бібліотеці періодичних видань НАН України**. Видання розміщено у світовій електронній бібліотеці наукової періодики **EBSCO Publishing**. Журнал внесено до світового каталогу наукових періодичних видань **Ulrich's Periodicals Directory**. З листопада 2011 р. видання включено до міжнародної наукометричної бази «Наукова електронна бібліотека **E-Library.Ru** (Російського індексу наукового цитування – **РІНЦ**)». Журнал внесено до переліку журналів міжнародного індексу наукового цитування **Index Copernicus** (Польща). Видання індексується вільно доступною системою **Google Scholar**. З 2013 р. науково-практичний журнал «Економіка промисловості» індексується у міжнародних наукометричних базах: **DRJI** (Directory of Research Journals Index), **ERIH PLUS** (European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences) та **Research Bible** (Токіо, Японія).

Засновники:

Національна академія наук України,
Інститут економіки промисловості

E-mail:

RPokotylenko@gmail.com,
admin@econindustry.org.

Web: www.ojs.econindustry.org.

Web: iie.org.ua

Адреса редакції:

вул. М. Капніст, 2,
Київ, Україна, 03057.

Тел.: (044) 200-55-71.

Моб.: (095) 291-03-11

Науково-редакційна рада:

АМОША О.І. (голова редакційної ради, акад. НАН України. Інститут економіки промисловості НАН України), АЛЕКСАНДРОВ І.О. (д.е.н., проф. Одеський національний політехнічний університет), ГЕСЦЬ В.М. (акад. НАН України. Інститут економіки та прогнозування НАН України), ДЕМЕНТЬЄВ В.В. (д.е.н., проф. Фінансовий університет при Уряді Російської Федерації), КВІЛІНСЬКІ А. (к.е.н. Лондонська академія науки і бізнесу, Велика Британія), ЛІБАНОВА Е.М. (акад. НАН України. Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України), МАКОГОН Ю.В. (д.е.н., проф. Маріупольський національний університет).

Редакційна колегія:

ВИШНЕВСЬКИЙ В.П. (головний редактор, акад. НАН України. Інститут економіки промисловості НАН України), ЗАЛОЗНОВА Ю.С. (заст. головного редактора, чл.-кор. НАН України. Інститут економіки промисловості НАН України), ПОКОТИЛЕНКО Р.В. (заст. головного редактора, відповідальний редактор, к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ГАРКУШЕНКО О.М. (секретар редакційної колегії, к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), АНТОНЮК В.П. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), БРЮХОВЕЦЬКА Н.Ю. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), БУЛЄСВ І.П. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), КРАВЧЕНКО О.О. (д.е.н., проф. Державний університет інфраструктури і технологій), МАЙБУРОВ І.А. (д.е.н., проф. Уральський федеральний університет ім. першого Президента Росії Б.М. Єльцина, Росія), МИХНЕНКО В. (к.е.н. Оксфордський університет, Велика Британія), НОВІКОВА О.Ф. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), ПОГОРЛЕЦЬКИЙ О.І. (д.е.н., проф. Санкт-Петербурзький державний університет, Росія), СОЛДАК М.О. (к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ХАРАЗШВІЛІ Ю.М. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), ЧЕРЕВАТСЬКИЙ Д.Ю. (д.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України).

Статті для публікації в науково-практичному журналі відбираються на умовах конкурсу, за результатами внутрішнього та зовнішнього рецензування. Відповідальність за достовірність фактів, дат, назв, власних імен, даних, цитат несуть безпосередньо автори статей. Редакція може не поділяти висловлені у статтях думки та висновки, що не покладає на неї ніяких зобов'язань. Передруки і переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції. Матеріали друкуються мовою оригіналу.

**Рекомендовано до друку вченою радою Інституту економіки промисловості НАН України
(протокол № 12 від 18.10.2021 р.)**

© Інститут економіки промисловості НАН України
© Економіка промисловості, 2021

ЗМІСТ

МАКРОЕКОНОМІЧНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОСТІ

Охтень О. О., Дасів А. Ф. Економіко-математичне моделювання довгострокового розвитку національної промисловості в умовах цифровізації з використанням виробничої функції.....	5
Панькова О. В., Касперович О. Ю. Цільові пріоритети регуляторної політики України щодо формування умов гідної праці у платформній економіці.....	21
Коритько Т. В., Крук О. М. Моделювання впливу інвестиційної активності підприємств на рівень сталого розвитку регіону з використанням апарату нечіткої логіки	41
Воргач О. А. Індивідуальне прибуткове оподаткування у стимулюванні розвитку людського капіталу.....	56

ПРОБЛЕМИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ТА ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОМИСЛОВОСТІ

Турлакова С. С., Логвіненко Б. І. Моделювання процесу горизонтального узгодження рішень на підприємствах на основі рефлексивного підходу.....	81
--	----

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОСТІ

Руссиян О. А. Вплив розвитку «Індустрії 4.0» на людський капітал промислового підприємства: зарубіжний досвід	93
--	----

РЕЦЕНЗІЇ, ІНФОРМАЦІЙНІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Залознава Ю. С. Огляд колективної монографії «Цифровізація економіки: як покращити конкурентоспроможність країни» (Вишневецький В. П., Гаркушенко О. М., Заніздра М. Ю., Князев С. І., Липницький Д. В., Чекіна В. Д. Київ: Академперіодика, 2021).....	118
--	-----

Олексій Олександрович Охтень,

канд. екон. наук, старший науковий співробітник

E-mail: aokhten@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1629-3891>;

Алла Федорівна Дасів,

канд. екон. наук

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

E-mail: alladasiv@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5431-701X>

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДОВГОСТРОКОВОГО РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИРОБНИЧОЇ ФУНКЦІЇ

У статті обґрунтовано доцільність моделювання розвитку національної промисловості з урахуванням того, як розвиваються основні взаємопов'язані ключові для України галузі економіки (не тільки переробна і добувна промисловості, але й сільське господарство), а також з урахуванням факторів, які зумовлюють зміну показників розвитку в часі. За основу побудови моделі взято мультиплікативну виробничу функцію, яку модифіковано з урахуванням особливостей Четвертої промислової революції та специфіки окремих галузей України.

Запропоновано економіко-математичну модель довгострокового розвитку зазначених галузей економіки України в умовах цифровізації, у якій залежною змінною виступає додана вартість у галузі, а незалежними змінними – класичні складові виробничих функцій (праця і капітал), а також новий фактор цифровізації та фактори, які є специфічними для конкретних галузей (індекс світових продовольчих цін для сільського господарства та індекс світових сировинних цін для добувної промисловості). Особливістю моделі є також використання поправочних коефіцієнтів, які відображають зміну віддачі факторів із часом і збільшують точність розрахунків. До того ж розроблено окремі моделі для розрахунку кожного з основних факторів на основі динаміки інвестицій з урахуванням рекурсивного впливу доданої вартості, схильності до інвестування, стану світової економіки та інших специфічних факторів.

Із використанням розробленої моделі здійснено розрахунки доданої вартості в сільському господарстві, добувній і переробній галузях України у 2010-2019 рр. Виконано перевірку адекватності моделі за результатами її параметризації, яка показала достатню точність для використання на практиці, оскільки середня абсолютна помилка апроксимації складає від 2,94 до 4,14% залежно від галузі (при виключенні з розрахунків аномальних 2014-2015 рр.).

На основі результатів розрахунків доданої вартості за ключовими галузями розраховано значення ВВП у цілому по країні. Для цього використано регресійну модель, у якій факторами виступають значення доданої вартості для зазначених галузей. Встановлено, що запропонована модель є досить точною і може використовуватися для розрахунку ВВП України на основі розрахунків доданої вартості в сільському господарстві, добувній та переробній галузях.

© О. О. Охтень, А. Ф. Дасів, 2021

З урахуванням перспектив практичного використання моделі для прийняття управлінських рішень здійснено оцінку еластичності основного рушійного фактора розвитку галузей (інвестицій) за основними змінними впливу, яка, зокрема, показала, що курс гривні до долара США має негативний вплив на інвестиції, причому найбільш виражений – на інвестиції в основні фонди переробної промисловості. Це ставить під сумнів поширене уявлення про те, що девальвація гривні стимулює внутрішнє виробництво.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання, виробнича функція, цифровізація, зміна віддачі факторів, довгостроковий розвиток, промисловість, додана вартість, ВВП.
JEL: C67, O30, O40, L60

Прийняття рішень щодо довгострокового розвитку національної промисловості в умовах цифровізації потребує певного науково-методичного обґрунтування з використанням економіко-математичного інструментарію. Також важливим є розуміння факторів, що впливають на промисловість, і вибір ключових із них для включення в моделі.

Аналіз науково-методичних підходів до моделювання діяльності економічних систем свідчить, що найбільшого поширення набуло використання виробничих функцій, проте кожна з них має свої особливості, варіації та певний набір факторів. Так, у дослідженні (Вільчинська, Паночин, Кушнір, 2016) при побудові виробничої функції Кобба-Дугласа для аналізу промислового розвитку областей України використовуються класичні виробничі фактори (праця і капітал). У роботі (Гаврилюк, 2012) наведено мультиплікативну виробничу функцію прогнозування економічного зростання в Україні через використання таких факторів, як індекс вартості основних фондів, чисельність зайнятих у країні та інвестиції в основний капітал. Також опосередковано враховано вплив науково-технічного прогресу через обсяги інвестицій в основний капітал. У дослідженні (Сухоруков, Харазішвілі, 2012) у виробничих функціях оцінку витрат капіталу здійснено шляхом введення коефіцієнта використання основних фондів, на який коригується вартість основних фондів. Виробничу функцію, подібну до функції Кобба-Дугласа, запропоновано у публікації (Brynjolfsson, McElheran, 2016), де використовується додана вартість як залежна змінна і такі фактори: продуктивність праці, капітал, трудові ресурси, споживання енергії, ІТ-капітал

(вартість апаратного та програмного забезпечення), ступінь структурованого управління (ступінь автономності персоналу середньої ланки у прийнятті рішень) і прийняття рішень на основі даних.

Результати аналізу, а також практичні потреби моделювання довгострокового розвитку національної промисловості вказують на необхідність урахування, крім класичних факторів, сучасних тенденцій щодо активного впровадження інформаційних систем і технологій у виробництво, використання «великих даних», штучного інтелекту, Інтернету речей і роботизації, тобто фактора, що характеризується цифровізацією виробництва. До того ж у проаналізованих дослідженнях не враховано специфіку галузей України та факторів, що впливають на їх розвиток.

Метою статті є обґрунтування підходу до моделювання довгострокового розвитку промисловості України з урахуванням цифровізації та змін у ключових галузях економіки з використанням виробничої функції.

У попередніх дослідженнях (Охтен, Дасів, 2020) обґрунтовано доцільність моделювання розвитку промисловості не як єдиної галузі економіки, а в розрізі трьох окремих галузей: сільського господарства, добувної та переробної промисловості. На рис. 1 наведено динаміку доданої вартості по цих галузях.

Така нерівномірна статистика з різними коливаннями показників свідчить про те, що моделювання розвитку основних галузей економіки не може здійснюватися лише на основі аналізу рядів даних, а потребує розуміння факторів, які зумовлюють зростання чи падіння показників.

За основу побудови моделі взято мультиплікативну виробничу функцію, яку модифіковано з урахуванням особливостей Четвертої промислової революції та спе-

цифіки окремих галузей в умовах України. Також визначено фактори, що впливають на основні компоненти виробничої функції (інвестиції, чисельність працівників та ін.).

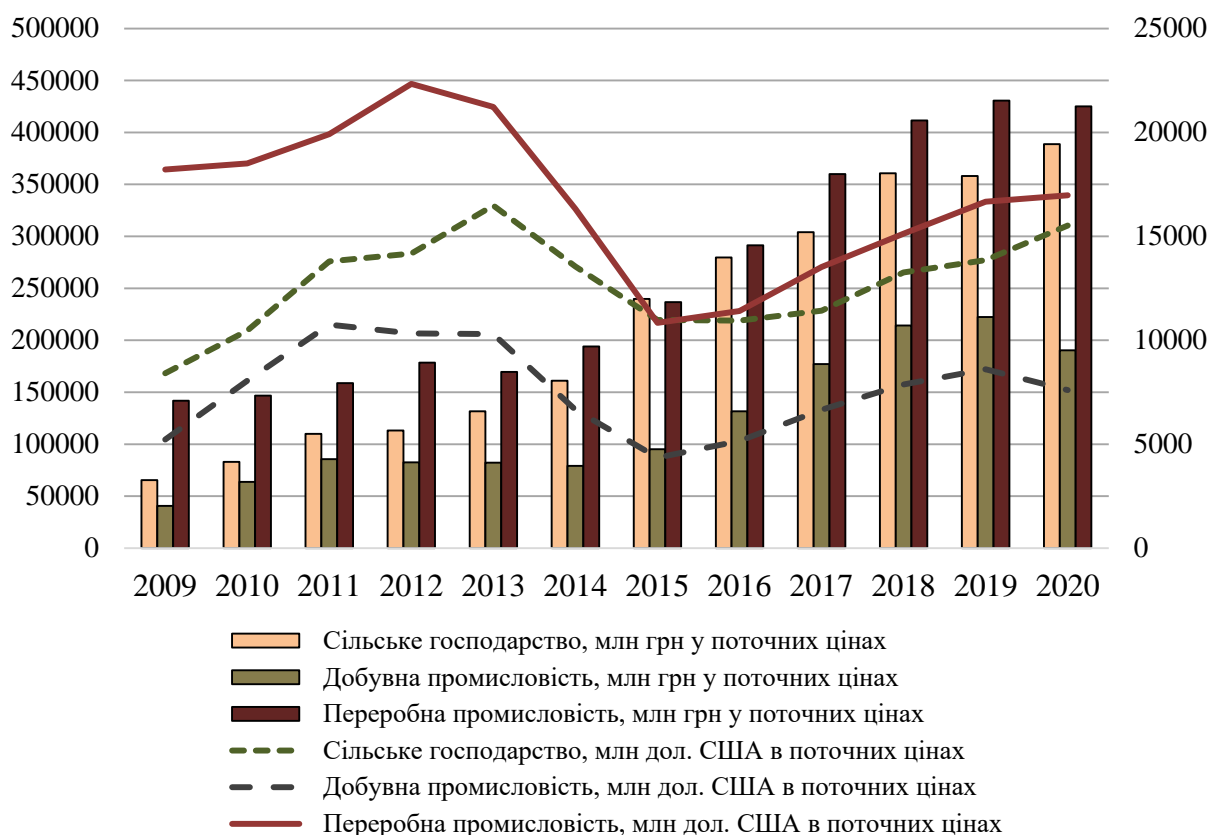


Рисунок 1 – Динаміка доданої вартості у сільському господарстві, добувній і переробній промисловості України у 2009-2020 рр.

Джерело: складено на основі (Сільське господарство України 2010, 2011; Валова додана вартість 2010-2020, 2021).

Встановлено, що цифровізація стає новим фактором виробництва, який доцільно враховувати в моделях виробничої функції окремо від традиційних факторів виробництва, таких як праця та капітал (Мадых, Охтень, 2018; Дасив, Мадых, Охтень, Турлакова, 2019). На основі аналізу існуючих підходів до визначення довгострокових факторів і тенденцій розвитку промисловості (Дасив, Охтень, 2020; Long-term macroeconomic forecasts. Key trends to 2050, 2015; Altshuler, Holland, Hong, Li, 2016; Пенькова, 2012; Семененко, Бойко, Водчиць, Добровольський, Кремешний, 2014; Вектори економічного розвитку

2030, 2020), а також з урахуванням особливостей Четвертої промислової революції здійснено розширення набору стандартних факторів виробництва за рахунок включення специфічного фактора – вартості програмного забезпечення та баз даних, а також факторів світових цін на продукцію досліджуваних галузей.

Таким чином, моделі галузей будуються на основі мультиплікативної ступеневі функції, у якій залежною змінною є додана вартість, а незалежними виступають як класичні складові виробничих функцій (праця і капітал), так і новий фактор цифровізації, а також фактори, які є спе-

цифічними для конкретних галузей. Серед питань, не розглянутих у попередніх дослідженнях, – урахування динаміки основних факторів, що впливають на додану вартість, а саме вартості основних фондів, середньорічної чисельності зайнятих і вартості програмного забезпечення та баз даних. В існуючих моделях ці фактори розглядаються як екзогенні змінні. Проте в реальності кожен із них залежить від низки інших факторів, які слід ураховувати у процесі моделювання.

Моделі для кожної конкретної галузі наведено нижче.

1. Сільське господарство

Додана вартість у сільському господарстві:

$$Y_{A,i} = \theta \cdot K_{A,i}^\alpha \cdot (L_{A,i} \cdot Q_{A,i})^\beta \cdot D_{A,i}^\gamma \cdot P_{A,i}^\delta, \quad (1)$$
де i – індекс періоду часу (наприклад, календарний рік або порядковий номер року в рамках моделі);

$K_{A,i}$ – вартість основних фондів у сільському господарстві в i -му періоді;

$L_{A,i}$ – середньорічна чисельність зайнятих у сільському господарстві в i -му періоді;

$Q_{A,i}$ – середньорічна зарплата в сільському господарстві в i -му періоді;

$D_{A,i}$ – вартість програмного забезпечення та баз даних (ПЗ і БД) у сільському господарстві в i -му періоді;

$P_{A,i}$ – індекс продовольчих цін (наприклад, індекс продовольчих цін Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО) (FAO Food Price Index, 2021) в i -му періоді;

$\theta, \alpha, \beta, \gamma, \delta$ – коефіцієнти при змінних, розраховуються при параметризації моделі.

У свою чергу, складові виробничої функції також розраховуються на основі відповідних моделей.

Основні фонди в сільському господарстві:

$$K_{A,i} = \alpha + \beta \cdot K_{A,i-1} + \gamma \cdot IK_{A,i-1} \quad (2)$$
де $K_{A,i}$ – вартість основних фондів у сільському господарстві в попередньому, тобто $(i - 1)$ -му, періоді;

$IK_{A,i-1}$ – інвестиції в основні фонди в сільському господарстві в попередньому, тобто $(i - 1)$ -му, періоді;

α, β, γ – коефіцієнти при змінних, розраховуються у процесі параметризації моделі.

Інвестиції в основні фонди в сільському господарстві:

$$IK_A = \theta \cdot Y_{A,i-1}^\alpha \cdot G_{i-1}^\beta \cdot P_{i-1}^\gamma, \quad (3)$$

де $Y_{A,i-1}$ – додана вартість у сільському господарстві в попередньому, тобто $(i - 1)$ -му, періоді;

G_{i-1} – зростання світової економіки в попередньому, тобто $(i - 1)$ -му, періоді;

P_{i-1} – схильність до інвестування (в економіці загалом, наприклад, частка інвестицій у ВВП) у попередньому, тобто $(i - 1)$ -му, періоді;

$\theta, \alpha, \beta, \gamma$ – коефіцієнти при змінних, розраховуються у процесі параметризації моделі.

Чисельність зайнятих у сільському господарстві:

$$L_{A,i} = \theta T_i^\alpha \cdot Z_{A,i}^\beta \cdot K_{A,i}^\gamma, \quad (4)$$

де T_i – чисельність працездатного населення в i -му періоді;

$Z_{A,i}$ – співвідношення середньої заробітної плати в сільському господарстві із середньою заробітною платою в ЄС: $Z_{A,i} = Q_{A,i}/Q_{EU,i}$;

$\theta, \alpha, \beta, \gamma$ – коефіцієнти при змінних, розраховуються у процесі параметризації моделі.

Середня зарплата в сільському господарстві $Q_{A,i}$ задається в моделі екзогенно (тобто не розраховується самою моделлю).

Вартість програмного забезпечення і баз даних у сільському господарстві

Статистика вартості ПЗ і БД органами статистики України не ведеться, тому, як зазначено вище, як альтернативу можна використовувати інвестиції в ПЗ і БД (наприклад, суму таких інвестицій за 2 роки). У такому випадку

$$D_{A,i} = ID_{A,i} + D_{A,i-1}, \quad (5)$$

де $ID_{A,i}$ – інвестиції в ПЗ і БД в i -му періоді.

2. Добувна промисловість

Модель для добувної промисловості аналогічна моделі для сільського господарства, однак з урахуванням специфіки добувної промисловості.

Додана вартість у добувній промисловості:

$$Y_{E,i} = \theta \cdot K_{E,i}^{\alpha} \cdot (L_{E,i} \cdot Q_{E,i})^{\beta} \cdot D_{E,i}^{\gamma} \cdot P_{E,i}^{\delta}, \quad (6)$$

де всі змінні, коефіцієнти та індекси аналогічні моделі для сільського господарства окрім того, що замість індексу продовольчих цін використовується $P_{E,i}^{\delta}$ – індекс сировинних цін (наприклад, індекс сировинних товарів і енергетичних ресурсів МВФ (IMF, 2021)).

3. Переробна промисловість

Модель для переробної промисловості аналогічна двом наведеним вище моделям за винятком того, що в ній не використовується фактор цін, оскільки продукція переробної промисловості є занадто різноманітною, щоб можна було включити в модель універсальний фактор цін (подібно до факторів цін на сільськогосподарську продукцію і сировинні товари в моделях сільського господарства і добувної промисловості):

$$Y_{M,i} = \theta \cdot K_{M,i}^{\alpha} \cdot (L_{M,i} \cdot Q_{M,i})^{\beta} \cdot D_{M,i}^{\gamma}, \quad (7)$$

До того ж у роботі (Охтеня, Дасів, 2021) аргументовано необхідність моделювання виробничої функції з урахуванням зміни віддачі факторів виробництва з часом. Для перевірки цієї гіпотези розглянуто зміну з часом коефіцієнтів при факторах виробництва на прикладі розвинутої країни (що серед перших упроваджує сучасні технології, у тому числі цифрові), для якої існує необхідна офіційна статистика. У статті (Мадих, Охтеня, Дасів, 2018) зазначено, що такою країною є Німеччина, тому гіпотезу перевірено на її прикладі. Встановлено, що додавання поправочних коефіцієнтів, які визначають зміну вагових коефіцієнтів при факторах виробничої функції з часом збільшило точність розрахунків. Також було зафіксовано зниження результуючого (з урахуванням мінливого в часі коефіцієнта) показника ступеня при факторі цифровізації та його збільшення при факторі основних засобів, що беруть участь у

процесі виробництва (вартості машин та обладнання) – віддача від основних фондів щорічно збільшується, а віддача від фактора цифровізації зменшується приблизно на ту саму величину.

Такі поправочні коефіцієнти слід включити у модель виробничої функції для вищенаведених галузей економіки України. Так, з урахуванням поправочних коефіцієнтів для факторів виробництва додана вартість у кожній галузі розраховуватиметься за такою формулою:

$$Y_i = \theta \cdot K_i^{\alpha \cdot k_{\alpha}^{(i-i_0)}} \cdot L_i^{\beta \cdot k_{\beta}^{(i-i_0)}} \cdot D_i^{\gamma \cdot k_{\gamma}^{(i-i_0)}} \cdot P_i^{\delta}, \quad (8)$$

де i_0 – індекс «нульового» року, тобто року, в якому коефіцієнти при факторах ще не змінювалися (по суті, цей рік є першим роком моделі), значення i_0 може бути як порядковим номером року (1, 2, 3 та ін.), так і традиційним позначенням року (2010, 2011, 2012 та ін.);

k_{α} , k_{β} і k_{γ} – коефіцієнти, що відображають зміну коефіцієнтів α , β і γ при факторах капіталу, праці та цифровізації відповідно, причому $k_{\alpha} + k_{\beta} + k_{\gamma} = 3$, тобто збільшення одного коефіцієнта може відбуватися тільки за рахунок зменшення іншого, а їх сума є постійною.

Зведення значень коефіцієнтів k_{α} , k_{β} і k_{γ} у ступінь $(i - i_0)$ відображає кумулятивну зміну віддачі факторів (тобто значень показників ступеня α , β і γ) за період з i_0 -го по i -й рік.

Оскільки Україна не є країною, де масово створюються нові технології, а переважно лише впроваджуються нові технології, розроблені в розвинутих країнах із певним запізненням, то логічно припустити, що тенденції зміни вагових коефіцієнтів при факторах виробництва будуть такими самими, якими вони були в розвинутих країнах певний час тому. Отже, для України на найближчі, як мінімум, 10 років можна використовувати коригувальні коефіцієнти, розраховані для Німеччини за минулі 10 років, а не розраховувати будь-які власні коригувальні коефіцієнти (що було б більш складно з урахуванням дефіциту статистичної інформації).

З точки зору застосування запропонованих моделей для аналізу та прийняття рішень важливими є важелі, за допомогою яких можна впливати на зміну виробничої функції (у термінах моделі – це незалежні змінні). З цієї позиції всі змінні запропонованих моделей (що утворюють комплекс моделей виробничої функції) можна роз-

поділити на три класи: залежні, незалежні та змінні, що являють собою проміжні розрахунки (вони є незалежними змінними для моделей нижчого рівня і залежними змінними – в моделях виробничої функції, які використовуються для розрахунку доданої вартості по галузях) (табл. 1).

Таблиця 1 – Ролі змінних комплексу моделей виробничої функції з точки зору аналізу та прийняття рішень

Залежні змінні – підсумкові результати розрахунків	Незалежні змінні – встановлюються ззовні	Проміжні змінні – розраховуються у процесі моделювання
Величина доданої вартості за галузями – $Y_{A,i}, Y_{E,i}, Y_{M,i}$.	1. Середньорічна зарплата за галузями – $Q_{A,i}, Q_{E,i}, Q_{M,i}$. 2. Індеси цін для сільського господарства і добувної промисловості – $P_{A,i}, P_{E,i}$. 3. Зростання світової економіки – G_i . 4. Схильність до інвестування в економіці загалом – P_{i-1} . 5. Чисельність населення в країні загалом – T_i . 6. Середня заробітна плата за галузями – $Q_{A,i}, Q_{E,i}, Q_{M,i}$. 7. Середня заробітна плата в ЄС – $Q_{EU,i}$. 8. Валютні індикатори – курс гривні до долара США та євро, а також коригувальний коефіцієнт для приведення поточного курсу долара США до порівнянного (дефлятор світового ВВП). 9. Коефіцієнти для коригування віддачі факторів із часом – $k_\alpha, k_\beta, k_\gamma$	1. Вартість основних фондів за галузями – $K_{A,i}, K_{E,i}, K_{M,i}$. 2. Інвестиції в основні фонди за галузями – $IK_{A,i}, IK_{E,i}, IK_{M,i}$. 3. Середньорічна чисельність зайнятих за галузями – $L_{A,i}, L_{E,i}, L_{M,i}$. 4. Вартість ПЗ і БД (або, за відсутності необхідної статистики, інвестиції в ПЗ і БД) – $D_{A,i}$. 5. Інвестиції в ПЗ і БД – $ID_{A,i}, ID_{E,i}, ID_{M,i}$. 6. Коефіцієнт масштабу і показники ступеня при факторах для кожної окремої моделі – $\theta, \alpha, \beta, \gamma$

Джерело: складено авторами.

Таким чином, основним «виходом» моделі є величина доданої вартості, а також аналітичне значення, яке мають проміжні змінні. Незалежні змінні є «входами» моделі та використовуються як «важелі», що впливають на проміжні змінні та через них на незалежну змінну – величину доданої вартості за галузями. Слід відзначити, що залежні та проміжні змінні (за винятком коефіцієнта масштабу і показників ступеня) є розрахунковими для майбутніх періодів часу, а також при оцінюванні по-

милки у процесі параметризації, проте по них є фактичні дані за минулі періоди часу. По незалежних змінних мають бути дані на всі періоди часу, для яких виконуються розрахунки (оскільки ці показники не розраховуються моделлю, вони мають надходити до моделі ззовні на основі зовнішніх прогнозів, оцінок, планів та ін.).

Перевірка адекватності моделі за результатами її параметризації показала достатню точність розрахунків (табл. 2-4).

Таблиця 2 – Розрахунок доданої вартості в сільському господарстві України у 2010-2019 рр. із використанням моделі

Рік	Додана вартість, млн дол. у поточних цінах	Основні фонди, млн дол. у поточних цінах	Річні витрати на оплату праці, млн дол. у поточних цінах	Інвестиції в ПЗ за 2 останні роки, млн дол. у поточних цінах	Світовий індекс продовольчих цін	Додана вартість, млн дол. у поточних цінах (розрахунок)	Відносна помилка, %
2010	10460,03	14298,61	6939,97	3,70	106,79	11312,75	8,15
2011	12808,97	13747,62	8833,34	4,06	118,82	12738,82	0,55
2012	13184,94	16025,21	10188,87	4,45	111,49	13699,30	3,90
2013	15306,03	18127,94	11672,52	4,02	109,50	14186,30	7,32
2014	12590,87	13391,50	7408,60	4,62	106,31	12160,88	3,42
2015	11087,74	9717,44	5270,28	4,84	95,12	10230,67	7,73
2016	11172,12	10803,28	5763,77	3,70	97,81	10177,02	8,91
2017	11316,39	12719,00	7741,38	3,74	100,81	11557,72	2,13
2018	12731,06	14368,12	9400,98	4,20	94,15	12587,10	1,13
2019	13422,25	17594,72	11992,18	3,55	95,58	13564,48	1,06
Середня відносна помилка з урахуванням 2014-2015 рр.							4,43
Середня відносна помилка без урахування 2014-2015 рр.							4,14

Джерело: розраховано на основі (Валова додана вартість 2010-2020, 2021; Вартість основних засобів за видами економічної діяльності у 2000-2019 роках, 2020; Середньомісячна заробітна плата штатних працівників за видами економічної діяльності у 2010-2020, 2021; Капітальні інвестиції підприємств за видами економічної діяльності у 2010-2019 роках, 2020; FAO Food Price Index, 2021).

Таблиця 3 – Розрахунок доданої вартості в добувній промисловості України у 2010-2019 рр. із використанням моделі

Рік	Додана вартість, млн дол. у поточних цінах	Основні фонди, млн дол. у поточних цінах	Річні витрати на оплату праці, млн дол. у поточних цінах	Інвестиції в ПЗ за 2 останні роки, млн дол. у поточних цінах	Світовий індекс сировинних цін	Додана вартість, млн дол. у поточних цінах (розрахунок)	Відносна помилка, %
2010	8049,31	17801,26	2736,82	6,12	146,11	7941,964	1,33
2011	9982,19	23792,95	3001,30	5,73	182,47	9586,525	3,96
2012	9608,61	26909,87	3313,38	4,44	174,42	9342,781	2,77
2013	9561,34	35992,24	3485,53	6,99	168,79	10123,67	5,88
2014	6181,94	28340,84	1615,30	15,45	169,79	9890,82	60,00
2015	4398,97	17526,10	1033,87	13,47	170,79	8718,439	98,19
2016	5258,50	16377,38	1025,46	5,36	100,00	5557,211	5,68
2017	6596,25	15747,28	1149,77	8,43	113,55	6401,615	2,95
2018	7561,20	14532,57	1234,97	17,92	128,19	7512,977	0,64
2019	8335,45	16108,03	1619,16	26,19	117,57	7777,589	6,69
Середня відносна помилка з урахуванням 2014-2015 рр.							18,81
Середня відносна помилка без урахування 2014-2015 рр.							3,74

Джерело: розраховано на основі (Валова додана вартість 2010-2020, 2021; Вартість основних засобів за видами економічної діяльності у 2000-2019 роках, 2020; Середньомісячна заробітна плата штатних працівників за видами економічної діяльності у 2010-2020, 2021; Капітальні інвестиції підприємств за видами економічної діяльності у 2010-2019 роках, 2020; IMF, 2021).

Таблиця 4 – Розрахунок доданої вартості в переробній промисловості України у 2010-2019 рр. із використанням моделі

Рік	Додана вартість, млн дол. у поточних цінах	Основні фонди, млн дол. у поточних цінах	Річні витрати на оплату праці, млн дол. у поточних цінах	Інвестиції в ПЗ за 2 останні роки, млн дол. у поточних цінах	Додана вартість, млн дол. у поточних цінах (розрахунок)	Відносна помилка, %
2010	18505,55	88992,69	7523,55	35,47	17978,27	2,85
2011	18490,84	75083,24	8251,93	39,80	18555,30	0,35
2012	20775,72	78924,50	9244,75	54,68	20788,04	0,06
2013	19710,52	69714,72	9445,16	58,23	20626,86	4,65
2014	15161,86	59090,77	6002,96	52,92	14484,11	4,47
2015	10943,76	76612,19	4078,97	41,53	11862,04	8,39
2016	11642,24	71582,01	4251,50	37,34	12023,47	3,27
2017	13398,29	43494,62	5294,25	40,13	12359,93	7,75
2018	14520,61	44379,55	6434,17	36,86	14272,13	1,71
2019	16143,42	43124,85	7956,40	41,44	16605,36	2,86
Середня відносна помилка з урахуванням 2014-2015 рр.						3,64
Середня відносна помилка без урахування 2014-2015 рр.						2,94

Джерело: розраховано на основі (Валова додана вартість 2010-2020, 2021; Вартість основних засобів за видами економічної діяльності у 2000-2019 роках, 2020; Середньомісячна заробітна плата штатних працівників за видами економічної діяльності у 2010-2020, 2021; Капітальні інвестиції підприємств за видами економічної діяльності у 2010-2019 роках, 2020).

Отже, модель демонструє достатньо низьку помилку апроксимації (як різницю між розрахунковими та фактичними значеннями), причому ця помилка ще нижче при виключенні даних за аномальні 2014-2015 рр.

На практиці модель може застосовуватися для вирішення таких завдань:

1) передбачення розвитку ситуації в галузях промисловості з часом. Моделі не створювалися для отримання точних прогнозів, однак вони можуть показувати напрями розвитку основних показників у різних умовах, тому в поєднанні з іншими інструментами можуть застосовуватися для перевірки або уточнення розрахунків;

2) оцінювання наслідків управлінських рішень на державному рівні, наприклад, спрямованих на стимулювання інвестицій у ті чи інші фактори виробництва, регулювання ринку праці, стимулювання цифровізації тощо за допомогою різних інструментів державної економічної політики, таких як податки, пільги, прямі інвестиції та ін. При оцінюванні наслідків управлінських рішень кожному рішенню

ставиться у відповідність певне значення або зміна значення однієї або декількох незалежних змінних моделі для кожного року протягом періоду дії такого рішення;

3) аналіз розвитку ситуації за різними сценаріями, наприклад, в умовах зростання або падіння цін на продукцію, світових економічних криз, зміни демографічних тенденцій. Також як сценарії можуть розглядатися комплексні державні програми, які суттєво впливають на умови функціонування галузей. При аналізі сценаріїв кожному сценарію ставиться у відповідність конкретний набір значень незалежних змінних моделі для кожного року протягом планового періоду (як правило, кожен сценарій може зачіпати відразу кілька змінних протягом тривалого періоду часу).

Крім того, на основі результатів розрахунків доданої вартості за ключовими галузями можливо розрахувати значення ВВП у цілому по країні. Оскільки представлений комплекс моделей включає не всі галузі, то для розрахунку ВВП доцільно використовувати регресійну модель, до якої факторами будуть входити значення

доданої вартості для означених ключових галузей. Такий підхід є цілком обґрунтованим, оскільки ВВП, відповідно до одного з методів розрахунку, включає додану вартість, створену в економіці країни. Крім того, включення в модель основних галузей, що створюють первинні матеріальні блага, а не перерозподіляють створені блага, дозволяє стверджувати, що додана вартість за іншими галузями (торгівля, енергетика, фінансові послуги та ін.) значною мірою похідна від доданої вартості, створеної у сільському господарстві, добувній та переробній галузях. Для розрахунку ВВП використовуватиметься адитивна функція (лінійна регресія)

$$GDP_i = a + b \cdot Y_{A,i} + c \cdot Y_{E,i} + d \cdot Y_{M,i}, \quad (9)$$

де GDP_i – величина ВВП країни загалом в i -й період;

$Y_{A,i}, Y_{E,i}, Y_{M,i}$ – додана вартість у сільському господарстві, добувній та переробній галузях відповідно;

a, b, c, d – коефіцієнти моделі лінійної регресії.

Використання саме адитивної, а не мультиплікативної функції пояснюється тим, що компоненти ВВП (додана вартість) при прямому розрахунку ВВП підсумовуються, а завдання запропонованої моделі полягає в тому, щоб скоригувати підсумкове значення для неявного врахування не включених у модель елементів ВВП. Правильність форми і факторів моделі підтверджується розрахунками, наведеними в табл. 5.

Таблиця 5 – Результати розрахунків із використанням моделі розрахунку ВВП України у 2010-2020 рр. на основі значень доданої вартості у сільському господарстві, добувній та переробній галузях

Рік	ВВП, дол. США у поточних цінах	Додана вартість у сільському господарстві, дол. США у поточних цінах	Додана вартість у добувній промисловості, дол. США у поточних цінах	Додана вартість у переробній промисловості, дол. США у поточних цінах	ВВП, дол. США у поточних цінах, розрахунок	Абсолютна помилка, %
2010	136 013	10 460,03	8 049,31	18 505,55	135 004	1,59
2011	163 160	13 796,86	10 752,07	19 916,94	164 124	2,12
2012	175 781	14 173,34	10 328,91	22 333,17	176 700	0,61
2013	183 310	16 486,48	10 298,75	21 230,66	181 752	0,18
2014	133 503	13 552,99	6 654,33	16 320,44	134 793	0,95
2015	91 031	10 980,13	4 356,27	10 837,55	90 089	0,59
2016	93 356	10 947,20	5 152,64	11 407,87	94 787	2,57
2017	112 190	11 426,65	6 660,53	13 528,83	111 301	0,46
2018	130 902	13 263,13	7 877,21	15 127,46	130 696	1,68
2019	153 781	13 857,28	8 605,61	16 666,64	145 221	5,57
Середня помилка						1,20

Джерело: статистичні дані з (GDP, 2021; Валова додана вартість 2010-2020, 2021), розраховано авторами на основі моделі.

Коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює 0,994, а коефіцієнт регресії R становить 0,998, усі змінні є значимими, середня абсолютна помилка становить 1,2%. Таким чином, дана модель є досить точною і може використовуватися для розрахунку ВВП України на основі розрахунків доданої вартості в сільському господарстві, добувній

та переробній галузях, виконаних за допомогою вищенаведених моделей виробничої функції.

Модель розрахунку ВВП вирішує одразу декілька завдань:

по-перше, вона є додатковим інструментом, що надає цінні для аналізу дані

(коли потрібні дані не тільки за галузями, але і по економіці загалом);

по-друге, на її основі можна оцінювати адекватність комплексу моделей доданої вартості по галузях (точність розрахунків ВВП буде підтверджувати точність розрахунків доданої вартості по галузях);

по-третє, вона дозволяє порівнювати отримані значення з існуючими прогнозами та планами (програмами уряду, прогнозами міжнародних організацій тощо).

З точки зору практичного використання моделей для прийняття управлінських рішень на окрему увагу заслуговує оцінка еластичності основного рушійного

фактора розвитку галузей (інвестицій) за основними змінними, які впливають. Тобто необхідно отримати відповідь на питання про те, як різні чинники впливають на динаміку інвестицій і, відповідно, які важелі можна використовувати для стимулювання інвестицій.

У табл. 6 наведено значення еластичності інвестицій за факторами в розрізі галузей. Під еластичністю розуміється відсоткова зміна інвестицій при зміні значення фактора на 1%. Оскільки фактори в основному впливають на інвестиції із запізненням, то вплив факторів оцінено із запізненням на 1 рік.

Таблиця 6 – Еластичність інвестицій за різними факторами в розрізі галузей

Фактор	Сільське господарство	Добувна промисловість	Переробна промисловість
Світовий індекс продовольчих цін	0,16709	-	-
Світовий індекс сировинних цін	-	0,49048	-
Зростання світової економіки	0,00498	0,00376	0,00398
Курс гривні до долара США	-0,15734	-0,14763	-0,64561
Середня зарплата, грн / місяць	0,15758	0,08546	0,64981
Схильність до інвестування	0,08724	0,22210	0,05229
Додана вартість	0,90694	0,77239	0,94320

Джерело: розраховано авторами.

На основі наведених у табл. 6 даних здійснено такі оцінки:

індекси цін мають помітний вплив на інвестиції в основні фонди в сільському господарстві та добувній промисловості відповідно, причому для добувної промисловості цей вплив є більш вираженим;

зростання світової економіки має незначний вплив на інвестиції в кожній із галузей, що, з одного боку, вказує на деяку відірваність України від світових економічних циклів, а з іншого – що основні галузі поки що не взяті під контроль транснаціональними корпораціями;

курс гривні до долара США має незмінний негативний вплив на інвестиції, причому найбільш виражений – на інвестиції в основні фонди переробної промисловості, що в умовах України спростовує поширене уявлення про те, що девальвація національної валюти стимулює внутрішнє виробництво. Результати моделювання, а

також практика (після девальвації гривні у 2014-2015 рр. у 3 рази активного розвитку переробної промисловості не було) свідчать про зворотне;

зростання середньої заробітної плати стимулює інвестиції в усіх галузях, особливо у переробній (це пов'язано з тим, що зростання заробітної плати відбувається одночасно у всій економіці та стимулює попит на споживчі товари). Оскільки прямого причинно-наслідкового зв'язку між заробітною платою та інвестиціями в основні фонди немає, можна дійти висновку про те, що така залежність пояснюється синхронністю економічних процесів: у сприятливій ситуації підприємства інвестують в основні фонди та збільшують заробітну плату, а в несприятливій – скорочують інвестиції та оплату праці;

схильність до інвестування (по всій економіці загалом) має відчутний вплив на інвестиції в окремих галузях, однак цей

вплив є не на стільки вираженим, як можна було б очікувати. Це свідчить про те, що на інвестиційну активність галузей, які моделювалися, впливають специфічні фактори, які не повністю збігаються з тими, що впливають на інвестиційну активність в економіці загалом;

найбільший вплив на інвестиції в основні фонди кожної галузі має величина доданої вартості. Інвестиції безпосередньо залежать від результатів роботи підприємств і значною мірою фінансуються за рахунок отриманого прибутку (крім того, фінансові результати є одним з основних факторів при прийнятті банками рішень про кредитування інвестиційних проєктів підприємств). Хоча вплив цього фактора і є найбільш вираженим, слід зазначити, що ним неможливо управляти безпосередньо, оскільки додана вартість є результируючим (залежним) показником, а не важелем впливу на інші фактори.

Висновки

1. Розроблено модель для оцінювання перспектив розвитку національної промисловості з урахуванням того, як розвиваються основні взаємопов'язані ключові для України галузі економіки (не тільки переробна і добувна промисловості, але й сільське господарство).

2. Особливість розробленої моделі полягає в тому, що залежною змінною в ній є додана вартість у галузі, а незалежними змінними виступають як класичні складові виробничих функцій (праця і капітал), так і новий фактор цифровізації (виражений як вартість ПЗ і БД), а також фактори, які є специфічними для конкретних галузей (індекс світових продовольчих цін для сільського господарства та індекс світових сировинних цін для добувної промисловості). Крім того, в моделі використовуються поправочні коефіцієнти, що відображають зміну віддачі факторів із часом.

3. Параметризація та оцінка адекватності моделі засвідчили, що вона має достатню точність для практичного використання: при виключенні з розрахунків аномальних 2014-2015 рр. середня абсолютна

помилка апроксимації становить від 2,94 до 4,14% (залежно від галузі).

4. Модель може використовуватися для вирішення таких завдань, як передбачення розвитку ситуації в галузях промисловості з часом, оцінка наслідків тих чи інших управлінських рішень на державному рівні, аналіз розвитку ситуації за різними сценаріями.

5. Результати моделювання також можуть використовуватися для оцінювання впливу розвитку основних галузей на ВВП країни загалом. Для цього запропоновано відповідний інструментарій, а також для аналізу еластичності основного рушійного фактора розвитку галузей – інвестицій – за основними змінними, які на нього впливають. Зокрема, розрахунки свідчать, що курс гривні до долара США має негативний вплив на інвестиції, причому найбільш виражений – на інвестиції в основні фонди переробної промисловості. Це ставить під сумнів поширене уявлення про те, що девальвація гривні стимулює внутрішнє виробництво.

Перспективи подальших досліджень полягають у використанні розробленої моделі для побудови та аналізу сценаріїв розвитку промисловості України до 2035 р.

Література

- Вартість основних засобів за видами економічної діяльності у 2000-2019 роках.* 2020. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2020/ibd/voz/voz_u/arh_voz_u.htm (дата звернення: 29.08.2021).
- Вектори економічного розвитку 2030.* Кабінет міністрів України. 2020. URL: <https://nes2030.org.ua/docs/doc-vector.pdf> (дата звернення: 31.08.2021).
- Виробництво та розподіл валового внутрішнього продукту за видами економічної діяльності. *Валова додана вартість 2010-2020.* 2021. URL: <https://data.gov.ua/dataset/e73d00ac-aba5-4dba-aa72-58181e465243> (дата звернення: 02.09.2021).
- Вільчинська О. М., Паночишин Ю. М., Кушнір Т. О. (2016). Визначення можливостей застосування виробничої функції Кобба-Дугласа як інструменту

- управління виробничими ресурсами регіону. *Вісник Хмельницького національного університету*. № 2. Т. 1. С. 177-181.
- Гаврилюк В. Т. (2012). Аналіз впливу інвестицій на економічне зростання країни з використанням виробничих функцій. *Вісник Запорізького національного університету*. № 4 (16). С. 73-78.
- Дасів А. Ф., Мадых А. А., Охтеня А. А., Турлакова С. С. (2019). *Экономико-математические модели и информационно-коммуникационные технологии развития смарт промышленности: монография*. Київ: ІЗП НАН України. 140 с. (електронне видання). URL: https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2020/05/mono_mathmodels_compressed.pdf (дата звернення: 29.08.2021).
- Дасів А. Ф., Охтеня О. О. (2020). *Аналіз підходів до визначення довгострокових факторів і тенденцій розвитку національної промисловості в умовах цифровізації. Економіка, облік, фінанси, менеджмент і право в Україні та світі: зб. тез доповідей міжнар. наук.-практ. конф.* Полтава: ЦФЕНД. С. 84-85.
- Капітальні інвестиції підприємств за видами економічної діяльності у 2010-2019 роках*. 2020. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/sze_20.htm (дата звернення: 15.08.2021).
- Мадых А. А., Охтеня А. А. (2018). Моделирование трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления смарт-промышленности. *Экономика промышленности*. 4 (84). С. 26-41. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2018.04.026>
- Охтеня О. О., Дасів А. Ф. (2020). *Аналіз і відбір довгострокових факторів та тенденцій для моделювання розвитку промисловості України в умовах Четвертої промислової революції: науково-аналітична записка*. Київ: ІЗП НАН України. 40 с. (рукопис не опубліковано).
- Пенькова О. Г. (2012). Прогнозування показників розвитку економіки на довгострокову перспективу. *Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу*. № 1 (17). С. 83-89.
- Семененко О. М., Бойко Р. В., Водчиць О. Г., Добровольський Б. Ю., Кремешний О. І. (2014). Прогнозування показників номінального та реального ВВП України шляхом застосування факторних моделей (2015-2030 рр.). *Системи обробки інформації*. Вип. 8 (124). С. 164-170.
- Середньомісячна заробітна плата штатних працівників за видами економічної діяльності у 2010-2020 роках*. 2021. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/gdn/szpshp/arh_szp_ed_u.html (дата звернення: 29.08.2021).
- Сільське господарство України 2010: статистичний збірник*. Київ: Державна служба статистики України. 2011. 374 с. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_sg_zb.htm (дата звернення: 29.08.2021).
- Сухоруков А. І., Харазішвілі Ю. М. (2012). *Моделювання та прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України: монографія*. Київ: НІСД. 368 с.
- Altshuler C., Holland D., Hong P., Li H.-Y. (2016). *The World Economic Forecasting Model at the United Nations*. Development Policy and Analysis Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations. URL: https://www.un.org/development/desa/dpad/wpcontent/uploads/sites/45/publication/2016_Apr_WorldEconomicForecastingModel.pdf (дата звернення: 29.08.2021).
- Brynjolfsson E., McElheran K. (2016). *Data in Action: Data-Driven Decision Making in U.S. Manufacturing*. DOI: 10.2139/ssrn.2722502. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2722502 (дата звернення: 29.08.2021).
- Commodity (All Commodities and Energy)*. IMF. 2021. URL: <https://data.imf.org/?sk=471DDDF8-D8A7-499A-81BA-5B332C01F8B9> (дата звернення: 29.08.2021).
- FAO Food Price Index*. World Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. URL: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/> (дата звернення: 31.08.2021).

Long-term macroeconomic forecasts. Key trends to 2050 (2015). A special report from The Economist Intelligence Unit. The Economist Intelligence Unit Limited. URL: https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/Long-termMacroeconomicForecasts_KeyTrends.pdf (дата звернення: 30.08.2021).

World Bank. *World Development Indicators. Gross Capital Formation, GDP, 2021*. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators?l=en#> (дата звернення: 31.08.2021).

References

- The cost of fixed assets by type of economic activity in 2000-2019* (2020). Retrieved from https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2020/ibd/voz/voz_u/arh_voz_u.htm [in Ukrainian].
- Vectors of economic development 2030* (2020). Cabinet of Ministers of Ukraine. Retrieved from <https://nes2030.org.ua/docs/doc-vector.pdf> [in Ukrainian].
- Gross value added 2010-2020* (2021). Production and distribution of gross domestic product by type of economic activity (in actual prices; UAH mln.). Retrieved from <https://data.gov.ua/dataset/e73d00ac-a6a5-4dba-aa72-58181e465243> [in Ukrainian].
- Vilchynska, O. M., Panochyshyn, Yu. M., & Kushni, T. O. (2016). Identifying the possibilities of using the Cobb-Douglas production function as a tool for managing the production resources of the region. *Bulletin of Khmelnytsky National University*, No 2, Vol. 1, pp. 177-181 [in Ukrainian].
- Havryliuk, V. T. (2012). Analysis of the impact of investment on economic growth of the country using production functions. *Bulletin of Zaporizhia National University*, 4 (16), pp. 73-78 [in Ukrainian].
- Dasiv, A. F., Madykh, A. A., Okhten, O. O., & Turlakova, S. S. (2019). *Economic-mathematical models and information-communication technologies of smart industry development*: monograph. Kyiv: Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine. 140 p. (electronic edition). Retrieved from https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2020/05/mono_mathmodels_compressed.pdf [in Russian].
- Dasiv, A. F. & Okhten, O. O. (2020). *Analysis of approaches to determining long-term factors and trends in national industry in the context of digitalization. Economics, accounting, finance, management and law in Ukraine and the world*: collection of abstracts of the international scientific-practical conference. Poltava: CFEND. pp. 84-85 [in Ukrainian].
- Capital investments of enterprises by types of economic activity in 2010-2019*. 2020. Retrieved from http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/size_20.htm [in Ukrainian].
- Madykh, A. A., & Okhten, O. O. (2018). Modeling the transformation of the influence of production factors on the economy in the process of formation of the smart industry. *Econ. promisl.*, 4 (84), pp. 26-41. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2018.04.026> [in Russian].
- Okhten, O. O. & Dasiv, A. F. (2020). *Analysis and selection of long-term factors and trends for modeling the development of Ukrainian industry in the Fourth Industrial Revolution*: scientific and analytical report. Kyiv: Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine. 40 p. (manuscript not published) [in Ukrainian].
- Penkova, O. G. (2012). Forecasting economic development indicators for the long term. *Bulletin of Berdyansk University of Management and Business*, 1 (17), pp. 83-89 [in Ukrainian].
- Semenenko, O. M., Boiko, R. V., Vodchyts, O. H., Dobrovolskyi, B. Iu. & Kremeshnyi O. I. (2014). Forecasting of nominal and real GDP of Ukraine through the use of factor models (2015-2030). *Information processing systems*. Vol. 8 (124), pp. 164-170 [in Ukrainian].
- Average monthly salary of full-time employees by type of economic activity in 2010-2020* (2021). Retrieved from http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/gdn/szpsph/arh_szp_ed_u.html [in Ukrainian].
- Agriculture of Ukraine 2010* (2011). statistical collection. Kyiv: State Statistics Service

- of Ukraine. 374 p. Retrieved from http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Archiv_u/07/Arch_sg_zb.htm [in Ukrainian].
- Sukhorukov, A. I., & Kharazishvili, Yu. M. (2012). *Modeling and forecasting of socio-economic development of the regions of Ukraine*: monograph. Kyiv: NISS. 368 p. [in Ukrainian].
- Altshuler, C., Holland, D., Hong, P., Li. H.-Y. (2016). *The World Economic Forecasting Model at the United Nations*. Development Policy and Analysis Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations. Retrieved from https://www.un.org/development/desa/dpad/wpcontent/uploads/sites/45/publication/2016_Apr_WorldEconomicForecastingModel.pdf
- Brynjolfsson, E., McElheran, K. (2016). *Data in Action: Data-Driven Decision Making in U.S. Manufacturing*. DOI: 10.2139/ssrn.2722502. Retrieved from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2722502
- IMF (2021). *Commodity (All Commodities and Energy)*. Retrieved from <https://data.imf.org/?sk=471DDDF8-D8A7-499A-81BA-5B332C01F8B9>
- FAO Food Price Index (2021). World Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/Long-term-macroeconomic-forecasts-Key-trends-to-2050> (2015). A special report from The Economist Intelligence Unit. The Economist Intelligence Unit Limited. Retrieved from https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/Long-termMacroeconomicForecasts_KeyTrends.pdf
- GDP (2021). *World Bank. World Development Indicators*. Gross Capital Formation. Retrieved from <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators?l=en#>

Алексей Александрович Охтенъ,

канд. экон. наук, старший научный сотрудник

E-mail: aokhten@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1629-3891>;

Алла Федоровна Дасив,

канд. экон. наук

Институт экономики промышленности НАН Украины

ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: alladasiv@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5431-701X>

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОЛГОСРОЧНОГО РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ

В статье обоснована целесообразность моделирования развития национальной промышленности с учетом того, как развиваются основные взаимосвязанные ключевые для Украины отрасли экономики (не только перерабатывающая и добывающая промышленности, но и сельское хозяйство), а также с учетом факторов, которые обуславливают изменение показателей развития во времени. В качестве основы построения модели взята мультипликативная производственная функция, модифицированная с учетом особенностей Четвертой промышленной революции и специфики отдельных отраслей Украины.

Предложена экономико-математическая модель долгосрочного развития указанных отраслей экономики Украины в условиях цифровизации, в которой зависимой переменной выступает добавленная стоимость в отрасли, а независимыми переменными – классические составляющие производственных функций (труд и капитал), а также новый фактор цифровизации и факторы, специфические для конкретных отраслей (индекс мировых продоволь-

ственных цен для сельского хозяйства и индекс мировых сырьевых цен для добывающей промышленности). Особенностью модели является также использование поправочных коэффициентов, отражающих изменение отдачи факторов с течением времени и увеличивающих точность расчетов. Разработаны отдельные модели для расчета каждого из ключевых факторов на основе динамики инвестиций с учетом рекурсивного влияния добавленной стоимости, склонности к инвестированию, состояния мировой экономики и других специфических факторов.

С использованием разработанной модели осуществлены расчеты добавленной стоимости в сельском хозяйстве, добывающей и перерабатывающей отраслях Украины в 2010-2019 гг. Проведена проверка адекватности модели по результатам ее параметризации, которая показала достаточную точность для использования на практике, поскольку средняя абсолютная ошибка аппроксимации составляет от 2,94 до 4,14% в зависимости от отрасли (при исключении из расчетов аномальных 2014-2015 гг.).

На основе результатов расчетов добавленной стоимости по ключевым отраслям рассчитано значение ВВП в целом по стране. Для этого использована регрессионная модель, в которой факторами выступают значения добавленной стоимости для указанных отраслей. Установлено, что предложенная модель является достаточно точной и может использоваться для расчета ВВП Украины на основе расчетов добавленной стоимости в сельском хозяйстве, добывающей и перерабатывающей отраслях.

С учетом перспектив практического использования модели для принятия управленческих решений осуществлена оценка эластичности основного движущего фактора развития отраслей (инвестиций) по основным переменным влияниям, которая показала, что курс гривны к доллару США оказывает негативное влияние на инвестиции, причем наиболее выраженное – на инвестиции в основные фонды перерабатывающей промышленности. Это ставит под сомнение распространенное представление о том, что девальвация гривны стимулирует внутреннее производство.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, производственная функция, цифровизация, изменение отдачи факторов, долгосрочное развитие, промышленность, добавленная стоимость, ВВП.

JEL: C67, O30, O40, L60

Oleksiy O. Okhten,

PhD in Economics, Senior Resercher

E-mail: aokhten@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1629-3891>;

Alla F. Dasiv,

PhD in Economics

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: alladasiv@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5431-701X>

ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF LONG-TERM DEVELOPMENT OF NATIONAL INDUSTRY IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION WITH THE USE OF A PRODUCTION FUNCTION

The article substantiates the expediency of modeling the development of national industry taking into account how the main interconnected key sectors of Ukrainian economy (not only processing and extractive industries, but also agriculture) are developing, as well as taking into account the factors that cause changes in this development over time. Based on previous researches, multiplicative production function has been chosen as the base for building the model, which was

modified by taking into account the peculiarities of the Fourth Industrial Revolution and the specifics of individual industries in Ukraine.

The economic-mathematical model of long-term development of specified branches of economy of Ukraine in the conditions of digitalization was proposed, in which the value added in the branch is the dependent variable, and the classic components of production functions (labor and the capital) are the independent variables, as well as the new factor – digitalization, and factors, specific to individual industries (world food price index for agriculture and world raw material price index for the extractive industry). A specific feature of the model is also the use of correction factors that reflect the change in the return of factors over time and increase the accuracy of calculations. In addition, separate models have been developed to calculate each of the main factors, based on the dynamics of investments, taking into account the recursive influence of value added, propensity to invest, the condition of the world economy and other specific factors.

The calculation of value added in agriculture, extractive and processing industries of Ukraine in 2010-2019 was performed using the model. The adequacy of the model was validated based on the results of its parameterization, which showed sufficient accuracy for the implementation on practice, as the average absolute error of approximation ranges from 2.94% to 4.14% depending on the industry, with abnormal 2014-2015 excluded from the calculations.

The value of GDP in the country as a whole was calculated on the basis of the results of value added calculations by key industries. Taking into account the fact that the proposed set of models does not include all industries, a regression model was used to calculate GDP, to which value added for the identified key industries was used as factor. It is established that the proposed model is quite accurate and can be used to calculate the GDP of Ukraine on the basis of value added calculations in agriculture, extractive and processing industries. Given the prospects of practical use of the model for management decisions, the elasticity of the main driving factor (investments) of the development of individual industries was assessed for the main variables, which, in particular, showed that the exchange rate of hryvnia to the US dollar has a negative impact on investments, and the most pronounced – on investments in fixed assets of the processing industry. This questions the widespread idea that the devaluation of the hryvnia stimulates domestic production.

Keywords: economic and mathematical modeling, production function, digitization, change in the return of factors, long-term development, industry, value added, GDP.

JEL: C67, O30, O40, L60

Формат цитування:

Охтен О. О., Дасів А. Ф. (2021). Економіко-математичне моделювання довгострокового розвитку національної промисловості в умовах цифровізації з використанням виробничої функції. *Економіка промисловості*. № 4 (96). С. 5-20. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.005>

Okhten, O. O., & Dasiv, A. F. (2021). Economic and mathematical modeling of long-term development of national industry in the conditions of digitalization with the use of a production function. *Econ. promisl.*, 4 (96), pp. 5-20. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.005>

Надійшла до редакції 19.09.2021 р.

Оксана Володимирівна Панькова,*канд. соц. наук, доцент, зав. сектору*<https://orcid.org/0000-0002-2003-8415>;**Олександр Юрійович Касперович,***молодший науковий співробітник*

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

E-mail: a_kasp@ukr.net<https://orcid.org/0000-0003-1169-9681>

ЦІЛЬОВІ ПРІОРИТЕТИ РЕГУЛЯТОРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ ЩОДО ФОРМУВАННЯ УМОВ ГІДНОЇ ПРАЦІ У ПЛАТФОРМНІЙ ЕКОНОМІЦІ¹

У статті досліджено і розкрито ключові тренди в системі соціально-трудових відносин (СТВ), пов'язані з впливом цифровізації та платформної економіки. Наголошено на поширенні індивідуалізації та руйнуванні традиційних трудових колективних відносин, їх короткостроковості та неформальності.

Встановлено, що зазначені тренди генерують цілу низку викликів, загроз і проблемних «вузлів» відносно традиційних механізмів реалізації державної політики в соціально-трудовій сфері, систем соціального діалогу та соціального захисту, що негативно впливає на умови забезпечення гідної праці. Вони базуються на фундаментальній невідповідності сутнісних й інституціональних засад функціонування традиційних регуляторних механізмів у сфері праці та зайнятості та принципово нової системи соціально-трудових відносин, яка формується і поширюється. Платформізація системи СТВ приводить до появи нових суб'єктів, потребує регламентованості їх діяльності, пошуку адекватних механізмів регулювання, визначення ролі держави в цих процесах. Також акцентовано увагу на трансформаційних змінах у системі соціально-трудових відносин; проблемах та можливостях формування механізмів представництва колективних інтересів платформних працівників та роботодавців; нормативно-правовій невизначеності статусу та нерегульованості діяльності трудових платформ; «розмиванні» юрисдикції на транснаціональних трудових платформах тощо.

Визначено та обґрунтовано цільові пріоритети щодо забезпечення збалансованого соціально-трудового розвитку в Україні в умовах поширення платформної економіки, зокрема, через оновлення існуючої системи договірної та державного регулювання соціально-трудової сфери, створення сучасних систем і механізмів представництва колективних інтересів платформних працівників та роботодавців, Національної платформи соціально відповідального партнерства, забезпечення комплексного нормативно-правового впорядкування діяльності платформ, а також гармонізацію соціально-економічного, трудового, цифрового, неоіндустріального та сталого розвитку в сучасних умовах.

Ключові слова: платформна економіка, цифрова зайнятість, соціально-трудові відносини, соціальний діалог, гідна праця, пріоритети та механізми регуляторної політики.

JEL: E24, E26, E27, J21, J23

¹ Статтю підготовлено в рамках реалізації проекту ІЕП НАН України з проблем становлення нової якості трудового життя в умовах цифрових трансформацій за цільовою Програмою наукових досліджень НАН України «Становлення нової якості життя» на 2021 рік» (договір № 02/2021 від 15 червня 2021 р.).

Фундаментальні технологічні інновації, що становлять основу переходу на Індустрію 4.0, фактично формують новий спосіб виробництва, який обумовлює виникнення і поширення принципово нових форм та механізмів взаємодії суб'єктів соціально-трудова відносин (СТВ). У першу чергу йдеться про швидкий розвиток платформної економіки та, зокрема, трудових платформ. Уже сьогодні процеси розвитку Індустрії 4.0, смарт-промисловості та платформної економіки суттєво впливають на сферу праці та зайнятості, значною мірою формують світовий порядок денний щодо досліджень і формування відповідної політики як на міжнародному, так і на національному рівні. «Якщо платформна економіка не стане частиною соціальних норм щодо гідної праці, то вона загрожує перетворити суспільство за своїм власним образом і подобою» (Мехі, 2021) – саме так оцінюється масштабність впливу цифрової (у т.ч. платформної) економіки на процеси в суспільстві.

Фахівці Міжнародної організації праці (МОП) зазначають, що трудові цифрові платформи, з одного боку, створили безпрецедентні можливості для працівників, бізнесу та суспільства, але одночасно вони становлять серйозну загрозу для забезпечення умов гідної праці та чесної конкуренції (ILO, 2021). Це обумовлено бурхливим розвитком платформної економіки, у якій традиційні механізми представництва колективних інтересів, соціального діалогу, соціального захисту, що базуються на довгострокових і формалізованих відносинах, фактично перестають працювати. У свою чергу, це призводить до виникнення гострих проблем у сфері соціального захисту та забезпечення необхідної якості трудового життя працівників нетрадиційних форм зайнятості (платформної, цифрової зайнятості тощо). Фактично ці нестандартні форми значною мірою є не врегульованими та перебувають поза межами чинних й усталених нормативно-правових, організаційно-управлінських за-

сад, не вписуються у формат діяльності традиційних інститутів та механізмів забезпечення гідної праці (зокрема систем соціального діалогу та соціального захисту). Тому в площині практичної діяльності актуалізуються проблеми нормативно-правового визначення, регламентації та врегулювання цих новітніх нетрадиційних соціально-трудова відносин, що виникають у зв'язку з цифровізацією економіки та суспільства. Також зростає суспільний запит на створення відповідних оновлених і дієвих систем соціального діалогу, соціального захисту, забезпечення можливостей колективного представництва інтересів сторін соціального діалогу, передусім зайнятих на платформах, відповідного оновлення діяльності і профспілок, і організацій роботодавців.

Дослідження діяльності трудових платформ та їх впливу на сферу праці та зайнятості мають досить невелику історію, власне, як і саме явище. Але останнім часом увага до цих питань, як і кількість публікацій відповідної тематики, зростає достатньо високими темпами. Діяльність і вплив трудових платформ уже стали предметом уваги не лише наукових досліджень, але й політичних дискусій. Суттєвого імпульсу дослідженням у цьому напрямі додала пандемія COVID-19 (сьогодні вона є одним із ключових трендів сучасності), вплив якої на глобальний та національні ринки праці прискорив цифровізацію, поширивши цифрові механізми безконтактної взаємодії у процесі спільної виробничої діяльності (трудова платформи можна вважати одним із таких механізмів).

Аналіз наукової літератури свідчить, що в Україні процеси цифрових трансформацій економіки та суспільства, розвитку платформної економіки активно досліджуються в першу чергу на макрорівні, в контексті становлення Індустрії 4.0, неоіндустриалізації, розвитку смарт-промисловості та пов'язаних із цим проблем і перспектив (Вишневецький, Гаркушенко, Князев, 2020; Вишневецький, Вієцька, Гаркушенко, Кня-

зев, Лях, Чекіна, Череватський, 2018). Суттєва увага також приділяється цифровим платформам, їх ролі в забезпеченні соціально-економічного розвитку України, теоретичному осмисленню феномену цифрових платформ, питанням нормативно-правового регулювання їхньої діяльності (Іванов, Вишневський, 2017; Царьов, 2020; Кохан, 2021), досліджуються перспективи цифрової платформізації процесів стратегічного управління економікою України (Вишневський, 2021).

У той же час питанням діяльності трудових платформ саме в аспекті їхнього впливу на систему соціально-трудова відносин, на соціально-трудова сферу в Україні присвячено досить обмежену кількість досліджень (Азьмук, 2019; Азьмук, 2019а; Алексинська, Бастркова, Харченко, 2018; Aleksynska, 2021; Панькова, Касперович, 2019; Сахарук, 2020). Це помітно контрастує з тією увагою, яку приділяють впливу трудових платформ на сферу праці та зайнятості провідні профільні міжнародні організації та розвинуті країни, де ця тематика є дуже популярною та затребуваною (ILO, 2021; ILO, 2021a; Eurofound, 2018; European Commission, 2018; CEPS 2018; Mexi, 2019).

З урахуванням зростання частки платформної економіки в національній економіці України (Алексинська, Бастркова, Харченко, 2018; Aleksynska, 2021) питання формування та реалізації дієвої політики щодо забезпечення високої якості трудового життя в умовах цифровізації та розвитку платформної економіки набуває особливої гостроти.

Метою статті є дослідження ключових трендів, пов'язаних із розвитком платформної економіки, що впливають на систему СТВ; визначення викликів та загроз, які ці тренди генерують для традиційних механізмів СТВ і системи державного та договірної регулювання у сфері праці; обґрунтування цільових пріоритетів дієвої регуляторної політики щодо формування

умов гідної праці в Україні у процесі розвитку платформної економіки.

Взаємодія цифрового (платформного) сегменту ринку праці з існуючими інститутами та механізмами розвитку соціально-трудова сфери: ключові проблеми та виклики

Узагальнення ситуації в європейських країнах дозволяє виокремити чотири основні проблемні «вузли», що ставлять під загрозу дієвість політики забезпечення високої якості трудового життя та відповідних механізмів (зокрема систем соціального діалогу та соціального захисту) в умовах розвитку платформної економіки. Серед проблемних «вузлів», які активно досліджуються та обговорюються в країнах ЄС (як на загальноєвропейському, так і на національному рівнях), основними є такі:

1) трансформація системи СТВ в умовах платформної економіки, поширення новітніх ознак і нових форм соціально-трудова відносин, які принципово відрізняються від традиційних відносин між працівником і роботодавцем, є в певному сенсі несумісними з традиційними механізмами соціального діалогу (орієнтованими на сталі трудові колективи та довгострокові формалізовані відносини);

2) проблема створення дієвих механізмів представництва колективних інтересів платформних працівників;

3) проблема нормативно-правової невизначеності діяльності трудових платформ, у тому числі невизначеності юридичного статусу працівників та роботодавців на платформах, та самих платформ, що дуже ускладнює питання їхнього «встроювання» у традиційні механізми реалізації соціального діалогу та забезпечення соціального захисту;

4) проблема «розмивання» юрисдикції на транснаціональних платформах, коли у держави фактично зникають важелі впливу на міжнародні трудові платформи, що фактично належать до юрисдикцій інших країн.

Зазначені проблемні «вузли» є взаємопов'язаними та взаємообумовленими, створюють найбільші перешкоди досягненню умов гідної праці у платформній економіці. Розглянемо їх детальніше.

1. Трансформація традиційної системи соціально-трудових відносин в умовах платформної економіки

Платформи є дуже гнучкими та організовують роботу принципово інакше, ніж традиційний бізнес. Вони пов'язують підприємства та клієнтів із працівниками та трансформують трудові процеси, що має фундаментальні наслідки для майбутнього (ILO, 2021). У результаті в умовах платформної економіки відбувається формування та поширення якісно нових соціально-трудових відносин, які кардинально відрізняються від усталених відносин із традиційними механізмами колективного представництва інтересів сторін СТВ, реалізації соціального діалогу, забезпечення соціального захисту працівників тощо. У найбільш узагальненому вигляді йдеться про два фундаментальних тренди в царині соціально-трудових відносин, які спричинила цифровізація та бурхливий розвиток платформної економіки:

індивідуалізація соціально-трудових відносин – фундаментальний тренд, характерний для платформної економіки, де базовою одиницею вибудовування соціально-трудових відносин стає не трудовий колектив, а індивід. Тобто платформні працівники фактично не створюють трудового колективу, який може виступати суб'єктом довгострокових соціально-трудових відносин у традиційному їх розумінні;

разовість, короткостроковість і неформальність соціально-трудових відносин, оскільки платформна економіка – це вже не економіка певного довгострокового процесу, який будується на сталих відносинах між робітниками та роботодавцями, а економіка «завдань» (як короткострокових, так і довгострокових – все одно, це вже принципово інший тип відносин між роботодавцем та робітником).

Ці тренди фактично генерують те проблемне поле, з яким стикаються традиційні інститути (суб'єкти) реалізації державної політики у сфері зайнятості, соціального діалогу та соціального захисту, спричиняючи, зокрема, серйозні труднощі щодо забезпечення представництва інтересів зайнятих на платформах працівників, їхнього соціального захисту, колективного представництва їх інтересів, участі в соціальному діалозі.

Ключовою ознакою зазначених якісно нових характеристик соціально-трудових відносин в умовах платформної економіки є той факт, що фактично зникають такі основні елементи традиційної системи СТВ, як «трудоий колектив», «підприємство», «робоче місце» (щонайменше у традиційному розумінні). Проте саме ці елементи є фундаментальним підґрунтям для традиційних систем соціального діалогу, колективно-договірного регулювання, соціального захисту тощо, спрямованих на забезпечення умов гідної праці у традиційній формі. Цим традиційним системам фактично немає на що спиратися у платформній економіці. Натомість з'являються нові явища, нові ролі та ідентичності, нові статуси та суб'єкти: «цифровий працівник», «смайт-персонал», «цифровий роботодавець», «трудоі платформи», «смайт-підприємство», «цифрова держава», «смайт-промисловість», «цифрове робоче місце», «цифрова посада», «платформна зайнятість», «цифровий ринок праці» та багато інших.

Результати досліджень свідчать, що цим новим відносинам на трудових платформах притаманна неформальність і короткостроковість. Так, в Україні трудові відносини на вебплатформах залишаються в основному неформальними: три чверті онлайн-працівників повідомляють, що працюють неофіційно. Вони не зареєстровані в органах влади як самозайняті та не сплачують внески на соціальне страхування. Показовим є такий факт: близько 45% впевнені, що реєстрація не потрібна (Aleksyn-

ska, 2020, с. 29). Рівень неформальності є вищим серед працівників мережі Інтернет, ніж у зайнятих у традиційних секторах національної економіки. Як результат, працівники вебплатформ ризикують опинитися поза межами системи соціального захисту. Серед зайнятих на платформах багато таких, у кого одночасно є інше, офіційне місце роботи (яке з формальної точки зору є основним), щоб мати відповідний статус і входити до числа тих, хто має право на традиційний соціальний захист, який забезпечується формальною офіційною роботою. Однак така практика ставить під загрозу стійкість системи соціального забезпечення та адекватність захисту, який вони пропонують (якщо основною з точки зору затрачуваного часу та доходу є неформальна робота через платформи). Очевидно, що в зазначеній ситуації традиційні механізми соціального діалогу стають фактично недієздатними відносно цифрової зайнятості та платформного сектору економіки на тлі зростання кількості платформних працівників, які потребують соціального захисту і захисту свого права на забезпечення умов гідної праці. Ця проблема для багатьох країн, у тому числі для України, залишається досі не розв'язаною.

2. Проблема створення дієвих механізмів представництва колективних інтересів платформних працівників

Фундаментальною проблемою щодо створення дієвих механізмів соціального діалогу та соціального захисту у сфері платформної економіки, де відсутні довгострокові формалізовані відносини між працівниками та роботодавцями, є забезпечення сталих механізмів представництва колективних інтересів сторін соціально-трудова відносин.

Представництво колективних інтересів платформних працівників, незалежно від їхньої приналежності, стикається із значними складнощами (Eurofound, 2018, с. 58). Це проявляється у невизначеному з юридичної точки зору статусі зайнятості; загальній відсутності колективної/спільної

професійної ідентичності; відсутності конкретного постійного робочого місця; нестійкості та мінливості платформних форм зайнятості та діяльності. Проте в багатьох країнах профспілки та інші органи колективного представництва намагаються організувати платформних працівників і забезпечити представництво їх інтересів: вони підтримують судові справи, організують інформаційні кампанії, розробляють проекти кодексів поведінки або сприяють переговорам між працівниками та платформами, у результаті чого укладаються перші колективні угоди між суб'єктами, що взаємодіють на платформі, та самою платформою (яка за цих умов уже виступає не лише майданчиком взаємодії, але і в статусі окремого суб'єкта СТВ).

Також паралельно створюються менш інституціоналізовані установи та ініціативи нового мережевого типу для надання інформації працівникам платформ і допомоги їм у поліпшенні умов праці, але поки що вони мають досить обмежену поширеність та результативність. У цілому в країнах ЄС організація платформних працівників як суб'єктів СТВ залишається вкрай обмеженою, хоча просування цієї нової платформної бізнес-моделі дозволяє встановлювати певні стандарти через регламентовані кодекси поведінки. Зазначається, що платформних працівників слід підтримувати в їхніх спробах самоорганізації та встановлення механізмів представництва колективних інтересів (Eurofound, 2018, с. 64).

Сама робота на платформі кидає виклик традиційній колективній організації: у багатьох платформних працівників не формується професійна ідентичність саме як працівників (через високий ступінь індивідуалізації діяльності на платформах), практично відсутнє колективне представництво інтересів основних суб'єктів СТВ, а солідарні відносини побудувати майже неможливо (European Commission, 2018, с. 166). Труднощі у створенні дієвих механізмів представництва колективних інтересів сто-

рін соціально-трудова відносин на платформах обумовлені, зокрема, специфікою відносин «всіх до всіх» у платформній економіці, а саме:

здебільшого платформні працівники працюють ізольовано, їх не поєднують особисті відносини (як у традиційних колективах), відсутня емоційна залученість та «відчуття колективу» – працівники фактично не мають контакту з іншими працівниками платформи, який є необхідною умовою для колективних дій;

велика кількість працівників платформ працюють нелегально, не сплачують податки та не зацікавлені у своєму «виході у світ» для захисту своїх прав;

більшість платформних працівників розглядають цей вид роботи як тимчасову або додаткову діяльність, тому довгострокова активна діяльність щодо захисту своїх прав через колективні дії для них не є чимось важливим, вартим зусиль та часу;

важлива проблема, що стосується як працівників, так і роботодавців – це їхня індивідуалізованість на платформі та значною мірою конкурентність відносин. Працівники на платформі позиціонують себе як фахівці та фактично виступають скоріше як конкуренти, а не як співробітники. Це також суттєво ускладнює перспективи колективної дії щодо захисту спільних інтересів.

Дані досліджень також свідчать про загальну відсутність зацікавленості у платформних працівників формувати колективне представництво своїх інтересів, зокрема ставати членами профспілок або інших інститутів колективного представництва. Для цього є кілька причин, основними з яких є такі (CEPS, 2018, с. 6):

вступати у профспілки чи інші аналогічні структури та брати участь у їхній діяльності є певним зобов'язанням і потребує часу. Працівники платформ, особливо представники нижчого соціально-економічного рівня, зазначають у багатьох інтерв'ю в різних країнах, що вони не можуть дозволити собі брати таку участь, а замість

цього віддають перевагу виконанню іншого завдання для збільшення свого заробітку;

з урахуванням різноманітності сфер і галузей діяльності платформних працівників їх колективне представництво ускладнюється через те, що багато з них працюють на різних платформах і навіть у різних секторах одночасно;

працівники платформи працюють в індивідуалізовану режимі, як правило, ізольовані один від одного, їхня діяльність спрямована на виконання конкретних завдань (замовлень), колективні відносини – відсутні або фрагментовані. Тому платформні працівники не утворюють солідарну спільноту, що ставить під сумнів здатність до самоорганізованих колективних дій;

оскільки більшість працівників платформ розглядають цю роботу як тимчасову, приєднання до профспілки вони для себе не вважають потрібним.

3. Проблеми нормативно-правової невизначеності статусу суб'єктів платформної економіки

Дослідники зазначають, що економіка онлайн-платформ у певному сенсі розмиває статусні межі та змінює суб'єктність (у традиційному розумінні) роботодавця та працівника. Трудові платформи намагаються виступати чистими посередниками між користувачами послуг та постачальниками, поділяючи певні характеристики з моделлю агентства з тимчасового працевлаштування. Робітники (виконавці, надавачі послуг) на онлайн-платформах вважаються платформою самозайнятими, хоча відносини між платформними працівниками та платформами часто мають ознаки трудових відносин, заснованих на певному підпорядкуванні.

Невизначеність статусу працівників платформ і нерегламентованість відносин на платформах (які реалізуються поза межами усталеного нормативно-правового забезпечення традиційної системи СТВ) фактично виключають платформних пра-

цівників із традиційних систем соціального діалогу та соціального захисту, що ставить під сумнів можливість забезпечення для них умов гідної праці.

Аналізуючи існуючий дискурс щодо питань нормативно-правового врегулювання платформної зайнятості, дослідники відзначають такі його ключові моменти (Eurofound, 2018, с. 50):

на практиці умови, які пропонуються платформами, значною мірою визначають статус зайнятості працівників, і зазвичай це статус самозайнятих (хоча деякі платформи пропонують трудовий договір, але це скоріше виняток із правила, що діє не для всіх працівників навіть на одній платформі);

самозайнятість та інші статуси працевлаштування зазвичай забезпечують нижчий соціальний захист, ніж трудові договори. Такі працівники не мають соціального страхування на випадок безробіття, нещасних випадків або професійних захворювань, якщо вони не покривають витрати самостійно. Регулювання охорони праці безпосередньо пов'язане із статусом працівника, а отже, умови для самозайнятих платформних працівників є менш сприятливими;

у деяких країнах ЄС було запропоновано особливий статус працевлаштування для платформних працівників, але ці ініціативи, як правило, були відхилені політиками, які вважають, що особливий статус навряд чи вирішить існуючі проблеми;

гострими залишаються питання оподаткування доходів платформних працівників, яке є умовою повноцінного їхнього включення до існуючих систем соціального захисту.

Нагальна проблема полягає у визначенні нормативно-правового статусу самих трудових платформ і перспективи їхнього включення до системи соціально-трудова відносин як окремого суб'єкта. Багатоаспектність даної проблеми проявляється, перш за все, у трансформації ролевих фу-

нкцій суб'єктів СТВ на платформах, а саме:

посилюється роль самих платформ як посередника в забезпеченні взаємодії безпосередньо роботодавця (замовника) і працівника (виконавця), оскільки саме платформа через встановлені нею алгоритми та правила значною мірою визначає специфіку взаємодії сторін, і з цієї точки зору також беззаперечно є стороною відносин між працівником та роботодавцем, тобто фактично є стороною СТВ;

змінюється роль і статус роботодавця (замовника) у взаємодії з працівником (виконавцем).

Отже, умови роботи, які склалися на цифровому ринку праці, посилили дисбаланс сил між працівниками та роботодавцями. Платформні працівники зіткнулися з новітніми бар'єрами, які стосуються представництва колективних інтересів. Традиційні форми такого представництва, як зазначено вище, зазвичай передбачають єдиного роботодавця, єдине робоче місце та набір обов'язків і зобов'язань, які можуть бути структуровані в рамках відповідного договору (контракту) довгострокового характеру – традиційно це втілювалося в системі колективно-договірного регулювання. У платформній економіці, з огляду на специфіку її функціонування, ці умови фактично зникають, що створює суттєву, фундаментальну невизначеність і простір для зловживань.

У даній ситуації саме чітко визначений статус платформ, їхнє позиціонування та принципи діяльності могли б відіграти провідну роль у забезпеченні належної якості трудового життя платформних працівників. Тобто роль платформи є не меншою, ніж роль безпосереднього замовника / роботодавця. Ситуація ускладнюється тією обставиною, що компанії-платформи в цілому не хочуть, щоб їх розглядали як «роботодавців», щоб уникнути відповідальності (Мехі, 2021).

У розвинутих країнах уже існують прецеденти визнання платформ стороною

СТВ, їхнього включення до систем соціального діалогу та ведення переговорів із профспілками. Так, у травні 2021 р. одна з найбільших профспілок Великобританії *GMV Union* досягла домовленості з *Uber*, що дозволяє їй представляти інтереси 70 тис. водіїв, які працюють на цій платформі. Фактично це означає, що традиційна профспілка набула права вести переговори з платформою від імені працівників, які на ній працюють (ETUC, 2021). Існують й інші прецеденти. Так, за рішенням швейцарського апеляційного суду платформу *Uber* було визнано роботодавцем, а її водіїв – найманими працівниками (ETUC, 2020). Профспілки оцінили це рішення як знакове, оскільки воно відкриває шляхи для поступової регламентації статусу платформ і їх включення до існуючого нормативно-правового поля регулювання СТВ як нового суб'єкта. Це створює реальні можливості для залучення платформ до системи соціального діалогу як суб'єкта СТВ із можливістю брати участь у колективних переговорах, укладати колективні угоди тощо. Без таких судових прецедентів профспілкам фактично не було на що спиратися у своїх спробах захистити права платформних робітників.

Скоріше за все в розвинутих країнах процеси включення платформ до системи СТВ триватимуть і прискорюватимуться. Це є важливою складовою нормативно-правового врегулювання, і включення платформ до суб'єктів СТВ (хоча і з особливим статусом) також є вкрай важливим, але складним завданням. Традиційно платформи позиціонують себе лише як нейтрального посередника між працівником і роботодавцем. Але вплив, який спричиняють платформи на систему СТВ, є надто масштабним, щоб самі по собі платформи залишалися поза межами правового поля. Вони вже виступають реальними акторами соціально-трудових відносин платформної економіки, оскільки реалізовані на різних платформах алгоритми взаємодії роботода-

вців/замовників і працівників/виконавців жодним чином не є нейтральними з точки зору забезпечення та захисту їхніх прав й інтересів. Платформи не повинні залишатися цілком «осторонь», зважаючи на те, що більшість із них отримує кошти за надання посередницьких послуг.

4. Проблема розмивання юрисдикції

При розробленні та впровадженні дієвої регуляторної політики щодо забезпечення високої якості трудового життя платформних працівників, їхнього включення до систем соціального діалогу та соціального захисту постає питання про те, що фактично в цифровому сегменті діють два базових різновиди платформ (Mehi, 2019, с. 3-5):

1) платформи, через які реалізується економічна активність/діяльність локального рівня (від місцевого до національного), тобто діяльність яких так чи інакше географічно локалізована та пов'язана з певною територією (зазвичай це сфера транспорту, оренди житла, служби доставки та інші географічно локалізовані послуги). Це дозволяє помістити і працівників, і роботодавців тієї чи іншої платформи в єдиний нормативно-правовий, соціально-економічний та суспільно-політичний простір, а отже, відповідно розробляти та реалізовувати на основі соціального діалогу цілісну й узгоджену політику національного, субнаціонального або галузевого рівня щодо розвитку соціально-трудових відносин, забезпечення якості трудового життя, механізмів представництва колективних інтересів (колективної суб'єктності) та реалізації соціального діалогу, механізмів соціального захисту. Тут не виникає якихось значних перешкод щодо оновлення системи соціального діалогу, і завдання зводяться до розроблення й упровадження новітніх механізмів його реалізації, адекватних умовам цифровізації та особливостям діяльності трудових платформ;

2) платформи, через які реалізується транснаціональний краудсорсинг, де еко-

номічна активність/діяльність не має географічної локалізації і де працівник (або навіть робоча група), роботодавець та сама платформа можуть бути представниками зовсім різних країн та, відповідно, різних юрисдикцій. Таке «розмивання» юрисдикції призводить до того, що відносно діяльності цих платформ і можливостей впливу на них виникає низка фундаментальних проблем, у тому числі щодо нормативно-правового врегулювання їхньої діяльності, забезпечення соціального діалогу, механізмів представництва колективних інтересів, соціального захисту та ін.

Фактично традиційна держава має вкрай обмежений вплив на взаємодію працівників і роботодавців на транснаціональних платформах, оскільки ця сфера економічної діяльності виникла і бурхливо розвивається фактично поза межами традиційних механізмів впливу з боку держави. Це суто мережеве явище, і пошук механізмів соціального захисту, соціального діалогу має стати завданням відповідних мережевих спільнот працівників і роботодавців, у суто мережевому просторі та з використанням мережевих механізмів. А особливої гостроти проблемам додає той факт, що саме цей сектор зростає найбільш швидкими темпами. Достатньо відзначити, що значна кількість ІТ-продуктів створюється саме на таких платформах.

В Україні наявні та активно діють обидва види цих платформ, поширюється цифрова зайнятість, тому проблематика, пов'язана з діяльністю транснаціональних платформ, є цілком релевантною (Алексинська, Бастракова, Харченко, 2018; Aleksynska, 2021).

Цільові пріоритети реалізації дієвої регуляторної політики України щодо забезпечення умов гідної праці у платформній економіці

У контексті впливу вищезазначених трендів і проблемних «вузлів», а також з урахуванням суттєвої невизначеності та

високої динамічності багатьох параметрів щодо розроблення дієвої державної політики у сфері праці та зайнятості для забезпечення умов гідної праці у платформній економіці актуалізується запит на визначення цільових пріоритетів формування такої політики. Цільові пріоритети виступають базовими векторами, орієнтирами, ключовими напрямками модернізації всієї системи СТВ з урахуванням тих фундаментальних змін, які продукує цифрова трансформація у трудовій сфері. Виконаний аналіз дає певні підстави для визначення таких пріоритетів.

До основних цільових пріоритетів реалізації дієвої регуляторної політики України щодо забезпечення вимог гідної праці та становлення високої якості трудового життя в умовах цифровізації та розвитку платформної економіки пропонується віднести такі:

1. Формування новітньої та принципово оновленої існуючої системи догівірної і державного регулювання у сфері праці та зайнятості відповідно до вимог платформної економіки (у першу чергу систем соціального діалогу та соціального захисту працюючих). Реалізація цього цільового пріоритету потребуватиме:

формування спільного розуміння з боку політиків, соціальних партнерів, представників сторін СТВ і соціального діалогу, експертів суті платформної економіки і платформної зайнятості, їх впливу на традиційну систему СТВ в Україні;

формування адекватного нормативно-правового та методичного забезпечення для здійснення моніторингу ситуації в цифровому сегменті національної економіки з метою вироблення спільного бачення та узгоджених рішень щодо розроблення і реалізації адекватних стратегій на засадах державно-приватного партнерства, у тому числі для забезпечення умов гідної праці платформним працівникам і становлення нової якості трудового життя в Україні в умовах розвитку платформної економіки;

розроблення та впровадження системи інформаційно-аналітичного забезпечення для здійснення на постійній основі моніторингу процесів, які відбуваються у платформній економіці, оскільки стрімко зростає кількість платформ і зайнятих на них працівників, змінюються моделі бізнесу. Дані про роботу на платформах мають бути включені до офіційної національної статистики. Доцільно розробити єдині з ЄС стандарти для можливості узгодження та порівняння статистичних даних ЄС і України, включаючи дані про умови роботи та зайнятості для різних видів платформної зайнятості та про довгострокові перспективи працівників;

розроблення та впровадження механізмів вирішення дискусійних і конфліктних питань щодо платформ, які не представлені на відповідному локальному рівні (тобто транснаціональних або іноземних платформ) з метою забезпечення реалізації трудових і соціальних прав працівників цих платформ (це є одним із проявів розглянутої проблеми юрисдикції);

удосконалення системи оподаткування заробітків на платформах, у першу чергу, за допомогою встановлення простих податкових правил для таких працівників. Це допоможе легалізувати прибутки, які раніше залишалися незадекларованими, і може стимулювати нову економічну діяльність, у тому числі шляхом залучення (на основі привабливих податкових умов) інших цифрових працівників до національної економіки.

2. Розроблення та впровадження сучасних систем і механізмів представництва колективних інтересів платформних працівників та роботодавців. Досить очевидно, що представництво колективних інтересів платформних працівників та роботодавців має базуватися приблизно на тих самих механізмах що і, власне, взаємодія між ними, тобто це мають бути мережеві механізми. Сьогодні не існує якоїсь цілісної та завершеної моделі

такого представництва, але в країнах ЄС уже зараз реалізуються певні ініціативи та соціальні експерименти, на основі яких формуватимуться перспективні механізми представництва колективних інтересів суб'єктів платформної економіки.

3. Посилення суб'єктності держави (її ролі та функцій) у процесах регулювання розвитку платформної економіки, цифрового сегменту ринку праці та соціально-трудова відносин, що в ній виникають. У контексті реалізації другого та третього цільових пріоритетів доцільним і вельми необхідним є створення Національної платформи соціального діалогу та соціально відповідального партнерства як інформаційно-комунікативного майданчика взаємодії суб'єктів СТВ, що мають можливість реалізовувати відносини як в оновленому традиційному форматі, так і у принципово новому – платформному, мережевому.

4. Формування підґрунтя для якісної нової взаємодії у триаді «суспільство-державо-бізнес» для її успішної імплементації в умовах становлення платформної економіки (новітньої системи СТВ), у тому числі розвитку смарт-промисловості. Реалізація цього пріоритету потребує врахування тих соціетальних змін у суспільному, соціально-економічному, трудовому, виробничому житті, які викликані глобальними цивілізаційними зрушеннями та пов'язані зі зміною поколінь. Покоління індустріальної епохи, яке живе за стандартами епохи, що минає (історична пам'ять, досвід, усталені норми та стандарти трудової поведінки, вимоги до праці), виходить (або незабаром вийде) за межі діючої економічної системи. А для нової продуктивної сили суспільного виробництва – людини XXI ст. (покоління Y, покоління Z) – діють принципово інші норми та стандарти життєдіяльності, суспільних практик і бізнес-моделей. Національні стратегії соціально-економічного розвитку мають бути максимально націлені на образи (моделі)

майбутнього, на нове покоління нових учасників – агентів сучасних модернізаційних процесів (Вишневський, Гаркушенко, Збаразська, Князєв, 2019, с. 105).

5. Формування загальної, внутрішньо узгодженої стратегії неіндустріального розвитку в умовах становлення платформної економіки. Для цього важливо виявити домінуючі мотивації держави та бізнесу (загалом і галузевих професійних спільнот, окремих бізнес-структур). При розробленні стратегічних орієнтирів для економіки України як основи смарт-трансформації промисловості доцільно орієнтуватися на домінуючі стратегії світового економічного та промислового розвитку, які визначають загальний вектор глобальних змін, на вимоги Угоди про Асоціацію з ЄС – через зростання інтересу до виходу на ринок ЄС, на гармонізацію цифрового ринку ЄС і України.

Також потребує уваги посилення внутрішніх чинників мотивації суб'єктів промислового розвитку до реалізації ефективної смарт-стратегії. Головною умовою для цього має бути створення інституційного середовища, у якому можливе формування чіткої архітектури інтересів усіх акторів промислової діяльності, їх послідовна реалізація та захист. Ідеться насамперед про реальне становлення ефективної національної інноваційної системи, а також про системність формування і підтримки ефективного інноваційного попиту зі збалансованою структурою внутрішньої та експортної складових (Вишневський, Гаркушенко, Збаразська, Князєв, 2019, с. 110). В оцінюванні характеру й інтенсивності мотивації важливо виявити ступінь конфліктності інтересів. Подолання найбільш гострих протиріч, що призводять до розбалансування інтересів між суб'єктами, є важливою передумовою для формування чіткої та тривалої мотивації до запровадження ефективних смарт-інновацій.

Реалізація пріоритету передбачає забезпечення розвитку людського капіталу

для смарт-промисловості шляхом: формування STEM-персоналу, висококваліфікованих фахівців, які мають цифрові навички у сфері високих технологій; створення ефективної системи безперервного навчання. Велике значення має стимулювання інвестицій в освіту, підвищення кваліфікації, перекваліфікацію персоналу, у тому числі з використанням податкових інструментів.

6. Забезпечення комплексного нормативно-правового впорядкування діяльності платформ, що передбачає:

дослідження та класифікацію трудових платформ, які діють в Україні, їх нормативну регламентацію;

визначення нормативно-правового статусу як самих платформ, так і працівників та роботодавців, які діють на цих платформах. Важливою складовою нормативно-правового врегулювання має стати включення платформ до суб'єктів СТВ (хоча і з особливим статусом). У певному сенсі платформа має стати модератором та медіатором взаємодії між робітником і роботодавцем, що потребує розроблення та прийняття відповідних нормативно-правових актів державного рівня;

нормування діяльності підприємств із нетрадиційними трудовими колективами, що складаються як із постійних працівників, так і з тимчасових, найнятих через платформи (зокрема розроблення механізмів захисту таких працівників у колективних договорах та діяльності профспілок);

створення сприятливих умов для виходу з «тіні» платформних робітників і роботодавців з метою їх подальшого включення до механізмів захисту прав працівників і забезпечення високої якості трудового життя;

суттєве вдосконалення трудового законодавства, яке є найбільш перспективним напрямом нормативно-правового врегулювання статусу платформних працівників, регулює діяльність та захист самозайнятих працівників з урахуванням різнома-

нітності умов працевлаштування, які пропонують платформи.

7. Розроблення та реалізація комплексної політики державного та договірного регулювання щодо гармонізації соціально-економічного, трудового, цифрового, неоіндустріального та сталого розвитку в новітніх умовах, що передбачає:

створення механізмів для забезпечення високої якості суспільного і трудового життя, промислового прогресу через гармонізацію концепцій сталого безпечно-го збалансованого та неоіндустріального розвитку на основі впровадження інноваційних моделей «зеленої», «циркулярної» економіки тощо. Екологізація («озеленення») промисловості полягає в максимально можливому зниженні рівня техногенного навантаження (екологічного сліду), створеного економічною (виробничою) діяльністю, при збереженні оптимальних темпів економічного зростання, тобто за фактом досягнення сталого збалансованого розвитку;

максимальну адаптацію системи колективно-договірного регулювання до умов платформної економіки;

забезпечення конструктивної взаємодії та ефективних комунікацій сторін СТВ шляхом системного використання цифрових та ІКТ-технологій;

створення податкових стимулів, пільг та інших преференцій для роботодавців і платформних працівників з метою їхнього заохочення до регламентованої діяльності на платформах;

легалізацію неформальної зайнятості на платформах через сертифікацію певних видів професійної діяльності;

створення правових та інституційних механізмів регулювання діяльності самих платформ з метою регламентації відносин між сторонами соціально-трудова відносин, іншими суб'єктами в межах діяльності платформ тощо.

У таблиці викладено основні результати здійсненого дослідження у форматі смислового ланцюжка «ключові тренди і

виклики – проблеми і загрози – цільові пріоритети реагування», що надає можливість сформувати цілісне уявлення про процеси, які відбуваються в системі СТВ в умовах поширення платформної економіки, та визначити пріоритетні орієнтири дієвої регуляторної політики з використанням і державних, і договірних механізмів й інструментів регулювання.

Слід відзначити, що у сфері, яка охоплює вказані в таблиці ключові тренди і виклики, відповідні проблеми та загрози традиційним механізмам реалізації політики щодо праці та зайнятості, в цілому існує чи не повний консенсус у різних країнах, оскільки ці тренди та виклики генерують дуже схожі у своєму сутнісному аспекті проблеми та загрози. Однак консенсус значно слабшає, коли йдеться про розроблення та впровадження конкретних механізмів вирішення зазначених проблем. Тут значну роль може відігравати політична, соціально-економічна, соціокультурна або інша специфіка конкретної держави та регіону. Наразі поки що не розроблено універсальних, усталених, комплексних, добре відпрацьованих моделей подолання зазначених викликів і загроз, які транслиують позитивний досвід і могли б стати типовими для подальшої реалізації в інших країнах. Тим не менше ситуація потребує негайного реагування, тож у будь-якому випадку країни, які активно шукають шляхи вирішення зазначених проблем, експериментують, забезпечують нормативно-правову регламентацію діяльності і держави, і платформам як повноцінних суб'єктів системи СТВ платформної економіки, уже зараз створюють для себе конкурентну перевагу, набуваючи досвід регулювання платформної економіки. Дослідження досвіду різних країн є корисним і необхідним, проте очевидно, що для України в першу чергу доцільно брати до уваги досвід європейських країн у світлі реалізації євроінтеграційного курсу та гармонізації цифрових ринків ЄС і України.

Таблиця – Ключові тренди, виклики та загрози традиційній системі СТВ в умовах поширення платформної економіки та цільові пріоритети формування дієвої регуляторної політики в Україні щодо дотримання вимог гідної праці та забезпечення високої якості трудового життя

Ключові тренди та виклики системи соціально-трудова відносин, пов'язані з поширенням платформної економіки	Проблеми та загрози для функціонування традиційних механізмів забезпечення регуляторної політики у сфері праці та зайнятості	Цільові пріоритети формування регуляторної політики України щодо забезпечення умов гідної праці у платформній економіці
1	2	3
<p>1. Поширення індивідуалізації відносин у системі СТВ, посилення конкуренції на трудових платформах, ізолюваність і низький рівень солідарності платформних працівників.</p> <p>2. Короткостроковість (разовість) та неформальність соціально-трудова відносин на платформі, що виникають між працівником і роботодавцем</p> <p>3. Нестійкість і мінливість платформних форм зайнятості та діяльності.</p> <p>4. Низька спроможність платформних працівників до солідарних колективних дій, що перешкоджає формуванню механізмів колективного представництва їхніх інтересів.</p> <p>5. Нормативно-правова невідомість статусу суб'єктів економічної діяльності на платформах – самих платформ, платформних працівників та платформних роботодавців.</p> <p>6. Нерегламентованість відносин між суб'єктами, що виникають на платформах. Таке становище фактично виключає платформних</p>	<p>1. Руйнування інституційної основи функціонування традиційних механізмів реалізації державної політики у сфері праці та зайнятості, які орієнтовані на довгострокові та формалізовані відносини між працівниками та роботодавцями.</p> <p>2. Фактична безсуб'єктність платформних працівників і їх «невидимість» для систем соціального діалогу та соціального захисту, що є наслідком низької спроможності таких працівників до формування стійкої колективної суб'єктності, здатної представляти їх інтереси в системах соціального діалогу та соціального захисту.</p> <p>3. Незацікавленість сторін СТВ на платформах у формалізації своїх відносин (у першу чергу через короткостроковість цих відносин), що певною мірою виводить ці відносини за межі правового поля та відповідальності державних служб соціального захисту.</p> <p>4. Неспроможність традиційних державних і договірних механізмів реалізації регуляторної політики у сфері праці та зайнятості відповідати новим вимогам платформної</p>	<p>1. Принципове оновлення і модернізація існуючої системи договірної та державної регулювання у сфері праці та зайнятості відповідно до вимог платформної економіки, зокрема через:</p> <p>формування адекватного нормативно-правового, інформаційно-комунікативного, інституційного, науково-методичного, організаційно-управлінського забезпечення для формування умов щодо трансформації системи СТВ до цифрової платформізації;</p> <p>вироблення спільного бачення у суб'єктів соціально-економічного розвитку суті цифрової платформізації трудової сфери для розроблення узгоджених рішень й ефективного регулювання цих процесів;</p> <p>забезпечення широкого залучення ресурсів й інструментів державно-приватного партнерства;</p> <p>упровадження механізмів платформного типу для забезпечення взаємодії з індивідуалізованими працівниками платформ, створення можливостей для представництва їхніх колективних інтересів;</p> <p>сприяння виходу платформних працівників із «тіні» та впровадження механізмів формалізації відносин між працівниками та роботодавцями на платформах та ін.</p>

1	2	3
<p>працівників із нормативно-правового поля, яке регламентує діяльність традиційних систем соціального діалогу та соціального захисту, робить їх «невидимими» для цих систем.</p> <p>7. Проблема розмивання юрисдикції, пов'язана з діяльністю транснаціональних трудових платформ, коли сама платформа, працівник і роботодавець є представниками різних держав та діють, відповідно, в різних національних нормативно-правових системах.</p> <p>8. Вплив пандемії COVID-19 на глобальний та національні ринки праці, що призвів до поширення цифровізації та платформної зайнятості, поширення цифрових механізмів безконтактної взаємодії у процесі спільної виробничої діяльності, а також простимулював перехід на дистанційні, інші нетрадиційні форми зайнятості.</p> <p>9. Четверта промислова революція, яка привела до прискорення процесів автоматизації та роботизації. Ці нововведення можуть спричинити глибокі трансформації на ринку праці, а саме скоротити кількість робочих місць. У таких умовах може істотно зрости база податків на працю і виникнути «парадокс достатку», коли суспільство стає заможнішим, але значно зростає і майнова нерівність, конфліктна напруженість</p>	<p>економіки й охоплювати цифровий сегмент ринку праці, забезпечити включення платформних працівників до систем соціального діалогу та соціального захисту.</p> <p>5. Невизначеність юрисдикції, пов'язана з діяльністю транснаціональних трудових платформ, що може спричинити фактично нерозв'язувані правові колізії щодо захисту прав платформних працівників.</p> <p>6. Розбалансованість і фрагментарність державної політики у сфері праці та зайнятості, її невідповідність сучасним трендам, які суттєво прискорилися під впливом пандемії COVID-19.</p> <p>7. Слабкість державного регулювання процесів попередження та подолання соціально-економічних ризиків та небезпек, пов'язаних із поширенням платформної економіки.</p> <p>8. Незорієнтованість системи вітчизняного державного управління на створення умов для розвитку сфери праці та зайнятості в умовах платформної економіки.</p> <p>9. Руйнація механізмів соціального діалогу, зростання конфліктного потенціалу у сфері праці та зайнятості</p>	<p>2. Розроблення та впровадження сучасних систем і механізмів представництва колективних інтересів платформних працівників та роботодавців, у першу чергу на основі досвіду розвинутих країн.</p> <p>3. Посилення суб'єктності держави (її ролі та функцій) у процесах регулювання розвитку платформної економіки, цифрового сегменту ринку праці та соціально-трудова відносин, що в ній виникають.</p> <p>4. Створення Національної платформи соціально відповідального партнерства як інформаційно-комунікативного майданчика взаємодії суб'єктів СТВ в умовах цифровізації та поширення платформної економіки.</p> <p>5. Формування підґрунтя для якісно нової взаємодії у тріаді «суспільство-держава-бізнес» для її успішної імплементації в умовах становлення платформної економіки (новітньої системи СТВ), у тому числі розвитку смарт-промисловості.</p> <p>6. Формування загальної, внутрішньо узгодженої стратегії неоіндустріального розвитку в умовах становлення платформної економіки.</p> <p>7. Розроблення та реалізація комплексної політики державного та договірною регулювання щодо гармонізації соціально-економічного, трудового, цифрового, неоіндустріального та сталого розвитку в новітніх умовах</p>

Джерело: складено авторами.

Висновки. У результаті дослідження виявлено ключові контекстоутворюючі елементи системи взаємодії традиційних інститутів і механізмів регуляторної політики у сфері праці та зайнятості з нетрадиційними явищами, інструментами, формами, що продукує платформна економіка.

1. Фундаментальною перешкодою для функціонування традиційних інститутів і механізмів забезпечення умов гідної праці (зокрема систем соціального діалогу та соціального захисту працівників) є фактично повна невідповідність засад, на яких функціонує платформна економіка, та засад, на яких вибудовано ці традиційні механізми. Перше – це відносини між працівниками, для яких характерні індивідуалізм, конкурентність і фактична відсутність сталих трудових колективів (що є антиподом колективізму та солідарності, на яких будуються механізми представництва інтересів працівників у традиційних системах). Друге – це специфіка відносин між працівниками та роботодавцями на платформах, для яких характерні неформальність, разовість і короткостроковість (що є антиподом довгострокових формалізованих відносин працівників та роботодавців, на яких базуються традиційні системи соціального діалогу та колективно-договірного регулювання).

2. При формуванні умов гідної праці та високої якості трудового життя у платформній економіці суттєва проблема полягає у невизначеності нормативно-правового статусу суб'єктів платформної економіки (самих платформ, платформних працівників і роботодавців), та відносин, які виникають між ними на платформах. Ця проблема стає особливо гострою, коли платформа та працівник належать до різних національних юрисдикцій – транснаціональні трудові платформи формують нову реальність на ринку праці, фактично виводячи платформну зайнятість за межі національного трудового законодавства.

Унормування відносин, що виникають у сфері платформної економіки, є на сьогодні чи не найбільш актуальним завданням, оскільки від цього залежить роз-

роблення та впровадження інших механізмів ефективної регуляторної політики у платформній економіці.

3. Платформи мають стати соціально відповідальними суб'єктами ринку праці з виокремленням функцій модерації та медіації. Це потребуватиме суттєвого вдосконалення алгоритмів взаємодії на платформах: вони не лише мають відповідати вимогам трудового та цивільного законодавства, але і бути спроектованими та реалізованими таким чином, щоб запобігати його порушенню взаємодіючими сторонами. Для реалізації цієї вимоги необхідна активна позиція держави, а саме розроблення та прийняття відповідних нормативно-правових актів державного та галузевого рівня.

4. Сьогодні процеси пошуку можливостей захисту прав платформних працівників можуть бути охарактеризовані як певне соціальне експериментування, яке в країнах ЄС реалізується в першу чергу на галузевому рівні, та подекуди – на національному та регіональному. У європейських країнах спостерігається беззаперечний консенсус щодо визнання фундаментальної значущості та впливу платформної економіки на життєдіяльність суспільства, стан національних і глобального ринків праці, а також необхідності реагування на виклики та проблеми, які вона генерує. Позитивний міжнародний досвід Великобританії, Швеції, аналітика та рекомендації, які розробляються на загальноєвропейському рівні щодо забезпечення умов гідної праці та становлення нової якості трудового життя, можуть надати певні орієнтири для їх започаткування в Україні з урахуванням вітчизняної специфіки.

5. Мережева спільнота платформних працівників, яких не пов'язують між собою ні соціальна взаємодія, ні колективні відносини, потребує таких самих мережевих інструментів для організації взаємодії з метою формування колективної суб'єктності, представництва власних інтересів та організації колективних дій.

6. Важливим висновком для України в зазначеному контексті є той факт, що базовим рівнем комплексного оновлення ін-

ститутів і механізмів забезпечення гідної праці та високої якості трудового життя платформних працівників має стати передусім національний рівень (у тому числі в питаннях взаємодії з міжнародними платформами).

Отже, обґрунтовані цільові пріоритети в цілому окреслюють найбільш важливі та перспективні напрями подальших досліджень із створення засад формування дієвої регуляторної політики в Україні щодо дотримання вимог гідної праці та становлення високої якості трудового життя в умовах неоіндустріального розвитку, переходу до Індустрії 4.0, розвитку смарт-промисловості та платформної економіки. Це в першу чергу такі напрями:

вирішення питань нормативно-правового врегулювання діяльності трудових платформ;

соціально-інноваційна діяльність щодо розроблення та впровадження мережових форм представництва колективних інтересів (адекватних специфіці взаємодії сторін СТВ на платформах);

пошук механізмів, здатних компенсувати надмірну індивідуалізованість платформних працівників і сприяти легалізації їхньої діяльності (з подальшим їхнім включенням до існуючих механізмів соціального захисту);

пошук шляхів модернізації існуючих інститутів соціального діалогу та соціального захисту з метою розповсюдження їхньої діяльності на сферу платформної зайнятості.

Література

Азьмук Н. А. (2019). Зайнятість через цифрові платформи – нова реальність сучасної економіки: виклики та стратегії адаптації. *Економічний простір*. № 149. С. 66-80. DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/152-6>

Азьмук Н. А. (2019а). *Трансформація зайнятості при переході до цифрової економіки: глобальні виклики та стратегії адаптації*: монографія. Київ: Знання, 2019. 335 с.

Алексинська М., Бастракова А., Харченко Н. (2018). Зайнятість через цифрові платформи в Україні. Проблеми та стратегічні перспективи. *International Labour Organization*. URL: https://www.ilo.org/travail/WCMS_635371/lang--en/index.htm (дата звернення: 12.09.2021).

Вишневецький В. П., Гаркушенко О. М., Князев С. І., Липницький Д. В., Чекіна В. Д. (2020). *Цифровізація економіки України: трансформаційний потенціал* [за ред. В.П. Вишневецького та С.І. Князева]. Київ: Академперіодика. 188 с.

Вишневецький В. П., Вієцька О. В., Гаркушенко О. М., Князев С. І., Лях О. В., Чекіна В. Д., Череватський Д. Ю. (2018). *Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку* [за заг. ред. В. П. Вишневецького]. Київ: ІЕП НАН України. 192 с.

Вишневецький В. П., Гаркушенко О. М., Збаразська Л. О., Князев С. І. (2019). *Смарт-промисловість: напрями становлення, проблеми і рішення*: монографія. Київ: Ін-т економіки пром-сті НАН України. 464 с.

Вишневецький О. С. (2021). Цифрова платформа стратегічного управління економікою України. *Економіка промисловості*. № 3 (95). С. 5-24. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry.2021.03.005>

Иванов С. В., Вишневецький А. С. (2017). Електронные платформы как инструмент модернизации экономики Украины. *Вестник экономической науки Украины*. № 1 (32). С. 47-53.

Кохан В. П. (2021). Цифрова платформа як інструмент цифрової економіки. *Право та інновації*. № 1 (33). С. 29-34. DOI: [https://doi.org/10.37772/2518-1718-2021-1\(33\)-4](https://doi.org/10.37772/2518-1718-2021-1(33)-4)

Панькова О. В., Касперович О. Ю. (2019). Диспропорції соціально-економічного розвитку в умовах цифровізації: проблеми та ризики для ринку праці України. *Ринок праці та зайнятість населення*. № 3 (59). С. 35-43.

- Сахарук І. С. (2020). Перспективи правового регулювання трудової діяльності працівників цифрових платформ. *Науковий вісник публічного та приватного права*. Вип. 6. Т. 2. С. 72-79. DOI: <https://doi.org/10.32844/2618-1258.2020.6-2.13>
- Царьов В. М. (2020). Особливості розвитку платформної економіки у контексті неінституціональної теорії. *Стратегія економічного розвитку України*. № 47. С. 5-15. DOI: <https://doi.org/10.33111/sedu.2020.47.005.015>
- Aleksynska M. (2021). Digital Work in Eastern Europe: Overview of Trends, Outcomes, and Policy Responses. *International Labour Organization*. URL: https://www.ilo.org/global/publications/working-papers/WCMS_794543/lang--en/index.htm (дата звернення: 12.09.2021).
- ILO (2021). Can digital labour platforms create fair competition and decent jobs? *International Labour Organization*. URL: <https://ilo.org/infostories/Campaigns/WESO/World-Employment-Social-Outlook-Report-2021> (дата звернення: 12.09.2021).
- ILO (2021a). The role of digital labour platforms in transforming the world of work. ILO Flagship Report. 285 p. URL: https://www.ilo.org/global/research/global-reports/weso/2021/WCMS_771749/lang--en/index.htm (дата звернення: 12.09.2021).
- ETUC (2020). Uber is an employer, says Swiss court. URL: <https://www.etuc.org/en/uber-employer-says-swiss-court> (дата звернення: 12.09.2021).
- ETUC (2021). Uber recognises trade union in the UK. URL: <https://www.etuc.org/en/uber-recognises-trade-union-uk> (дата звернення: 12.09.2021).
- Eurofound (2018). Employment and working conditions of selected types of platform work. Research report. 86 p. 58. URL: https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef18001en.pdf (дата звернення: 12.09.2021).
- European Commission (2018). Employment and Social Developments in Europe 2018. Annual Review 2018. URL: <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=en&pubId=8110> (дата звернення: 12.09.2021).
- CEPS (2018) Industrial Relations and Social Dialogue in the Age of Collaborative Economy. Comparative report. URL: <https://www.ceps.eu/ceps-publications/industrial-relations-and-social-dialogue-age-collaborative-economy-comparative-report/> (дата звернення: 12.09.2021).
- Mexi M. (2019). Social Dialogue and the Governance of the Digital Platform Economy: Understanding Challenges, Shaping Opportunities. URL: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/how-the-ilo-works/departments-and-offices/governance/dialogue/WCMS_723431/lang--en/index.htm (дата звернення: 12.09.2021).
- Mexi M. (2020). The platform economy – time for decent ‘digiwork’. URL: <https://socialeurope.eu/the-platform-economy-time-for-decent-digiwork> (дата звернення: 12.09.2021).
- Mexi M. (2021). The platform economy – time for more democracy at work. URL: <https://socialeurope.eu/the-platform-economy-time-for-more-democracy-at-work> (дата звернення: 12.09.2021).

References

- Azmuk, N. A. (2019). Digital Employment platform as a new reality of modern economy: challenges and adaptation strategies. *Ekonomichnyi prostir*, 149, pp. 66-80. DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/152-6> [in Ukrainian].
- Azmuk, N. A. (2019a). Employment transformation in the transition to a digital economy: global challenges and adaptation strategies. Kyiv: Znannia, 2019 [in Ukrainian].
- Aleksynska, M., Bastrakova, A., & Kharchenko, N. (2018). Work on Digital Labour Platforms in Ukraine: Issues and Policy Perspectives. *International Labour Organization*. Retrieved from https://www.ilo.org/travail/WCMS_635371/lang--en/index.htm [in Ukrainian].
- Vishnevsky, V. P., Harkushenko, O. M., Kniaziev, S. I. and etc. (2020). *Digitalization of Ukrainian economy: transformational potential*. Kyiv: Institute of the Economy of Industry of the NAS of Ukraine [in Ukrainian].

- Vishnevsky, V. P., Vietska O. V., Harkushenko, O. M., Kniaziev, S. I., Liakh, O. V., Chekina, V. D., & Cherevatsky, D. Yu. (2018). *Smart industry in the digital economy: prospects, directions and mechanisms of development*. Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economy [in Ukrainian].
- Vishnevsky, V. P., Harkushenko, O. M., Zbarazska, L. O., & Kniaziev, S. I. (2019). *Smart industry: trends of formation, problems and solutions*. Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economy [in Ukrainian].
- Vyshnevskiy, O. S. (2021). Digital platformization of strategic management of Ukrainian economy. *Econ. promisl.*, 3 (95), pp. 5-24. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.03.005> [in Ukrainian]
- Ivanov, S. V., & Vyshnevskiy, A.S. (2017) Electronic platforms as a tool for modernizing the Ukrainian economy. *Vestnyk ekonomicheskoy nauky Ukraini*, 1 (32), pp. 47-53 [in Russian].
- Kokhan, V. P. (2021). Digital platform as a tool of digital economy. *Pravo ta innovatsii*, 1 (33), pp. 29-34. DOI: [https://doi.org/10.37772/2518-1718-2021-1\(33\)-4](https://doi.org/10.37772/2518-1718-2021-1(33)-4) [in Ukrainian]
- Pankova, O. V., & Kasperovych, O. Yu. (2019). Disproportions of socio-economic development in the conditions of digitalization: problems and risks for the labor market of Ukraine. *Rynok praci ta zajnjatistj naseleonnja*, 3(59), pp. 35-43 [in Ukrainian].
- Sakharuk, I. S. (2020). Prospects for legal regulation of labor activity of employees of digital platforms. *Naukovyi visnyk publichnoho ta pryvatnoho prava*, Iss. 6, Vol. 2, pp. 72-79. DOI: <https://doi.org/10.32844/2618-1258.2020.6-2.13> [in Ukrainian].
- Tsarov, V. M. (2020). Features of platform economy development in the context of neo-institutional theory. *Stratehiia ekonomichnoho rozvytku Ukrainy*, 47, pp. 5-15. DOI: <https://doi.org/10.33111/sedu.2020.47.005.015> [in Ukrainian].
- Aleksynska, M. (2021). Digital Work in Eastern Europe: Overview of Trends, Outcomes, and Policy Responses. *International Labour Organization*. Retrieved from https://www.ilo.org/global/publications/working-papers/WCMS_794543/lang-en/index.htm
- ILO (2021). Can digital labour platforms create fair competition and decent jobs? *International Labour Organization*. Retrieved from <https://ilo.org/infostories/Campaigns/WESO/World-Employment-Social-Outlook-Report-2021>
- ILO (2021a). The role of digital labour platforms in transforming the world of work. ILO Flagship Report. 285 p. Retrieved from https://www.ilo.org/global/research/global-reports/weso/2021/WCMS_771749/lang-en/index.htm
- ETUC (2020). Uber is an employer, says Swiss court. Retrieved from <https://www.etuc.org/en/uber-employer-says-swiss-court> (дата звернення: 12.10.2021).
- ETUC (2021). Uber recognises trade union in the UK. Retrieved from <https://www.etuc.org/en/uber-recognises-trade-union-uk>
- Eurofound (2018). Employment and working conditions of selected types of platform work. Research report. 86. p. 58. Retrieved from https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef18001en.pdf
- European Commission (2018). Employment and Social Developments in Europe 2018. Annual Review 2018. Retrieved from <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=en&pubId=8110>
- CEPS (2018) Industrial Relations and Social Dialogue in the Age of Collaborative Economy. Comparative report. Retrieved from <https://www.ceps.eu/ceps-publications/industrial-relations-and-social-dialogue-age-collaborative-economy-comparative-report/>
- Mexi, M. (2019). Social Dialogue and the Governance of the Digital Platform Economy: Understanding Challenges, Shaping Opportunities. Retrieved from https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/how-the-ilo-works/departments-and-offices/governance/dialogue/WCMS_723431/lang-en/index.htm

Mexi, M. (2020). The platform economy–time for decent ‘digiwork’. Retrieved from <https://socialeurope.eu/the-platform-economy-time-for-decent-digiwork>.

Mexi, M. (2021). The platform economy–time for more democracy at work. Retrieved from <https://socialeurope.eu/the-platform-economy-time-for-more-democracy-at-work>

Оксана Владимировна Панькова,

канд. соц. наук, доцент, зав. сектором

E-mail: pankovaiep@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2003-8415>;

Александр Юрьевич Касперович,

младший научный сотрудник

Институт экономики промышленности НАН Украины

ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: a_kasp@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-1169-9681>

ЦЕЛЕВЫЕ ПРИОРИТЕТЫ РЕГУЛЯТОРНОЙ ПОЛИТИКИ УКРАИНЫ ПО ФОРМИРОВАНИЮ УСЛОВИЙ ДОСТОЙНОГО ТРУДА В ПЛАТФОРМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ

В статье исследованы и раскрыты ключевые тренды в системе социально-трудовых отношений (СТО), связанные с влиянием цифровизации и платформенной экономики. Сделан акцент на распространении индивидуализации и разрушении традиционных трудовых коллективных отношений, их краткосрочности и неформальности.

Установлено, что указанные тренды генерируют относительно традиционных механизмов реализации государственной политики в социально-трудовой сфере, систем социального диалога и социальной защиты целый ряд вызовов, угроз и проблемных «узлов», что отрицательно влияет на условия обеспечения достойного труда. Они базируются на фундаментальном несоответствии сущностных и институциональных основ функционирования традиционных регуляторных механизмов в сфере труда и занятости и принципиально новой системы социально-трудовых отношений, которая формируется и распространяется. Платформизация системы СТО приводит к появлению новых субъектов, требует регламентированности их деятельности, поиска адекватных механизмов регулирования, определения роли государства в этих процессах. Также акцентировано внимание на трансформационных изменениях в системе СТО; проблемах и возможностях формирования механизмов представительства коллективных интересов платформенных работников и работодателей; нормативно-правовой неопределенности статуса и неурегулированности деятельности трудовых платформ; «размывании» юрисдикции на транснациональных трудовых платформах и т.д.

Определены и обоснованы целевые приоритеты по обеспечению сбалансированного социально-трудового развития в Украине в условиях расширения платформенной экономики прежде всего за счет обновления существующей системы договорного и государственного регулирования в социально-трудовой сфере; создания современных систем и механизмов представительства коллективных интересов платформенных работников и работодателей, создания Национальной платформы социально ответственного партнерства, обеспечения комплексного нормативно-правового упорядочения деятельности платформ, гармонизации социально-экономического, трудового, цифрового, неоиндустриального и устойчивого развития в современных условиях.

Ключевые слова: платформенная экономика, цифровая занятость, социально-трудовые отношения, социальный диалог, достойный труд, приоритеты и механизмы регуляторной политики.

JEL: E24, E26, E27, J21, J23

Oksana V. Pankova,
Phd in Sociologics, Associate Professor, Head of Sector
E-mail: pankovaiep@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2003-8415>;
Olexandr Yu. Kasperovich,
Junior Researcher
Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine
2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine
E-mail: a_kasp@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-1169-9681>

UKRAINIAN REGULATORY POLICY'S TARGET PRIORITIES TO ENSURE DECENT WORKING CONDITIONS IN A PLATFORM ECONOMY

The article explores and reveals the key trends in the system of social and labor relations related to the impact of digitalization and the platform economy. These include individualization, increased competitiveness, lack of personal connections and traditional work teams, one-time, short-term and informal relationships.

These trends generate a number of challenges and threats to traditional mechanisms for implementing public policy in the social and labor sphere, which are based – at the core – on the fundamental inconsistency of the institutional framework for the functioning of traditional regulatory mechanisms in the field of labor and employment (which are focused on long-term formal employment and stable labor collectives) and the system of social and labor relations, which is formed by the platform economy (which is characterized by informality, short duration and individualization of social and labor relations that arise). That is, the platform economy does not create those subjects on which the traditional system of implementation of state policy in the social and labor sphere is based.

The article reveals the essence of the main problems for the traditional regulatory mechanisms of state policy for the development of social and labor spheres that have emerged in the context of the spread of the platform economy. The main emphasis is on transformational changes in the system of social and labor relations; on the problems and opportunities for the formation of mechanisms for representing the collective interests of platform workers and employers; on the regulatory and legal uncertainty of the status and unregulated activities of labor platforms; on the "erosion" of jurisdiction on transnational labor platforms, etc.

The main target priorities for ensuring balanced social and labor development in the conditions of platform economy spreading are substantiated. They are: updating the existing system of contractual and state regulation of the social and labor sphere; implementation of modern systems and mechanisms for representing the collective interests of platform workers and employers; implementation of the National Platform for Social Dialogue and Socially Responsible Partnership; ensuring a comprehensive regulatory framework for platforms, development and implementation of policies of state and contractual regulation for the harmonization of socio-economic, labor, digital, neo-industrial and sustainable development in modern conditions.

Keywords: platform economy, digital employment, social and labor relations, social dialogue, decent work, priorities and mechanisms of regulatory policy.

JEL: E24, E26, E27, J21, J23

Формат цитування:

Панькова О. В., Касперович О. Ю. (2021). Цільові пріоритети регуляторної політики України щодо формування умов гідної праці у платформній економіці. *Економіка промисловості*. № 4 (96). С. 21-40. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.021>

Pankova, O. V., & Kasperovych, O. Yu. (2021). Ukrainian regulatory policy's target priorities to ensure decent working conditions in a platform economy. *Econ. promisl.*, 4 (96), pp. 21-40. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.021>

Надійшла до редакції 29.09.2021 р.

Tetyana Yuriyivna Korytko,*Phd in Economics, Associate Professor*

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: taniakorytko@gmail.com<https://orcid.org/0000-0002-4251-1971>;**Olena Mykolaivna Kruk,***Phd in Economics, Associate Professor*

Donbass State Engineering Academy

72 Academic Street, Kramatorsk, 84313, Ukraine

E-mail: lk21061496@gmail.com<https://orcid.org/0000-0002-5659-6603>

MODELLING AN IMPACT OF ENTERPRISES' INVESTMENT ACTIVITY ON THE LEVEL OF A REGION'S SUSTAINABLE DEVELOPMENT USING FUZZY LOGIC APPARATUS

The paper examines the essence of sustainable development of a region. It has been noted that achievement of sustainable development of a region is possible under the condition of plurality of transformations and changes in enterprises, institutions, organizations, and societies, which operate in the region. The study proves that the assessment of sustainable development of the region, considering the enterprises' investment activity takes into account the following spaces: economic, territorial, administrative, demographic, institutional and organizational ones. Each of the above spaces can be assessed using indicators that characterize the peculiarities of the region.

The objective of the article is to develop a scientific and methodological approach to modeling the impact of enterprises' investment activity on the sustainable development of the region.

The proposed approach to modeling the impact of enterprises' investment activity on the sustainable development of the region allows: to analyze the quantitative indicators of the constituent elements and to define the state and level of development of each element, which significantly improves the efficiency of the necessary organizational support. Testing of the proposed model for assessing the impact of enterprises' investment activity on the sustainable development of the region was demonstrated on the example of Donetsk region.

Based on the apparatus of fuzzy logic, a hierarchical model of assessing the sustainable development of the region takes into account the investment activity of enterprises, which allows the use of expert information about the object of study in the form of logical rules; to synthesize quantitative indicators into a single integrated indicator of structural elements of the system. The advantage of the proposed method is its versatility.

The study shows that during 2018-2020 the level of sustainable development of the Donetsk region based on enterprises' investment activity was satisfactory (0.57). Also, it should be noted that there is a worsening in the value of the indicator, which requires adjustment of strategic guidelines of the region.

Keywords: modeling, sustainability, investment activity, enterprise, development.

JEL: C54; E52; O32; R12

The social and economic component of regional development characterizes the processes that take place with the participation of all subjects of a regional economy, which are aimed at achieving economically feasible results while ensuring stable improvement of the level and quality of life of the population.

Theoretical and practical issues related to the interconnection of interests, goals and objectives of the social and economic development of systems of different levels are of great importance. It should be noted that the "points of economic growth" in the region are enterprises located in its territory. The poten-

© T. Yu. Korytko, O. M. Kruk, 2021

tial of their socio-economic development can be revealed through the synergy of interests of the region and enterprises. The mechanism for achieving this can be modeling an impact of enterprises' investment activity on the sustainable development of the region.

The urgency of enhancing enterprises' investment activity in the region, in particular – in conditions of growing unsustainable market conditions, is obvious, as ensuring the efficiency of their operation and intensification of investment activity is one of the most important functions not only of each enterprise but also the region and the state in general.

In industrial regions, the regional government is interested and ready to assist in the enterprises' upgrading, as it directly faces a lot of problems associated with their low technological level. The use of outdated technologies, physical and moral depreciation of equipment invariably cause a low level of labor productivity, high costs of manufacturing, its low quality, which leads to a decrease in the competitiveness of enterprises in the region. Such enterprises have a negative impact on the environment. All this together affects the level and quality of life of the population, which is a key indicator of the effectiveness of regional authorities. Thus, it can be noted that in modern conditions the emphasis in the transition to investment and innovation development is naturally shifted to the level of regions.

Ensuring balanced social and economic development of regions in dynamic conditions of structural and organizational transformations and uncertainty is an crucial, complex and multifaceted problem, for the effective solution of which it is necessary to use effective means of economic assessment of feasibility, effectiveness and risks of socio-economic transformations, as well as appropriate means of assessments and regulations, which should include tools for indicative management.

One of the spaces of estimation of sustainability is the calculation of the sustainability index (Environmental Sustainability Index), which was developed and suggested by the Yale and Columbia Universities for World Economic Forum in Davos. On the basis of the calculation there is the index of 22 indica-

tors, which are determined by way of averaging 2-5 variables. Totally 67 variables are allocated. When calculating the index value, the significance of all variables is set equal for convenience. It is due to the lack of common essence in environmental problems' ranking.

In 1989, Daly and Cobb (USA) (Daly, 1994) introduced to European countries the method of calculating the index of sustainable economic welfare (Index of Sustainable Economic Welfare). This index is a value, which defines the volume of GDP per capita and is adjusted to the value of costs caused by socio-economic and environmental factors (Matthews, 2000; Bilan et al., 2017). The development of this index is an attempt to calculate the aggregated monetary index comparable to the existing standards of national accounts and taking into consideration moments that have not been reflected in other approaches due to high aggregation of indicators.

The UN Program of Action "Agenda 21" paragraphs 40.6-7 recommend for countries at the national level, as well as for international governmental and non-governmental organizations at the international level to develop a sustainable concept of development to identify indicators (2007). However, due to the versatility of the indicators and differences in social, economic and environmental conditions the majority of the advanced economies are united in their desire to develop their own indicators and strategies of sustainable development, which are closer to the development of the country.

Sustainable development of the region is characterized by the coordinated development of the economy, society and the environment for the development of the regional economy, improving the life of the population, ensuring the efficient use of resources and preserving the environment (Li, 2018). Close cooperation between public and private sectors, as well as non-governmental organizations, has become an important component in the implementation of the sustainable development concept, especially for catching up countries of eastern and central Europe (Gibney, 2014).

The study of sustainability in (Afonso, Jalles, 2015) is proposed to be conducted us-

ing the public debt ratio. Based on the factors proposed in (Bolívar, 2016), it is offered to define the impact of local governments on the sustainability. A study of regional development policy based on economic issues and decentralization of different levels of government has been proposed in (Bradford, 2013). The paper (Buleev, 2019) pays attention to the development of economic and mathematical model of comprehensive assessment of enterprises' investment activity in the region. An economic-mathematical model that can be used in a generalized form for different countries of the world under the condition of its certain adaptation and detailing of national indicators is proposed in (Garkushenko, 2021). Analysis of the channels linking income distribution, institutional factors, and economic growth have been studied in (Perotti, 1996).

Development and substantiation of methodological support for estimation and forecasting of macroeconomic regulation of development of cascade forms of organization of production-economic, inter-regional and inter-sectoral interaction of regional social and economic systems in Ukraine became the subject of research in (Danylyshyn, 2016). However, in defining the level of the regional socio-economic system development the author does not take into account the impact of the environmental component.

The issues of evaluation the level of a region's development that can be determined by social, economic and environmental factors, as well as the analysis and mechanism of ensuring the economic security of a region, emphasizing the importance of foreign economic security of the region, and using such characteristics as the level of foreign economic openness are dealt in (Herasymchuk, 2002).

The sustainable development of the region is influenced by production and environmental factors (Mishenin et al., 2018), at the same time in (Kyrychenko et al., 2018) is noted that economic growth depends on social factors, moreover – macroeconomic stability is the cause of fast and stable economic growth in East Asian countries (Kuroyanagy et al., 1996).

A peculiarity of the region is its ability to function as a self-developing system, and

the sustainability of social and economic development of the region is seen as the antithesis of its crisis in (Uryszek, 2015). Considering sustainability as crisis-free (or secure) development of the territory, and as a basis for strategic analysis of sustainability of territorial development, it is suggested to apply a set of security indicators and sustainable development standards taking into account the main forms of territorial security – economic, social and environmental (Rocchetta, 2019; Vasylenko, 2001).

Economic and mathematical methods are widely used to analyze various economic processes. Social policy determinants are based on the multilevel regression method (Hjerm, 2012; Dion, 2010). The substantiation of indicators characterizing social and economic development but taking into account the correlation between social and economic parameters are offered in (Hrysenko, 2019). Employment of a clustered approach to build a social economy model is suggested in (Stukalo, 2018).

At the same time, despite the significant number of researches on this topic, the relationship between the development of the region on the basis of increasing investment activity of enterprises remains insufficiently studied in theoretical, methodological and applied fields. So, the importance of the issue is related to the role of the investment activity in the sustainable development of the region.

The *objective* of the paper is to develop a scientific and methodological approach to modeling the impact of enterprises' investment activity on the level of sustainable development of the region based on the fuzzy logic apparatus.

It is proposed to model the sustainable development of the region taking into account the enterprises' investment activity based on the use of the Fishburne rule and the theory of fuzzy sets. In order to assess the effectiveness of the target program as a whole, it is suggested to use an integrated indicator.

Modeling the region's sustainable development on the basis of the enterprises' investment activity will allow regional authorities to evaluate the degree of compliance of the strategic measures with the set goal and

landmark as well as to identify the need for adjusting strategic management, make timely changes in case of necessity, and develop further steps on the achieving the state of sustainable development. So, a distinctive feature of the suggested methodology is to use a mathematical system for modeling the sus-

tainable development of the region on the basis of the investment activity of enterprises.

An algorithm for estimating the impact of the level of the enterprises' investment activity on the sustainable development of the region using a fuzzy logic system is shown in Figure 1.

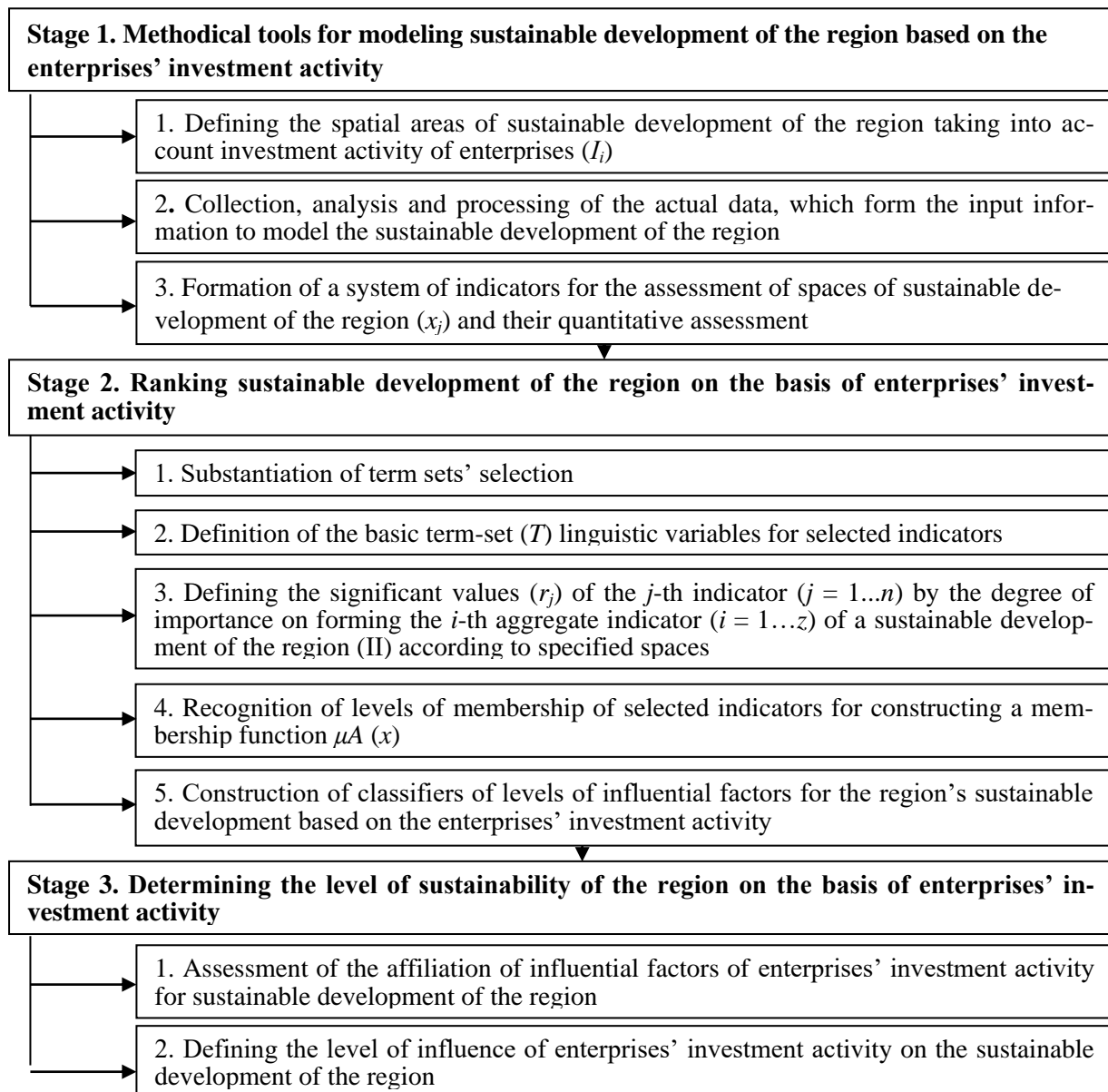


Figure 1 – **Scientific and methodological approach to modeling the impact of enterprises' investment activity on the sustainable development of the region using the apparatus of fuzzy logic**

Source: developed by authors.

At the first stage for modeling methodical tools for estimation of the region's sustainable development on the basis of the en-

terprises' investment activity are proposed. The indicators are based on the expert method in accordance with the areas characterizing the

sustainable development of the region. When using this method, an expert has a task – to assess the qualitative property of the criterion in points (pre-set range of changes in this assessment). Experts should reflect the degree of conformity of the variant of the considered property.

It should be noted that the complexity of the formation of the estimation information base of the sustainable development of the region based on the investment activity of enterprises lies in:

its diversity, associated with the implementation of various types of activity at the regional level;

different terms and conditions of formation of information in subsystems: accounting, financial, management (production) statements;

the difference of the target orientation of the generated information: in time (regarding activities in previous reporting periods, current activities, activities in perspective), in fields of use (in planning, analysis etc.), for entering information on the number of objects, etc.;

possibilities of systematization and processing of information by means of professional, local, common and standardized computer programs and databases (Ershova, 2016; Astapova et al., 2015).

All selected indices have different measurement units, so the expedient conduct of the matching operations between them led to their standardization using a linear scaling method (Spiridonova, 2010; Makarkina, 2011). With this method, the value of each indicator is aggregated in the range from 0 to 1.

At this stage, aggregate indicators for each space are combined using a geometric mean. In order to assess the sustainable development of the region on the basis of enterprises' investment activity was conducted a convolution of all private indicators with the appropriate weight for each space. As a weight, authors chose a matrix consisting of two types of scales, defined by the Fishburne rule and on the basis of fuzzy set theory.

According to Fishburne's rule, it is necessary to compare each indicator of the corresponding space C_j with the level of its significance r_i and evaluate it by arranging all indi-

cators in descending order of significance so, that the rule is fulfilled: $r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_n$ (Nedosekin, 2003).

For the region, the level of significance of all spaces shall be taken to be the same, then the coefficient r_i at calculations is $1/N$.

To define the second type of space weights, the following will be introduced:

1) the fuzzy set $A_i \{i = 1, 5\}$, which characterizes the belonging of the level of sustainable development of the region in accordance with the specified spaces C_j , is divided into five subsets of states:

A_1 – fuzzy subset of «very low level of sustainable development»;

A_2 – fuzzy subset of «low level of sustainable development»;

A_3 – fuzzy subset of «satisfactory level of sustainable development»;

A_4 – fuzzy subset of «high level of sustainable development»;

A_5 – fuzzy subset of «very high level of sustainable development».

The carrier of the set A_i takes on values in the range from 0 to 1 in accordance with the suggested method of closing up of the parameters of the spaces C_j ;

2) Further, in accordance with the formed set A , a complete set of levels of the enterprises' investment activity G is divided into five subsets:

G_1 – fuzzy subset of «very low level of the enterprises' investment activity»;

G_2 – fuzzy subset of «low level of the enterprises' investment activity»;

G_3 – fuzzy subset of «satisfactory level of the enterprises' investment activity»;

G_4 – fuzzy subset of «high level of the enterprises' investment activity»;

G_5 – fuzzy subset of «a very high level of investment activity enterprises».

The carrier of the set G is an indicator of the level of the sustainable development of the region on the basis of the enterprises' investment activity g – acquires a value from 0 to 1 by definition.

Describing the type of subsets of the term-set, a system of five features of affiliation is introduced that characterize the degree of affiliation of the segment values of the 01-medium to a given subset (Tab. 1).

Table 1 – Classification of the level of a region’s sustainable development based on the enterprises’ investment activity

Value interval G	Classification of the parameter’s level	The degree of confidence (independence function)
$0 < g < 0.15$	G_5	1
$0.15 < g < 0.25$	G_5	$\mu_5 = 10 \cdot (0.25 - g)$
	G_4	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0.25 < g < 0.35$	G_4	1
$0.35 < g < 0.45$	G_4	$\mu_4 = 10 \cdot (0.45 - g)$
	G_3	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0.45 < g < 0.55$	G_3	1
$0.55 < g < 0.65$	G_3	$\mu_3 = 10 \cdot (0.65 - g)$
	G_2	$1 - \mu_3 = \mu_2$
$0.65 < g < 0.75$	G_2	1
$0.75 < g < 0.85$	G_2	$\mu_2 = 10 \cdot (0.85 - g)$
	G_1	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0.85 < g < 1$	G_1	1

Source: Compiled by authors.

3) for the indicators of spaces C_j the following set of its values B_j is defined, which is also splits into five subsets:

- B_1 – subset of a very low level of C_j index;
- B_2 – subset of a low level of C_j index;
- B_3 – subset of a satisfactory level of C_j index;
- B_4 – subset of a high level of C_j index;
- B_5 – subset of a very high level of C_j index.

Then, the affiliation function corresponds to each indicator C_j that matches the accessory $\mu_{i,j}(C_j)$ $\{j = 1, 5\}$, which reflects the degree of affiliation of the space index of a subset A_i , values of which lie in the range from 0 to 1.

The next step is to build the function of the accessory $\mu_{i,j}(C_j)$ for each linguistic term from the basic term set T .

The function $\mu_{i,j}(C_j)$ is a mathematical function that defines the probability and in which elements of a certain set C belong to a given fuzzy set A – the main tool of the formalism of fuzzy logic. The more the argument C corresponds to the fuzzy set A , the greater the value of $\mu_{i,j}(C_j)$ is. That is, the closer the value of the argument is to 1 (Kotenko et al., 2020).

It is offered to use the function of affiliation of fuzzy set of the trapezoidal shape that allows specifying cores of the fuzzy set and uniquely characterizes the affiliation of this

indicator to the fuzzy infinity A_i . The trapezoidal shape of the fuzzy set can be represented in the following form:

$$\begin{cases} 0, & x < a; \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b; \\ 1, & b \leq x \leq c; \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d; \\ 0, & b \leq x, \end{cases} \quad (1)$$

where: $[a, d]$ is a fuzzy set containing a pessimistic estimate of the variable values; $[b, c]$ is the core of a fuzzy set containing an optimistic estimate of the variable values.

In the trapezoidal function of affiliation to each fuzzy subset B_j , one can identify the cores, where this function takes the value equal to 1.

On the basis of the calculated weight of the Fisherburn’s, the values of the nodal points β_j and values of functions of affiliation $\mu_{i,j}(C_j)$, the transformation matrix of two systems of weights is formed: $\lambda_j = r_i \cdot \beta_j \cdot \mu_{i,j}(C_j)$.

Having defined the transformation matrix of two types of weights for each space, at the third stage the level of the impact of the enterprises’ investment activity on the sustainable development of the region is determined. It is defined as the closing up of all the parameters of spaces with the corresponding magnitude of the weight matrix by each space:

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i l_{ij} \quad (2)$$

where: $g_j = 0.9 - 0.2(j-1)$; r_i – weight factor of the i -indicator; λ – level of the carrier's affiliation to a fuzzy subset.

The final step is to rank the regions by the level of the sustainable development based on the enterprises' investment activity in order

to create a rating for the analytical analysis of the received results. The degree of affiliation of each of comparable structures to the criteria defined on the basis of the Harrington verbal-numerical scale, which includes meaningfully described names of graduations and the corresponding ranges of numerical values (Table 2).

Table 2 – The level of sustainable development of the region on the basis of the enterprises' investment activity

Interval	The level of sustainable development of the region on the basis of enterprises' investment activity
0–0.2	Very low
0.2–0.4	Low
0.4–0.6	Satisfactory
0.6–0.8	High
0.8–1	Very high

Source: Compiled by authors.

The result of the classification is a linguistic description of the impact of the enterprises' investment activity on the sustainable development of the region, as well as the degree of confidence of the expert in the correctness of the classification. Thus, the conclusion about the degree of influence of investment activity of enterprises on sustainable development of the region obtains not only a linguistic form, but also quality characteristics of the received statements.

Further is made an assessment of the impact of enterprises' investment activity on the level of sustainable development of the region on the basis of the suggested scientific and methodological approach. The normalized values of the indicators used in modeling the impact of enterprises' investment activity on the level of sustainable development of the region are given in table 3.

The results of the experts' survey and the subsequent obtained calculations are shown in Table 4.

Table 3 – Normative values of indicators of the estimation of impact of the enterprises' investment activity on the level of sustainable development of the Donetsk region

Space	Indicators that characterize the impact on the management process	2018	2019*	2020
1	2	3	4	5
Economic (C1)	1. Industrial production index, to the relevant period the previous year	0.4324	0.6714	0.7010
	2. Agricultural indexes of products in to the previous year	0.3896	0.5687	1.0000
	3. Capital investment	0.3676	0.7279	0.8456
	4. Investments in the economy of the region	0.9361	0.9652	0.9433
	5. Net profit (loss)	0.4366	0.7930	0.9907
	6. Consumer price indices for goods and services	0.9641	0.5264	0.0000
Territorial (C2)	1. Territory	1.0000	1.0000	1.0000
	2. Population	0.0000	0.0000	0.0000
	3. Coefficient of environmental sustainability of the territory	0.9767	0.9767	0.9767

End of table 3

1	2	3	4	5
Administrative (C3)	1. The satisfaction degree of the population of activities of the executive bodies of the region	1.0000	1.0000	0.0000
	2. The level of openness of their own structures	0.3629	0.4832	0.6119
Demographic (C4)	1. Income of the population of the region	0.2761	0.0000	0.4666
	2. The average monthly pension	0.8371	0.8156	0.5801
	3. Living wages	0.8381	0.5333	0.2667
	4. Unemployment level	0.2761	0.0000	0.4666
	5. Natural growth (reduction) of population, persons	0.2187	0.0000	0.5625
Institutional (C5)	1. Level of democracy, grade	0,0000	1,0000	0,8947
	2. Political rights	1.0000	0,8000	0,6000
	3. Corruption index	0.0000	1.0000	1.0000
	4. Bureaucracy	1.0000	0.9511	0.0000
	5. Political stability and absence of violence	0.0000	0.0500	1.0000
Organizational (C6)	1. Share of enterprises that implemented innovations	0.4324	0.6714	0.7010
	2. Level of information	0.3896	0.5687	1.0000
	3. Level of awareness and upbringing society	0.3676	0.7279	0.8456

Source: calculated according to statistical data of Donetsk, Luhansk, Kharkiv, Zaporizhia regions.

Table 4 – Value intervals for the indicators of spaces

Indicators which characterize the impact on sustainable development of the region	Indicator level				
	Very low	Low	satisfactory	high	Very high
X_1	[0;0.2]	[0.1;0.3]	[0.25;0.5]	[0.45;0.7]	[0.6;1]
X_2	[0;0.3]	[0.35;0.53]	[0.6;0.72]	[0.7;0.83]	[0.8;1]
X_3	[0;0.25]	[0.2;0.55]	[0.45;0.65]	[0.65;0.85]	[0.9;1]
X_4	[0;0.25]	[0.2;0.48]	[0.4;0.65]	[0.66;0.7]	[0.76;1]
X_5	[0;0.03]	[0.25;0.45]	[0.38;0.45]	[0.55;0.7]	[0.8;1]
X_6	[0;0.14]	[0.12;0.2]	[0.18;0.4]	[0.3;0.8]	[0.69;1]
X_7	[0;0.05]	[0.03;0.3]	[0.25;0.5]	[0.45;0.7]	[0.6;1]
X_8	[0;0.25]	[0.3;0.43]	[0.5;0.72]	[0.6;0.83]	[0.8;1]
X_9	[0;0.25]	[0.2;0.55]	[0.45;0.65]	[0.65;0.85]	[0.9;1]
X_{10}	[0;0.25]	[0.2;0.38]	[0.35;0.48]	[0.44;0.6]	[0.56;1]
X_{11}	[0;0.3]	[0.2;0.45]	[0.4;0.65]	[0.6;0.85]	[0.8;1]
X_{12}	[0;0.24]	[0.2;0.42]	[0.5;0.6]	[0.65;0.8]	[0.75;1]
X_{13}	[0;0.2]	[0.18;0.35]	[0.3;0.55]	[0.5;0.78]	[0.75;1]
X_{14}	[0;0.55]	[0.5;0.63]	[0.55;0.72]	[0.7;0.83]	[0.8;1]
X_{15}	[0;0.25]	[0.2;0.55]	[0.45;0.65]	[0.6;0.805]	[0.85;1]
X_{16}	[0;0.25]	[0.2;0.38]	[0.35;0.5]	[0.54;0.76]	[0.73;1]
X_{17}	[0;0.3]	[0.25;0.45]	[0.4;0.65]	[0.55;0.78]	[0.75;1]
X_{18}	[0;0.14]	[0.12;0.32]	[0.3;0.64]	[0.6;0.78]	[0.7;1]
X_{19}	[0;0.25]	[0.2;0.55]	[0.45;0.65]	[0.65;0.85]	[0.9;1]
X_{20}	[0;0.25]	[0.2;0.38]	[0.35;0.58]	[0.54;0.76]	[0.86;1]
X_{21}	[0;0.3]	[0.27;0.45]	[0.4;0.68]	[0.65;0.8]	[0.77;1]
X_{22}	[0;0.2]	[0.1;0.3]	[0.25;0.5]	[0.45;0.7]	[0.6;1]

Source: calculated by authors.

Then fuzzy logic equations are used to calculate the value of the output parameter for fixed values of the input parameters. The equations are obtained from fuzzy logical statements, replacing the terms of the linguistic variables with the corresponding functions of affiliation, and the operations «and» and «or» – with the operations finding minimum (\wedge) and maximum (\vee) correspondingly.

As the result of working out the rules and carrying out operations on fuzzy sets an integral estimate of the impact of the enterprises' investment activity on sustainable development of the region, expressed by a clear number, will be obtained. Based on the received data the integral estimation of the im-

part of the enterprises' investment activity on sustainable development of the region can be concluded regarding the linguistic state of the variable X_1 «Industrial production index» for the activation of innovation activity of enterprises (very low, low, less satisfactory, high, very high).

Figure 2 shows an example of the affiliation function $\mu_{A1-A6}(C)$ of the linguistic variable X_4 «Investments in the economy of the region».

It is necessary to classify the obtained value of the level of sustainable development of the region of the enterprises' investment activity according to the database (table 5).

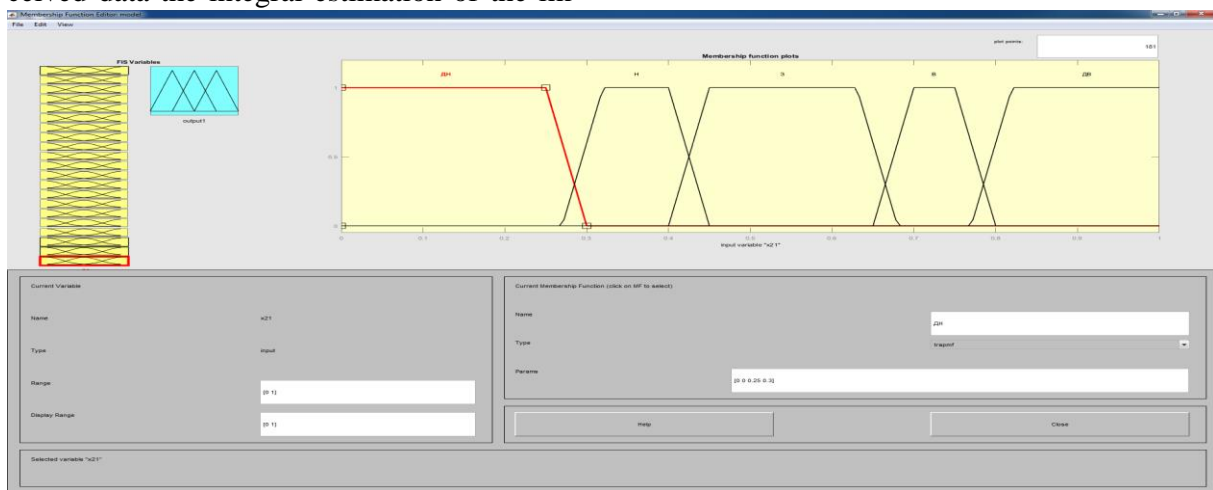


Figure 2 – Schedule of the affiliation function for the integral variable Index of the impact of the enterprises' investment activity on sustainable development of the region

Source: calculated by authors.

Table 5 – The level of sustainable development of the region considering the impact of the enterprises' investment activity of Donetsk region

Year	Value of the indicator X_4 «Investments in the economy of the region»	Calculated values of the resulting integral indicator (Y)	The level of sustainable development of the region considering the impact enterprises' investment activity
2017	0,7661	0,62	Satisfactory level of sustainable development of the region based on the investment activity of enterprises
2018	0,8306	0,64	Satisfactory level of sustainable development of the region based on the investment activity of enterprises
2019	0,9113	0,69	Satisfactory level of sustainable development of the region based on the investment activity of enterprises

Source: compiled by authors.

The results obtained on the basis of the developed scientific and methodological approach to modeling the impact of enterprises' investment activity on the level of sustainable development of the region show that in 2018-2020 the level of sustainable development in Donetsk region can be considered a satisfactory one.

The results of the modeling of the impact of the enterprises' investment activity on sustainable development of the region has shown that the application of the method of fuzzy sets gives an opportunity to objectively estimate the level of development, as it takes into account qualitative changes and it allows to identify the problem areas of the region's activity that require improvement or reform.

Conclusions. The study develops a scientific and methodological approach to modeling the impact of enterprises' investment activity on the level of sustainable development of the region on the base of fuzzy logic using the package Fuzzy Logic Toolbox of the Matlab software.

The modeling of sustainable development of the region with the enterprises' investment activity is carried out taking into account the following spaces: economic, territorial, administrative, demographic, institutional, organizational. Each of the above fields can be assessed with application of indicators that characterize the region's peculiarities.

The suggested scientific and methodological approach to modeling the impact of enterprises' investment activity on the level of sustainable development of the region allows: to analyze quantitative indicators of components, define the state and level of development of each element, which significantly improves the efficiency of the necessary organizational support. This scientific and methodological approach does not involve establishing a relationship between the factors and the final variable from previous data. This function is performed by a set of rules. Indicators can be added to or excluded from the knowledge base. It also provides clear and convincing comparison results.

The practical implementation of the suggested scientific and methodological approach to modeling the impact of enterprises'

investment activity on the level of sustainable development of the region was carried out on the example of the Donetsk region. The results of the study show that during 2018-2020 the level of sustainable development of the Donetsk region based on enterprises' investment activity was satisfactory. But it should be noted that there is a worsening in the value of the indicator, which requires adjustment of strategic guidelines for regional development. Prospects for further research include the development of an algorithm for the formation and implementation of investment development policy in the region.

Література

- Астапова Х. В., Ареф'єва О. В., Матвєєв В. В. (2015). *Фінансова діяльність та корпоративна стратегія комерційних банків*. Київ: Центр учбової літератури. 128 с.
- Василенко В. (2001). Критерії якості та перехід суспільства до сталого розвитку. *Стандарти та якість*. № 3. С. 24-32.
- Гаркушенко О. М. (2021). Системно-динамічна модель оцінки впливу цифровізації на сталий розвиток. *Економіка промисловості*. № 1 (93). С. 20-45. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.01.020>
- Герасимчук З. В., Вахович І. М. (2002). *Організаційно-економічний механізм формування та реалізації стратегії розвитку регіону*. Луцьк: ЛІТТУ. 242 с.
- Грисенко М., Приятельчук О., Шворак Л. (2019). Моделювання державних соціально-економічних систем у країнах європейського регіону. *Проблеми та перспективи управління*. № 17 (3). С. 452-463.
- Данилишин Б., Микитенко В. (2016). Визначення ефективності макроекономічного регулювання розвитку каскадів регіональних соціально-економічних систем у обмеженнях джерел ресурсів. *Економіка. Управління. Інновації*. № 3 (18). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eui_2016_3_5 (дата звернення: 11.09.2021).
- Єршова Н. Ю. (2016). Методологічний підхід до оцінки стратегічної стабільності підприємств на основі інформаційної платформи стратегічного управлінського обліку. *Економічний аналіз*. № 23 (2). С. 51-59.

- Кириченко К. І., Самусевич Ю. В., Люлова Л. Ю., Багмет К. (2018). Інновації в оцінці рівня соціального розвитку країни. *Маркетинг та управління інноваціями*. № 2. С. 113-128. DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2018.2-10>
- Котенко С., Ніценко В., Ганжуренко І., Гавриш В. (2020). Етапи математичного моделювання поєднання перевезення вантажів для невизначених, нечітких та стохастичних параметрів. *Міжнародний журнал інтегрованої інженерії*. № 12 (7). С. 173-180.
- Макаркіна Х. В., Івченкова О. Ю. (2011). Оцінка ефективності системи та невідповідних серцевих каналів у свідомості інформації, що не має цінності. *Бізнес Інформ*. № 7 (1). С. 111-114.
- Мішенін Ю., Коблінська І., Медвідь В. та Майстренко Ю. (2018). Формування політики сталого регіонального розвитку: роль промислової екології та логістики. *Підприємництво та питання сталого розвитку*. № 6 (1). С. 329-341.
- Недосекин А. О. (2003). *Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-кратных описаний*. СПб. 100 с.
- Спиридонова С. П. (2010). Показники якості життя та методології їх формування. *Питання сучасної науки та практики*. № 10-12 (31). С. 208-223.
- Стукало Н., Сімахова А. (2018). Глобальні параметри кластеризації соціальної економіки. *Проблеми та перспективи управління*. № 16 (1). С. 36-47. DOI: [http://doi.org/10.21511/ppm.16\(1\).2018.04](http://doi.org/10.21511/ppm.16(1).2018.04)
- Afonso A., Jalles T. (2015). Fiscal sustainability: a panel assessment for advanced economies. *Applied Economics Letters*. Vol. 22 (11). P. 925-929. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2019-20-15>
- Bolívar M., Galera A., Muñoz L., Subires M (2016). Analyzing forces to the financial contribution of local governments to sustainable development. *Sustainability*. Vol. 8 (9). P. 925. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8090925>
- Bradford N., Wolfe D. (2013). Governing regional economic development: innovation challenges and policy learning in Canada. *Cambridge Journal of Regions Economy and Society*. Vol. 6 (2). P. 331-347. DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rst006>
- Buleev I. P., Bryukhovetskaya N. Ye., Korytko T. Yu., Kruk O. N. (2019). Formation of a Regional Development Strategy According to the Level of Investment. *Montenegrin Journal of Economics*. Vol. 15(3), P. 113-124. DOI: <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2019.15-3.8>
- Daly H. E., Cobb J. (1994). For the Common Good: Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future. Beacon Press, Boston, MA. 520 p.
- Dion M., Birchfield V. (2010). Economic development, income inequality, and preferences for redistribution. *International Studies Quarterly*. Vol. 54(2). P. 315-344.
- Gibney J. (2014). Don't lose sight of context: A commentary on mobilising cities and regions. *Regional Studies, Regional Science*. Vol. 1. P. 25-27.
- Hjerm M., Schnabel A. (2012). How much heterogeneity can the welfare state endure? The influence of heterogeneity on attitudes to the welfare state. *Nations and Nationalism*. Vol. 18(2). P. 346-369. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8129.2011.00523.x>
- Kuroyanagi M., Yano J., Nakanishi Y., Komatsu M., Futamura H., Mihira T. (2016). Macroeconomic Stabilisation and Monetary Policy of Four Asian Countries: Japan, Korea, Indonesia, and the Philippines. Targets, Effectiveness and Results. *Economic Analysis series*. Vol. 145. P. 81. DOI: <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.2-10>
- Li F., G. Li, W. Qin, J. Qin, H. Ma (2018). Identifying Economic Growth Convergence Clubs and Their Influencing Factors in China. *Sustainability*. Vol. 10(8). P. 2588. DOI: <http://doi.org/10.3390/su10082588>
- Matthews J., Munday M., Roberts A., Williams A., Christie M., Midmore P. (2003). *An Index of Sustainable Economic Welfare for Wales: 1990-2000*. Cardiff: Cardiff Business School. 73 p.
- Perotti R. (1996). Growth, Income Distribution, and Democracy: What the Data Say.

Journal of Economic Growth. Vol. 1(2), P. 149-187. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF00138861>

- Rocchetta S., Mina A. (2019). Technological coherence and the adaptive resilience of regional economies. *Regional Studies*. Vol. 53(10). P. 1421-1434. DOI: <http://doi.org/10.1080/00343404.2019.1577552>
- Uryszek T. (2015) Sustainable public finance – illusion or reality? Evidence from old EU member states. *Journal of International Studies*. Vol. 8(1). P. 22-30.

References

- Astapova, H. V., Arefieva, O. V., & Matveev, V. V. (2015). *Financial activity and corporate strategy of commercial banks*. Kiev. 128 p. [in Ukrainian]
- Vasilenko, V. (2001). Quality criteria and society's transition to sustainable development. *Standards and quality*, 3, pp. 24-32. [in Ukrainian].
- Garkushenko, O. M. (2021). System-dynamic model for assessing the digitalization impact on sustainable development. *Econ. promisl.*, 1 (93), pp. 20-45. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.01.020> [in Ukrainian]
- Herasymchuk, Z. V., & Vakhovych, I. M. (2002). *Organizational and economic mechanism of formation and implementation of the development strategy of the region*. Lutsk: LITFU. [in Ukrainian]
- Hrysenko, M., Pryiatelchuk, O., & Shvorak, L. (2019). Modeling of state socio-economic systems in the countries of the European region. *Problems and Perspectives in Management*, 17(3), pp. 452-463 [in Ukrainian].
- Danylyshyn, B., & Mykytenko, V. (2016). Determination of the effectiveness of macroeconomic regulation of development of the cascades of the regional socioeconomic systems in re-source restrictions. *Economy. Management. Innovations*, 3(18). Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/eui_2016_3_5 [in Ukrainian].
- Ershova, N. Yu. (2016). Methodological approach for the evaluation of the strategic stability of enterprises on the basis of information platform of strategic management accounting. *Ekonomichnyy analiz*, 23(2), pp. 51-59 [in Ukrainian].
- Kyrychenko, K. I., Samusevych, Y. V., Liulova, L. Y., & Bagmet, K. (2018). Innovations in country's social development level estimation. *Marketing and Management of Innovations*, 2, pp. 113-128 DOI: <https://doi.org/10.21272/mmi.2018.2-10> [in Ukrainian].
- Kotenko, S., Nitsenko, V., Hanzhurenko, I., & Havrysh, V. (2020). The Mathematical Modeling Stages of Combining the Carriage of Goods for Indefinite, Fuzzy and Stochastic Parameters. *International Journal of Integrated Engineering*, 12 (7), pp. 173-180 [in Ukrainian].
- Makarkina, H. V., & Ivchenkova, O. Yu. (2011). Evaluation of the efficiency of the system and non-compliant cardiac outlets in the minds of information non-value. *Business Inform*, 7 (1), pp. 111-114 [in Ukrainian].
- Mishenin, Y., Koblianska, I., Medvid, V., & Maistrenko, Y. (2018). Sustainable regional development policy formation: role of industrial ecology and logistics. *Entrepreneurship and Sustainability*, 6 (1), pp. 329-341 [in Ukrainian].
- Nedosekin, A. O. (2003). Methodological foundations for modeling financial activities using fuzzy-multiple descriptions. SPb. 100 p. [in Russian].
- Spiridonova, S. P. (2010). Life quality indicators and methodologies for their formation. *Questions of modern science and practice*, 10-12 (31), pp. 208-223 [in Ukrainian].
- Stukalo, N., & Simakhova, A. (2018). Global parameters of social economy clustering. *Problems and Perspectives in Management*, 16 (1), pp. 36-47. DOI: [http://doi.org/10.21511ppm.16\(1\).2018.04](http://doi.org/10.21511ppm.16(1).2018.04) [in Ukrainian].
- Afonso, A., & Jalles, T. (2015). Fiscal sustainability: a panel assessment for advanced economies. *Applied Economics Letters*, 22 (11), pp. 925-929. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2019-20-15>
- Bolívar, M. P. R., Galera, A. N., Muñoz, L. A., & Subires, M. D. L. (2016). Analyzing forces to the financial contribution of local governments to sustainable development. *Sustainability*, 8 (9), pp. 925. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8090925>

- Bradford, N., & Wolfe, D. A. (2013). Governing regional economic development: innovation challenges and policy learning in Canada. *Cambridge Journal of Regions Economy and Society*, 6 (2), pp. 331-347. DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rst006>
- Buleev, I. P., Bryukhovetskaya, N. Ye., Korytko, T. Yu., & Kruk, O. N. (2019). Formation of a Regional Development Strategy According to the Level of Investment. *Montenegrin Journal of Economics*, 15 (3), pp. 113-124. DOI: <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2019.15-3.8>
- Daly, H. E., & Cobb, J. (1994). *For the Common Good: Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Beacon Press, Boston, MA.
- Dion, M. L., & Birchfield, V. (2010). Economic development, income inequality, and preferences for redistribution. *International Studies Quarterly*, 54 (2), pp. 315-344.
- Gibney, J. (2014). Don't lose sight of context: A commentary on mobilising cities and regions. *Regional Studies, Regional Science*, 1, pp. 25-27.
- Hjern, M., & Schnabel, A. (2012). How much heterogeneity can the welfare state endure? The influence of heterogeneity on attitudes to the welfare state. *Nations and Nationalism*, 18 (2), pp. 346-369. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8129.2011.00523.x>
- Kuroyanagi, M., Yano, J., Nakanishi, Y., Komatsu, M., Futamura, H., & Mihira, T. (2016). Macroeconomic Stabilisation and Monetary Policy of Four Asian Countries: Japan, Korea, Indonesia, and the Philippines. Targets, Effectiveness and Results. *Economic Analysis series*, 145, pp. 81. DOI: <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.2-10>
- Li, F., Li, Qin W., Qin, J., & Ma, H. (2018). Identifying Economic Growth Convergence Clubs and G. Their Influencing Factors in China. *Sustainability*, 10 (8), pp. 2588. DOI: <http://doi.org/10.3390/su10082588>
- Matthews, J., Munday, M., Roberts, A., Williams, A., Christie, M., & Midmore, P. (2003). An Index of Sustainable Economic Welfare for Wales: 1990-2000. Cardiff: Cardiff Business School.
- Perotti, R. (1996). Growth, Income Distribution, and Democracy: What the Data Say. *Journal of Economic Growth*, 1 (2), pp. 149-187. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF00138861>
- Rocchetta, S., & Mina, A. (2019). Technological coherence and the adaptive resilience of regional economies. *Regional Studies*, 53 (10), pp. 1421-1434. DOI: <http://doi.org/10.1080/00343404.2019.1577552>
- Uryszek, T. (2015). Sustainable public finance – illusion or reality? Evidence from old EU member states. *Journal of International Studies*, 8 (1), pp. 22-30.

Тетяна Юрїївна Коритько,

канд. екон. наук, доцент

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

E-mail: taniakorytko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4251-1971>;

Олена Миколаївна Крук,

канд. екон. наук, доцент

Донбаська державна машинобудівна академія

вул. Академічна, 72, м. Краматорськ, 84313, Україна

E-mail: lk21061496@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5659-6603>

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ НА РІВЕНЬ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

У статті досліджено суть сталого розвитку регіону. Визначено, що його досягнення можливе за умови здійснення трансформацій та змін на підприємствах, в установах, органі-

заціях, які функціонують на території цього регіону. Доведено, що рівень сталого розвитку регіону залежно від інвестиційної активності підприємств ураховує такі простори: економічний, територіальний, адміністративний, демографічний, інституційний, організаційний. Кожен із них можна оцінити з використанням показників, які характеризують особливості розвитку регіону.

Метою статті є розроблення науково-методичного підходу до моделювання впливу інвестиційної активності підприємств на рівень сталого розвитку регіону.

Запропонований підхід до моделювання впливу інвестиційної активності підприємств на сталий розвиток регіону дає змогу: проаналізувати кількісні показники складових елементів, визначити стан і рівень розвитку кожного окремого елемента, що значно підвищує ефективність формування необхідного організаційного забезпечення.

На основі апарату нечіткої логіки розроблено ієрархічну модель оцінювання рівня сталого розвитку регіону з урахуванням інвестиційної активності підприємств, яка дозволяє використовувати експертну інформацію про об'єкт дослідження у вигляді логічних правил; синтезувати кількісні показники в єдиний інтегральний показник структурних елементів системи. Перевагою запропонованого способу є його універсальність використання.

Тестування запропонованої моделі оцінювання впливу інвестиційної активності підприємств на рівень сталого розвитку регіону продемонстровано на прикладі Донецької області. Встановлено, що рівень сталого розвитку регіону на основі інвестиційної активності підприємств Донецької області впродовж 2018-2020 рр. є задовільним. Разом із тим спостерігається погіршення значення показника, що потребує коригування стратегічних орієнтирів розвитку регіону.

Ключові слова: моделювання, регіон, стійкість, інвестиційна активність, підприємство, розвиток.

JEL: C54; E52; O32; R12

Татьяна Юрьевна Корытько,

канд. экон. наук, доцент

Институт экономики промышленности НАН Украины

ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: taniakorytko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4251-1971>;

Елена Николаевна Крук,

канд. экон. наук, доцент

Донбасская государственная машиностроительная академия

ул. Академическая, 72, г. Краматорск, 84313, Украина

E-mail: lk21061496@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5659-6603>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА УРОВЕНЬ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

В статье исследована сущность устойчивого развития региона. Отмечено, что его достижение возможно при условии проведения трансформаций и изменений на предприятиях, в учреждениях, организациях, функционирующих на территории этого региона. Доказано, что уровень устойчивого развития региона в зависимости от инвестиционной активности предприятий учитывает следующие пространства: экономическое, территориальное, административное, демографическое, институциональное, организационное. Каждое из них можно оценить с использованием показателей, характеризующих особенности развития региона.

Целью статьи является разработка научно-методического подхода к моделированию влияния инвестиционной активности предприятий на уровень устойчивого развития региона.

Предложенный подход к моделированию влияния инвестиционной активности предприятий на устойчивое развитие региона позволяет: проанализировать количественные показатели составляющих элементов, определить состояние и уровень развития каждого отдельного элемента, что значительно повышает эффективность формирования необходимого организационного обеспечения.

На основе аппарата нечеткой логики разработана иерархическая модель оценки уровня устойчивого развития региона с учетом инвестиционной активности предприятий, которая позволяет использовать экспертную информацию об объекте исследования в виде логических правил; синтезировать количественные показатели в единый интегральный показатель структурных элементов системы. Преимуществом предлагаемого способа является его универсальность использования.

Тестирование предложенной модели оценки влияния инвестиционной активности предприятий на устойчивое развитие региона продемонстрировано на примере Донецкой области. Установлено, что уровень устойчивого развития региона на основе инвестиционной активности предприятий Донецкой области в течение 2018-2020 гг. является удовлетворительным. Вместе с тем наблюдается ухудшение значения показателя, что требует корректировки стратегических ориентиров развития региона.

Ключевые слова: моделирование, регион, устойчивость, инвестиционная активность, предприятие, развитие.

JEL: C54; E52; O32; R12

Формат цитирования:

Korytko T. Yu., Kruk O. M. (2021). Modelling an impact of enterprises' investment activity on the level of a region's sustainable development using fuzzy logic apparatus. *Економіка промисловості*. № 4 (96). С. 41-55. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.041>

Korytko, T. Yu., & Kruk, O. M. (2021). Modelling an impact of enterprises' investment activity on the level of a region's sustainable development using fuzzy logic apparatus. *Econ. promisl.*, 4 (96), pp. 41-55. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.041>

Надійшла до редакції 01.10.2021 р.

Олена Анатоліївна Воргач,*доктор філософії з економіки, науковий співробітник*

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

E-mail: vorgach.lena@gmail.com<https://orcid.org/0000-0003-3686-4858>

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ПРИБУТКОВЕ ОПОДАТКУВАННЯ У СТИМУЛЮВАННІ РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ

Статтю присвячено обґрунтуванню можливостей стимулювання розвитку людського капіталу з використанням методів індивідуального прибуткового оподаткування в Україні.

На основі концептуальних положень теорії людського капіталу та емпіричних досліджень щодо його впливу на економічне зростання виявлено необхідність постійних інвестицій у людський капітал для поліпшення його якості.

У результаті аналізу теоретичних концепцій і практики прибуткового оподаткування у світі обґрунтовано, що плоска його концепція може бути успішно використана для стимулювання розвитку людського капіталу. Проте аналіз систем прибуткового оподаткування зарубіжних країн показав, що більш дієвими є окремі інструменти податку на доходи фізичних осіб, зокрема податкові пільги на освіту. Особливо це властиво для країн, які розвиваються.

При оцінюванні інвестицій у людський капітал в Україні встановлено, що частка зайнятого населення з високою кваліфікацією зростає на тлі зменшення реальних витрат на вищу освіту. Проте в зарубіжних країнах виявлено іншу економічно коректну залежність – рівень кваліфікації зростає при збільшенні реальних витрат на її здобуття. Аналіз реальних державних витрат України на одного студента та загалом по країні теж показав їх зниження. Це свідчить про наявність в Україні проблем із фінансуванням вищої освіти.

За допомогою методів економіко-математичного моделювання шляхом побудови та параметризації низки функцій обґрунтовано вплив інвестицій в освіту людей на збільшення обсягу висококваліфікованої праці, що приводить до зростання обсягу ВВП.

Розроблено науково-методичний підхід, заснований на алгоритмі, який урахує вплив чинника висококваліфікованої праці (з урахуванням витрат на здобуття кваліфікації) на обсяг ВВП. Цей підхід дозволив оцінити ефективність витрат на податкові пільги та доцільність їх використання для стимулювання інвестицій у вищу освіту в Україні.

Виконано оцінку економічних наслідків стимулювання розвитку людського капіталу шляхом упровадження податкових пільг в Україні. Визначено, що при збільшенні державою видатків на вищу освіту за рахунок надання пільг спостерігається зростання частки зайнятих із високою кваліфікацією, що шляхом збільшення обсягів праці призводить до зростання ВВП. Але при цьому виявлено, що видатки на податкові пільги відшкодовуються лише в умовах такого сценарію розвитку подій, за якого інвестиції в основні фонди збільшуються та становлять не менше 25% ВВП.

Ключові слова: податок на доходи фізичних осіб, податкові пільги, STEM-персонал, Індустрія 4.0, вища освіта, витрати на вищу освіту, інвестиції в людський капітал.

JEL: H24, H52, I25, I26, O15

Важливим напрямом розвитку світової економіки після глобальної фінансової

кризи стала заснована на знаннях та інноваціях Індустрія 4.0 (смарт-промисловість).

© О. А. Воргач, 2021

Вона потребує вищого рівня кваліфікації STEM¹-персоналу, здатного працювати з новими технологіями та постійно навчатися у процесі їх розвитку.

Зміна вимог до персоналу, таких як наявність якісної вищої освіти, цифрових навичок, уміння використовувати методи штучного інтелекту тощо, на сучасному ринку праці потребує створення системи безперервного навчання. Для її реалізації важливе значення має співпраця між персоналом, бізнесом та державою щодо організації освіти впродовж життя та її фінансування.

Необхідність нарощування інвестицій у людський капітал посилилася також у зв'язку з економічною кризою, спричинено пандемією COVID-19, яка призвела до скорочення кількості осіб працездатного віку та обмеження доступу до освіти, завдавши значного удару по людському капіталу в усьому світі (The World Bank, 2020a, с. 47).

Розширення доступу до вищої освіти та розвитку цифрових навичок передбачає застосування нових підходів до стимулювання розвитку людського капіталу в рамках концепції освіти впродовж життя. Зокрема, одним із дієвих інструментів вирішення цього завдання може стати податок на доходи фізичних осіб (ПДФО).

Це питання є актуальним і для України, оскільки розвиток цифрової національної промисловості загалом та висококваліфікованого персоналу зокрема, що відповідає її вимогам, включено до векторів Національної економічної стратегії 2030. Однак механізму стимулювання розвитку людського капіталу ними поки не передбачено.

Питання теорії людського капіталу, інвестицій у його розвиток та їх впливу на економічне зростання країни досліджують вітчизняні вчені: В. Антонюк (Антонюк, Шамілева, 2017), І. Булеєв (Булеєв, Брюховецкий, Иваненко, 2017), О. Новікова (Новікова, Амоша, Шамілева та ін., 2020),

¹ STEM від англ. Science, Technology, Engineering and Mathematics – наука, технологія, інженерія, математика.

Ю. Харазішвілі (Харазішвілі, 2019), Л. Шаульська (Шаульська, 2018), а також зарубіжні: Т. Шульц (Schulz, 1972), Г. Беккер (Becker, 1964), Л. Туроу (Thurrow, 1970), П. Ромер (Romer, 1990), О. Нордхауг (Nordhaug, 1993) та ін. Велике значення мають емпіричні дослідження щодо впливу людського капіталу на промисловість та економічне зростання, здійснені Е. Пелінеску (Pelinescu, 2015), А. Тейшейрою (Teixeira, Queiroso, 2016), М. Радулеску, А. Федаєвим (Radulescu, Fedajev, Sinisi, Popescu, Iacob, 2018) та ін. У контексті становлення Індустрії 4.0 в Україні людський капітал розглянуто в роботах таких вітчизняних науковців: В. Антонюк (Антонюк, 2019), В. Вишневський (Вишневський, Вієцька, Гаркушенко, Князев, Лях, 2018), С. Князев (Вишневський, Князев, 2017), О. Панькова (Панькова, Іщенко, Касперович, 2020), В. Чекіна (Чекіна, 2017).

Широко відомими є роботи зарубіжних авторів, присвячені теоретичним основам індивідуального прибуткового оподаткування доходів фізичних осіб (Дж. Альм (Alm, 2018), Р. Берд (Bird, Zolt, 2011), Б. Гензер (Genser, 2007), Х. Зі (Zee, 2005), П. Соренсен (Sørensen, 2010), Дж. Стігліц (Stiglitz, 1997), Р. Хол і А. Рабушка (Hall, Rabushka, 2007), Г. Шанц (Schanz, 1896)). Заслужують на увагу дослідження щодо стимулювання розвитку людського капіталу інструментами податку на доходи фізичних осіб (С. Дінарські (Dynarski, Scott-Clayton, 2016), Д. Крюгер (Krueger, Ludwig, 2013), І. Мановський (Manovskii, 2002), Х. Розен (Rosen, 1992), Д. Фостер (Foster, 2002)).

В Україні питання теорії оподаткування доходів фізичних осіб розглянуто в роботах В. Вишневського (Вишневський, Веткин, Вишневская та ін., 2006), Ю. Іванова (Іванов, 2006), А. Крисоватого (Крисоватий, Луцик, 2016), В. Пономаренко (Іванов, Пономаренко, 2007), К. Швабія (Швабій, 2009) та ін.

Проте вітчизняні вчені оподаткування доходів фізичних осіб здебільшого до-

сліджують з позиції виконання ним фінансової та соціальної функцій. Але в умовах становлення смарт-промисловості на перший план має виходити стимулююча функція цього податку стосовно розвитку людського капіталу. А роботи зарубіжних учених не враховують інституційної та соціально-економічної специфіки економіки України, особливостей підготовки і перепідготовки персоналу для потреб розвитку національної індустрії.

Метою статті є обґрунтування нових можливостей стимулювання розвитку людського капіталу з використанням методів індивідуального прибуткового оподаткування в Україні.

Теоретичні основи податкового стимулювання розвитку людського капіталу

Технологічні інновації приводять до кардинальних якісних змін у виробництві та формують нову смарт-промисловість, де людина стає частиною автоматизованого виробництва. При цьому посилюється потреба у кваліфікованій та інтелектуальній праці. Тому саме в тандемі з висококваліфікованим персоналом, який постійно оволодіватиме спеціальними навичками, упровадження цифрових технологій прискорюватиме розвиток смарт-промисловості та сприятиме економічному зростанню. У зв'язку з цим у часи технологічних змін збільшення інвестицій у людський капітал стає необхідною умовою для розвитку сучасної економіки.

Продуктивні здібності людини як складову національного багатства вперше було виокремлено ще У. Петті (Петті, 1940), А. Смітом (Смит, 1962) і Д. Рікардо (Рікардо, 1955). Але тільки у ХХ ст. знання та навички людини були визначені вченими-економістами (Schulz, 1972; Becker, 1964) як капітал та поставлені на один рівень із фізичним капіталом. Тоді в економічній теорії стали розглядати освіту як один з основних чинників економічного зростання, а інвестиції в освіту – як необ-

хідний захід, що дозволяє поліпшувати якість підготовки персоналу. Їх доробки стали основою формування неокласичної концепції людського капіталу.

Сучасні економісти (Pelinescu, 2015; Teixeira, Queirosb, 2016; Radulescu, Fedajev, Sinisi, Popescu, Iacob, 2018) мають на меті перевірити на практиці вплив інвестицій у людський капітал на економічне зростання. При цьому вони враховують особливості окремих країн: рівень технологічного розвитку, особливості національного менталітету та культури, якість людського капіталу, інституційне середовище та ін. (Чекіна, Воргач, 2020, с. 98). Загалом ці дослідження підтверджують, що рівень освіти людей у взаємодії із сучасними виробничими технологіями позитивно впливає на економічне зростання в країні.

Учені обґрунтовують важливу роль STEM-персоналу в розвитку смарт-промисловості. Вони відзначають суттєвий дефіцит такого персоналу у світі, особливо в тих країнах, які вже впроваджують проривні технології у своє виробництво (Чекіна, Воргач, 2020, с. 97-98). Виходячи з цього уряд розвинутих країн і більшості країн, що розвиваються, стурбований проблемою швидкого нарощування висококваліфікованого персоналу, здатного працювати з новими технологіями. Аналітичні дослідження містять питання щодо різних методів стимулювання інвестицій у людський капітал, серед яких також індивідуальне прибуткове оподаткування, але конкретних інструментів вони не вказано (Чекіна, Воргач, 2019, с. 53).

Проте є наукові доробки, де зарубіжними вченими (Dynarski, Scott-Clayton, 2016; Krueger, Ludwig, 2013; Manovskii, 2002; Rosen, 1992; Foster, 2002) досліджено вплив різних інструментів індивідуального прибуткового оподаткування на стимули до інвестування в освіту. Більшість із них одностайні в тому, що конкретний інструмент цього податку (у випадку його позитивного впливу на інвестиції) не надасть потрібного ефекту без взає-

модії з особливостями системи прибуткового оподаткування.

Виходячи з цього досліджено світові теоретичні концепції прибуткового оподаткування фізичних осіб, які містяться в науковій літературі (Alm, 2018; Bird, Zolt, 2011; Genser, 2007; Zee, 2005; Sørensen, 2010; Стиглиц, 1997; Hall, Rabushka, 2007; Schanz, 1896), з позиції пошуку податкових методів, що стимулюють формування людського капіталу та розвиток сучасної промисловості. Основними є три концепції прибуткового оподаткування: всеосяжна (comprehensive income taxation), двоїста (dual income taxation) та плоска (flat income taxation). Концепції відрізняються комбінацією бази, ставки та пільг, які в процесі трансформації економік країн постійно зазнавали змін. Тому проаналізовано їх переваги та недоліки з огляду на сучасні потреби економіки. У результаті аналізу встановлено, що більш сумісною з потребами Індустрії 4.0 є плоска концепція. Вона має широку податкову базу, низьку плоску ставку, передбачає пільги для категорій із низькими доходами та звільнення від оподаткування інвестиційних доходів фізичних осіб (Чекіна, Воргач, 2019, с. 54-57).

Слід відзначити, що плоска концепція може сприяти стимулюванню інвестицій в освіту за рахунок застосування пільг та преференцій щодо ПДФО. Також вона не створюватиме надмірного податкового навантаження на доходи від праці платників податку за рахунок широкої бази та плоскої ставки. На розвиток національної смарт-промисловості вона може впливати через звільнення від оподаткування доходів фізичних осіб від капіталу, що дозволяє уникати подвійного оподаткування доходів платників та залучати додаткові інвестиції у виробництво. Отже, плоска концепція може служити методом індивідуального прибуткового оподаткування для стимулювання розвитку людського капіталу. Проте підтвердження цього висновку потребує дослідження податкових систем зарубіжних країн.

Аналіз концепцій індивідуального прибуткового оподаткування зарубіжних країн та України з позиції стимулювання розвитку людського капіталу

Для аналізу зарубіжного досвіду щодо застосування індивідуального прибуткового оподаткування для стимулювання розвитку людського капіталу відібрано ті країни, які реалізують різні концепції індивідуального прибуткового оподаткування. Це країни з високими індексами у рейтингах конкурентоспроможності, які визначають їх технологічний розвиток, рівень вищої освіти населення (включно STEM-освіти), конкурентоспроможність системи ПДФО (Чекіна, Воргач, 2019, с. 57-59). Завдання полягає в тому, щоб порівняти, як в умовах кожної концепції країни стимулюють здобуття освіти за допомогою податкових пільг і державних програм, а також STEM-освіти в рамках загальних пільг на освіту.

Встановлено, що в країнах із розвинутою економікою, які мають високі показники технологічного розвитку та рівень вищої освіти в рейтингах, стимулювання розвитку висококваліфікованого персоналу відбувається здебільшого за рахунок державних програм, пільг із ПДФО та співпраці держави і бізнесу щодо розвитку людського капіталу. Найбільш поширеними серед пільг та преференцій із ПДФО є такі: податковий кредит – дозволяє зменшити податкове зобов'язання на суму витрат на навчання (застосовується в Канаді та США); податкова знижка – дозволяє не враховувати до податкової бази витрати на навчання (Естонія, США та КНР); звільнення від оподаткування державних та недержавних стипендій (Естонія, Канада, США, Фінляндія та КНР); звільнення від податку доходів за дослідницькими грантами (Естонія, Канада, США, Фінляндія та КНР) (Чекіна, Воргач, 2019, с. 67). Останнім часом більшість країн стали застосовувати податкові пільги також на STEM-освіту.

Аналіз системи індивідуального прибуткового оподаткування фізичних осіб України свідчить, що її засновано на плоскій концепції. Більшість країн, у тому числі Україна, впроваджують її частково. Тому інвестиційні доходи фізичних осіб (дивіденди, приріст капіталу) в Україні оподатковуються (ставки 5% та 9%), на відміну від теоретичної концепції. Доходи від праці оподатковуються за невисокою ставкою (18%), що не створює надмірного податкового навантаження на платників податку. В Україні для всіх платників податку передбачена податкова знижка, що розповсюджується на всі рівні освіти та дозволяє повернути 18% витрат на навчання. Як преференція звільняються від податку стипендії (державні та недержавні) в межах законодавчо встановленого мінімуму, частково витрати роботодавця на підвищення кваліфікації працівника (Чекіна, Воргач, 2019, с. 68). Податкових пільг на STEM-освіту в Україні поки не передбачено, незважаючи на те що деякі законодавчі заходи у напрямі STEM вже здійснені (Чекіна, Воргач, 2019, с. 69-70).

У результаті аналізу податкових систем країн встановлено, що більш розвинуті країни схильні інвестувати в науку, вищу освіту та розвиток державно-приватного партнерства, тобто націлені на пряме фінансування. Слабо розвинуті країни, навпаки, частіше практикують непряме фінансування освіти через пільги та преференції з ПДФО.

Отже, плоска концепція як метод індивідуального прибуткового оподаткування для стимулювання розвитку людського капіталу може бути запропонована для України, оскільки її система має ознаки цієї концепції. Проте повне її введення, яке передбачає також звільнення від оподаткування доходів фізичних осіб від капіталу, поки що неможливе, оскільки урядом щороку відкладається запропоноване у 2016 р. введення податку на виведений капітал. У зв'язку з цим для України важливим кроком у збільшенні інвестицій у вищу освіту

та підвищення кваліфікації населення може стати тимчасове впровадження пільг із ПДФО у вигляді податкової знижки або податкового кредиту (за вибором), які дозволять людям повертати повну суму витрат на навчання (Чекіна, Воргач, 2019, с. 70-71). Оскільки їх упровадження потребуватиме значних державних витрат, спочатку проаналізовано ситуацію в Україні з висококваліфікованим персоналом та виконано оцінку інвестицій у людський капітал. Після цього за допомогою методів економіко-математичного моделювання оцінено вплив витрат на надання податкових пільг на стимулювання розвитку людського капіталу і на економічне зростання.

Науково-аналітичне обґрунтування стимулювання розвитку людського капіталу

Аналіз та оцінка інвестицій у людський капітал в Україні

Людський капітал є продуктивним чинником виробництва та відіграє важливу роль у забезпеченні економічного зростання в країні. З огляду на це освіта, як основна складова людського капіталу, виходить на перший план. А в умовах високотехнологічного розвитку особливого значення набуває вища освіта, тому що виникає потреба у вищому рівні розвитку людського капіталу. Оскільки урядом України у довгостроковій перспективі визначено вектори розвитку, орієнтовані на розвиток Індустрії 4.0 та формування STEM-персоналу, виникає необхідність проаналізувати й оцінити ситуацію з висококваліфікованим персоналом та інвестиціями у вищу освіту в Україні.

Аналіз показників зайнятості України за рівнем кваліфікації протягом 2005-2019 рр. (без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей) (Державна служба статистики України, 2020а) свідчить, що поступове зниження кількості зайнятого населення спостерігається впродовж усього періоду. Проте найбільше зниження від-

булося з боку кваліфікованих і низькокваліфікованих зайнятих після фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр. та з 2014 р. (початок збройного конфлікту на сході України), що може бути пов'язано з міграційними процесами. При цьому чисельність висококваліфікованого населення повільно зростає (Чекіна, Воргач, 2020, с. 100-102). Станом на 2018 р. частка населення з високою кваліфікацією в Україні становить 35,1%.

На основі розрахованих базисних і ланцюгових індексів (Чекіна, Воргач, 2020, с. 101), які показують динаміку зайнятого населення загалом і в розрізі кваліфікаційних рівнів, а також загальної кількості зайнятого населення досліджено темпи зростання чисельності висококваліфікованого зайнятого населення в умовах скорочення загальної кількості зайнятих та виходу на пенсію людей старшого віку, які мали нижчу освіту (рис. 1).

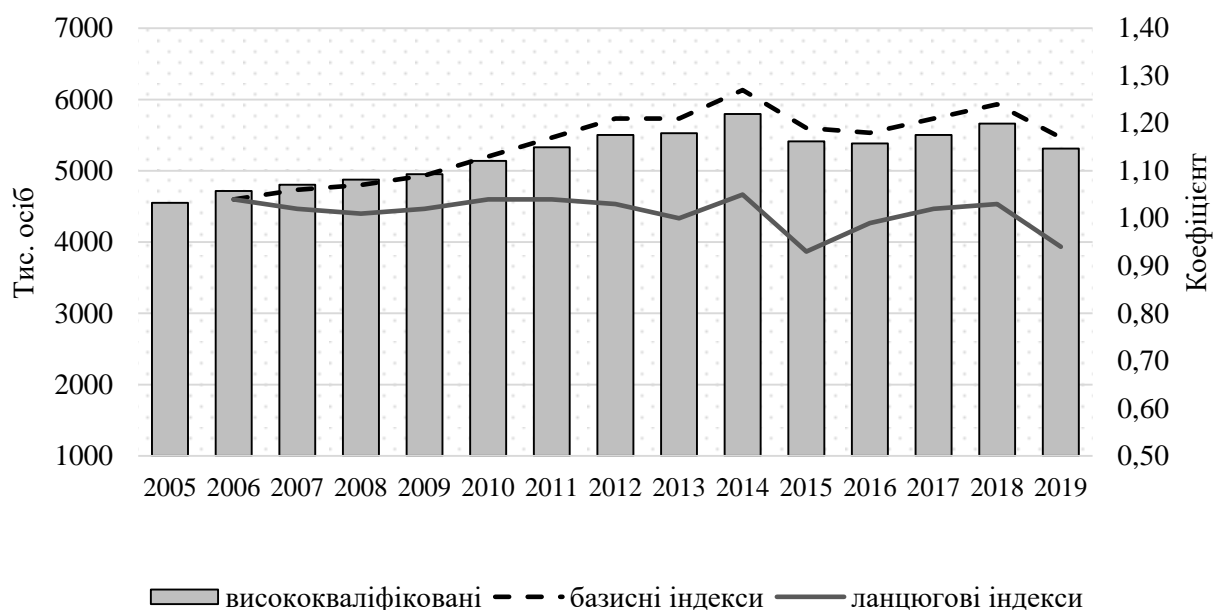


Рисунок 1 – Темпи зростання чисельності висококваліфікованого зайнятого населення України за 2005-2019 рр.

Джерело: побудовано за даними (Державна служба статистики України, 2020а).

Отже, на тлі поступового загального підвищення кількості висококваліфікованих спостерігається зниження (у 2013, 2015 та 2019 рр.) темпів зростання висококваліфікованого зайнятого населення в умовах скорочення загальної кількості зайнятих, у тому числі у зв'язку з виходом на пенсію.

Проаналізовано стан державних і недержавних витрат на вищу освіту в Україні за 2007-2018 рр. (Державна служба статистики України, 2020б). Для порівняння даних у реальному вираженні їх приведено до цін 2010 р. (без урахування тимчасово окупованих територій). Так, в Україні від-

значається поступове зменшення загальних витрат на вищу освіту протягом усього періоду, а найбільше – з 2011 р. У розрізі державних і недержавних витрат також спостерігається зниження: з 2014 та з 2016 р. відповідно (Чекіна, Воргач, 2020, с. 103-104).

За цими даними розраховано частку реальних державних і недержавних витрат на вищу освіту в загальному обсязі витрат на неї та проаналізовано співвідношення фінансування освіти державою та приватними особами у 2007-2018 рр. (рис. 2).



Рисунок 2 – Співвідношення частки реальних державних і недержавних витрат на вищу освіту в Україні за 2007-2018 рр., %

Джерело: побудовано за результатами виконаного оцінювання.

Незважаючи на те що державне фінансування доволі значно скоротилося в досліджуваному періоді (див. рис. 2), його частка у складі загальних витрат на освіту є значною порівняно з часткою недержавного. У зв'язку з цим слід звернути увагу на необхідність стимулювання державою приватного фінансування вищої освіти за допомогою пільг.

При оцінюванні інвестицій у вищу освіту в Україні виявлено зворотну залежність рівня кваліфікації населення від витрат на її здобуття. Для цього використано частку зайнятого населення з високою кваліфікацією та реальні загальні витрати на освіту. Отже, в Україні на тлі скорочення витрат на вищу освіту (у реальному вираженні) продовжує інерційно зростати частка висококваліфікованого зайнятого населення. Це суперечить концептуальним положенням економічної теорії (Чекіна, Воргач, 2020, с. 104-105).

У результаті аналізу реальних (за паритетом купівельної спроможності) державних витрат на вищу освіту в Україні за даними Світового банку (The World Bank, 2020b) також виявлено їх зниження почи-

наючи з 2011 р. (Чекіна, Воргач, 2020, с. 105).

Проаналізовано державні витрати на вищу освіту в розрахунку на одного студента в Україні за даними Світового банку (The World Bank, 2020b), які представлені у постійних цінах 2010 р. у доларах США з урахуванням паритету купівельної спроможності (рис. 3).

Отже, незважаючи на поступове зростання реальних державних витрат на вищу освіту на одного студента в Україні, з 2014 р. також спостерігається їх зниження.

Для обґрунтування того, що зворотна залежність частки висококваліфікованого зайнятого населення від реальних витрат на вищу не може бути нормою, здійснено оцінку інвестицій у вищу освіту зарубіжних країн (країн-членів ЄС). Одержані результати свідчать, що частка населення з високою кваліфікацією зростає при збільшенні загальних витрат на вищу освіту. Так, при аналізі зарубіжних країн спостерігається економічно коректна лінійна залежність, що відповідає положенням економічної теорії (Чекіна, Воргач, 2020, с. 108-114).

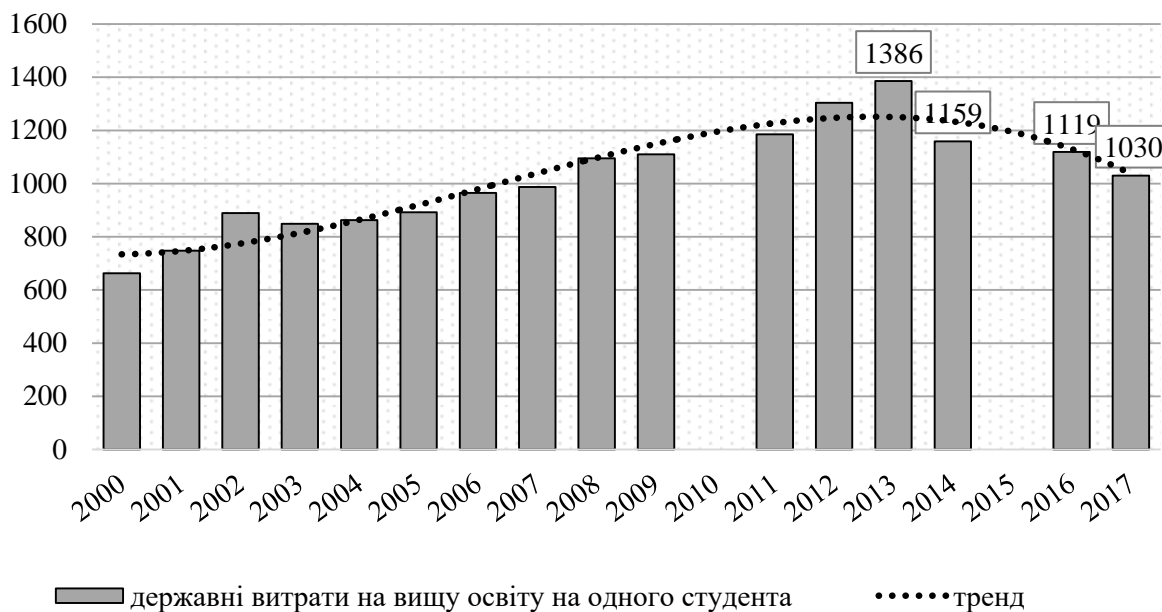


Рисунок 3 – Державні витрати на вищу освіту на одного студента в цінах 2010 р., дол. США з урахуванням ПКС в Україні за 2000-2017 рр.
Джерело: (The World Bank, 2020b).

Отже, зниження як державних, так і приватних витрат на освіту на тлі одночасного зростання частки населення з високою кваліфікацією виявлено лише в Україні. Як показав аналіз законодавства (Чекіна, Воргач, 2020, с. 106-107), скорочення реальних державних витрат на вищу освіту є наслідком не тільки соціально-політичної ситуації в Україні, а частково державної реформи, яка припускає подальше зниження цих витрат. Разом із державними простежується стабільне зниження реальних недержавних витрат на вищу освіту останнім часом. При подальшому їх зниженні наслідки для економіки України можуть бути негативними в довгостроковій перспективі.

Якщо уряд України має на меті прискорений розвиток Індустрії 4.0 та формування STEM-персоналу, то важливо переглянути ставлення до державного фінансування вищої освіти та стимулювання розвитку приватного фінансування, поки не відбулися незворотні зміни в якості людського капіталу. Зниження частки населення з вищою освітою спостерігається вже з 2019 р. – 32,5 % (у 2018 р. – 35,1%).

Моделювання впливу інвестицій у людський капітал на ВВП України

Стимулом для інвестицій людей у власну вищу освіту виступає такий інструмент індивідуального прибуткового оподаткування, як пільги. Надані податкові пільги поступово повертаються до бюджету у вигляді податків із заробітної плати висококваліфікованих фахівців, але на етапі впровадження вони є значними витратами для держави. У зв'язку з цим досліджено вплив цих витрат на частку висококваліфікованого населення, збільшення якої впливатиме на продуктивність праці та економічне зростання в країні. Також побудовано прогноз розвитку економіки України, на основі якого виконано оцінку економічних наслідків від застосування податкових пільг та оцінку окупності витрат держави на них.

Для розрахунків обрано виробничу функцію Кобба-Дугласа (Cobb, Douglas, 1928, с. 155], оскільки вона є простою у використанні та характеризується динамічністю, що дозволяє визначати зміни в економіці в часі, та не лінійністю, що дозволяє отримати наближені до реальної економіки

дані (Гуменюк, с. 158). Виробничу функцію модифіковано шляхом введення додаткової змінної, яка представлена значенням індексу долара США на кінець року. Його введення обумовлене тим, що економіка України є малою відкритою та її розвиток істотно залежить від курсів основних світових валют. Як базову використано таку багатofакторну мультиплікативну модель:

$$Y_i = A L_i^\alpha K_i^\beta I_i^\gamma, \quad (1)$$

де Y_i – обсяг ВВП; A – масштабний коефіцієнт; L_i – реальна заробітна плата; K_i – валове нагромадження капіталу; I_i – індекс долара; α, β, γ – коефіцієнти еластичності чинників.

Параметризацію моделі здійснено за період 2000-2019 рр. на основі даних статистики Світового банку (The World Bank, 2020b) за показниками обсягу ВВП та валового нагромадження капіталу, Державної служби статистики України (Державна служба статистики України, 2020с) за показником обсягу реальної заробітної плати, сайту Stooq.com (Historical data, 2020) за показником індексу долара. Для отримання даних у реальному обчисленні статистичні дані перераховано в постійні ціни 2010 р. у доларах США. При застосуванні методу найменших квадратів (МНК) одержано таку модель:

$$Y_i = 273,15 L_i^{0,49} K_i^{0,08} I_i^{-0,17}. \quad (2)$$

Функція показує спадну віддачу від розширення масштабів виробництва $(\alpha + \beta + \gamma) = 0,40 < 1$. Оскільки коефіцієнт еластичності капіталу є низьким, зростання ВВП України є капіталозберігаючим у періоді. Проте високий коефіцієнт α показує, що найбільшою мірою на обсяг ВВП впливає чинник праці. Від'ємний коефіцієнт еластичності чинника індексу долара демонструє негативний вплив на ВВП. Підвищення цього показника негативно позначається на економіках країн, які спеціалізуються на сировинному експорті.

Виробнича функція є статистично значущою за критерієм Фішера. Отриманий коефіцієнт детермінації, що дорівнює 0,94, підтверджує сильну залежність ВВП від його чинників. Відносна помилка апро-

ксимації 2,8% свідчить про точність моделі.

Здійснено порівняння розрахованого за моделлю (2) прогнозного обсягу ВВП з двома видами прогнозу ВВП України від МВФ (IMF) до 2025 р. (World Economic Outlook Database, 2019; World Economic Outlook Database, 2020), що складені до кризи внаслідок пандемії COVID-19 та під час кризи. Обсяги розрахованого ВВП мають незначні відхилення від прогнозних значень МВФ (World Economic Outlook Database, 2019) (до COVID-19), при цьому відносна помилка апроксимації становить 1,13%. Співставлення його обсягів з ВВП, спрогнозованим МВФ (World Economic Outlook Database, 2020) під час COVID-19, показало більші відхилення з відносною помилкою апроксимації 2,8%.

Вплив висококваліфікованої праці на зростання обсягу ВВП в Україні обґрунтовано шляхом побудови та параметризації низки функцій.

Для визначення впливу рівня кваліфікації на заробітну плату побудовано модель

$$L_i = x Q_i^\alpha S_i^\beta, \quad (3)$$

де L_i – реальна заробітна плата; x – масштабний коефіцієнт; Q_i – питома вага висококваліфікованих у загальній масі зайнятих; S_i – офіційний курс долара США до гривні; α, β – коефіцієнти еластичності.

При параметризації функції (3) використано дані офіційного курсу долара США до гривні на сайті Net.dn.ua (Архив, 2019) та питомої ваги висококваліфікованого зайнятого населення, яка розрахована за даними Державної служби статистики України (Державна служба статистики України, 2020а). Для параметризації обрано період 2005-2019 рр., виходячи з наявності даних за всіма показниками. Розрахунок за МНК дозволив отримати функцію такого вигляду:

$$L_i = 439225,38 Q_i^{1,33} S_i^{-0,18}. \quad (4)$$

При $(\alpha + \beta) = 1,15 > 1$ функція характеризується зростаючою віддачею. Її коефіцієнти еластичності мають протилежний вплив на обсяг праці в Україні. При чинни-

ку питомої ваги висококваліфікованого зайнятого населення коефіцієнт еластичності є високим і додатним (1,33), а при чиннику курсу долара США навпаки – низьким і від’ємним (-0,18). Отже, одержано економічно обґрунтований результат: підвищення кваліфікації зайнятого населення підвищує продуктивність праці, що приводить до збільшення обсягу заробітної плати, а зростання курсу долару США – до його зниження.

Результати ж якісної оцінки економетричної моделі викликають недовіру до неї та ускладнюють її інтерпретацію. Так, модель є статистично значущою за критерієм Фішера, але $F_{\text{розр}}$ незначно перевищує $F_{\text{табл}}$. Низький коефіцієнт детермінації, що дорівнює 0,56, ставить під сумнів взаємозв’язок чинників із результатом. Відносна помилка апроксимації становить 4,53%.

Проте не можна виключати наявність в Україні впливу високої кваліфікації на обсяг праці, оскільки на досліджуваний період припадають кризові роки. По-перше, це роки Світової економічної кризи (2008-2009 рр.), які мають викривляючий вплив на отримані результати. По-друге, роки початку збройного конфлікту на сході України. Незважаючи на те що вони виключені з розрахунків, їх негативний вплив спостерігається в наступних роках. До того ж кризові роки супроводжуються «провалами» реальної заробітної плати в результаті збільшення чисельності безробітного населення (Державна служба статистики України, 2020d) та падіння гривні через зростання курсу долара (Архив, 2019).

З метою простеження цього зв’язку побудовано аналогічні функції для Польщі та Естонії, у даних яких відсутні «провали» заробітної плати. Отримані результати показали, що чинник високої кваліфікації позитивно впливає на реальну заробітну плату та значно збільшує її обсяг. При цьому коефіцієнти детермінації (0,88 та 0,96) функцій є близькими до 1. Отже, прийнято рішення у подальших розрахунках для визначення впливу високої кваліфікації на ВВП України використовувати модель (3).

Для визначення залежності рівня кваліфікації зайнятого населення від ви-

трат на вищу освіту, підвищення кваліфікації та перекваліфікацію побудовано таку однофакторну функцію:

$$Q_i = xP_i^{\alpha}, \quad (5)$$

де x – масштабний коефіцієнт; P_i – загальні витрати на вищу освіту та підвищення кваліфікації в цінах 2010 р.; α – коефіцієнт еластичності.

Для параметризації функції (5) використано дані України за загальними (державними та недержавними) витратами на вищу освіту (Державна служба статистики України, 2020b) та підвищення кваліфікації (Державна служба статистики України, 2020a) за 2007-2018 рр. Статистичні дані перераховано в постійні ціни 2010 р. та переведено в долари США за офіційним курсом 2010 р. (Архив, 2019). У результаті застосування МНК одержано вираз

$$Q_i = 9,18P_i^{-0,42}. \quad (6)$$

Коефіцієнт еластичності чинника витрат на вищу освіту має від’ємне значення, тобто він негативно впливає на питому вагу висококваліфікованого зайнятого населення в Україні. Так, спостерігається економічно некоректний зв’язок між чинником і результатом, не властивий для однофакторної функції. Тобто при зменшенні витрат на освіту результати зростають – питома вага кваліфікованих зайнятих.

Модель (6) є значущою за критерієм Фішера та має високий коефіцієнт детермінації функції – 0,87. Відносна помилка апроксимації складає 3,56%, що свідчить про точність моделі.

Згідно з теоретичними положеннями (Schulz, 1961; Becker, 1975) інвестиції в освіту приводять до зростання рівня кваліфікації населення. Оскільки в Україні спостерігається протилежна ситуація, досліджено вплив витрат на вищу освіту на збільшення частки висококваліфікованого населення на прикладі Польщі та Естонії. При побудові моделей для цих країн виявлено економічно коректну залежність ($R^2 = 0,88$ и $R^2 = 0,75$), тобто збільшення частки кваліфікованого населення при збільшенні витрат на їх освіту.

Отже, парадоксальну залежність виявлено тільки в Україні. Причиною цього

може бути як скорочення фінансування вищої освіти або наявність «тіньової» оплати праці працівників освітньої сфери, так і викривлення у статистичних оцінках рівнів кваліфікації населення (Чекіна, Воргач, 2020, с. 105).

Для визначення в Україні впливу саме високої кваліфікації на заробітну плату у функції (3) значення Q замінено на H . При параметризації використано дані за 2007-2018 рр. За допомогою МНК одержано нову модель:

$$L_i = 597750,63H_i^{1,35}S_i^{-0,32}, \quad (7)$$

де H_i – розрахункова питома вага висококваліфікованих у загальній масі зайнятих з урахуванням витрат на вищу освіту.

Слід відзначити, що в отриманій моделі, яка враховує витрати на вищу освіту, висока кваліфікація має більший вплив на обсяг реальної заробітної плати. Про це свідчить більш високий (1,35) коефіцієнт еластичності чинника H , ніж у функції (4), яка не враховує витрати на вищу освіту.

Оцінка моделі за критерієм Фішера підтверджує її статистичну значущість, як і в моделі (4), з невеликим перевищенням $F_{\text{розра.}}$. Коефіцієнт детермінації є також низьким і дорівнює 0,47. На результати якісної оцінки цієї моделі разом із «провалами» зарплати в досліджуваному періоді також вплинуло зниження в Україні розрахункових значень H в окремі роки через зменшення витрат на вищу освіту.

Для визначення впливу висококваліфікованої праці на обсяг ВВП України у функції (1) L замінено на отримане за допомогою моделі (7) значення $L_{\text{розра.}}$, яке далі позначено як T та враховує витрати на вищу освіту. При параметризації використано дані за 2005-2019 рр. Застосування МНК дозволило одержати нову модель:

$$Y_i = 4106,03T_i^{0,27}K_i^{0,05}I_i^{-0,30}, \quad (8)$$

де T_i – реальна заробітна плата з урахуванням високої кваліфікації зайнятих (включає витрати на її отримання).

Виробнича функція (8) для економіки України, порівняно з функцією (1), має

більш спадну віддачу від розширення масштабів виробництва – $(\alpha+\beta+\gamma) = 0,02 < 1$. У цій моделі чинники праці та капіталу мають менший вплив на ВВП, але більший негативний вплив індексу долара. Отже, висококваліфікована праця в Україні меншою мірою впливає на обсяг ВВП в умовах зниження поточних витрат країни на здобуття високої кваліфікації зайнятим населенням.

Функція (8) є статистично значущою за критерієм Фішера. Зв'язок між ВВП і чинниками підтверджує коефіцієнт детермінації, що дорівнює 0,71. Точність моделі підтверджує відносна помилка апроксимації 3,0%.

Розроблений науково-методичний підхід запропоновано для розрахунку прогнозу очікуваного обсягу ВВП України на основі моделі (8) для економіки України, яка підтверджує вплив на чинник висококваліфікованої праці (з урахуванням впливу витрат на здобуття високої кваліфікації) на економічне зростання.

Прогноз та оцінка економічних наслідків стимулювання розвитку людського капіталу з використанням методів прибуткового оподаткування в Україні

Для прогнозування обсягу податкових пільг на здобуття вищої освіти, що стимулюватимуть розвиток людського капіталу в країні, їх значення розраховано за допомогою трендового аналізу на основі даних реальних приватних витрат на вищу та післядипломну освіту в Україні за минулий період (2007-2018 рр.) (Державна служба статистики України, 2020b). Передбачається, що для надання пільг держава бере позику у вигляді ОВДП з урахуванням відсотків (4%), які були враховані при розрахунку витрат на податкові пільги. Для визначення поточної вартості майбутніх інвестицій у пільги здійснено їх дисконтування за формулою (9), що дозволило оцінити зміну вартості інвестицій держави в часі.

$$PV_i = \frac{FV_i}{(1+i)^n}, \quad (9)$$

де PV – поточна вартість грошового потоку; FV – майбутня вартість грошового по-

току; i – ставка дисконтування; n – майбутній момент часу.

Дані розрахунків прогнозних значень витрат на пільги на 2020-2030 рр. наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахунок прогнозу витрат на пільги та їх дисконтування на 2020-2030 рр.

Рік	Витрати на пільги, млн дол. США	Сума відсотків за позицію на витрати на пільги, млн дол. США	Витрати на пільги з відсотками по них, млн дол. США	Коефіцієнт дисконтування $(1+i)^n$	Дисконтовані витрати на пільги з відсотками по них, млн дол. США
2020	881	35	916	1,040	881
2021	996	40	1 036	1,082	957
2022	1 111	44	1 155	1,125	1 027
2023	1 226	49	1 275	1,170	1 089
2024	1 340	54	1 394	1,217	1 146
2025	1 455	58	1 513	1,265	1 196
2026	1 570	63	1 633	1,316	1 241
2027	1 685	67	1 752	1,369	1 280
2028	1 800	72	1 872	1,423	1 315
2029	1 915	77	1 991	1,480	1 345
2030	2 030	81	2 111	1,539	1 371
Разом	16 008	640	16 648		12 850

Джерело: складено автором.

У результаті розрахунку одержано суму витрат держави на податкові пільги на вищу освіту, яка за весь період складає 16 648 млн дол. США (з урахуванням відсотків), а також суму дисконтованих витрат на пільги, яка показує, що поточна вартість інвестицій у пільги не перевищує витрат на них у початковий момент часу.

Із використанням розробленого науково-методичного підходу розраховано та порівняно прогнозні значення чинників (P , H , T) з урахуванням витрат на пільги та без них. Як показали розрахунки, при збільшенні державою витрат на вищу освіту (враховано 4-річний часовий лаг – здобуття ступеня бакалавра) на обсяг витрат на податкові пільги спостерігається збільшення питомої ваги висококваліфікованого населення, що, в свою чергу, приводить до зростання показника чинника праці. Показники динаміки при введенні пільг демон-

струють більшу інтенсивність зростання прогнозних значень чинників P , H , T .

З урахуванням результатів розрахунків обґрунтовано доцільність упровадження податкових пільг для стимулювання розвитку людського капіталу, виходячи з можливих варіантів розвитку економіки України. Із використанням виробничої функції (8), яка характеризує економіку України, розраховано прогноз обсягів ВВП на 2020-2030 рр. за трьома сценаріями. У кожному сценарії незмінними залишалися значення чинника реальної заробітної плати з урахуванням високої кваліфікації зайнятих (включає витрати на її здобуття з 4-річним часовим лагом) (T) та чинника індексу долара США (I), а інвестиції у валове нагромадження капіталу збільшувалися. Пільги на освіту надавалися на весь період прогнозу. Перед цим для порівняння за функцією (8) обчислено прогноз обсягів ВВП на 2020-2030 рр. без урахування витрат на податкові пільги на освіту (рис. 4).

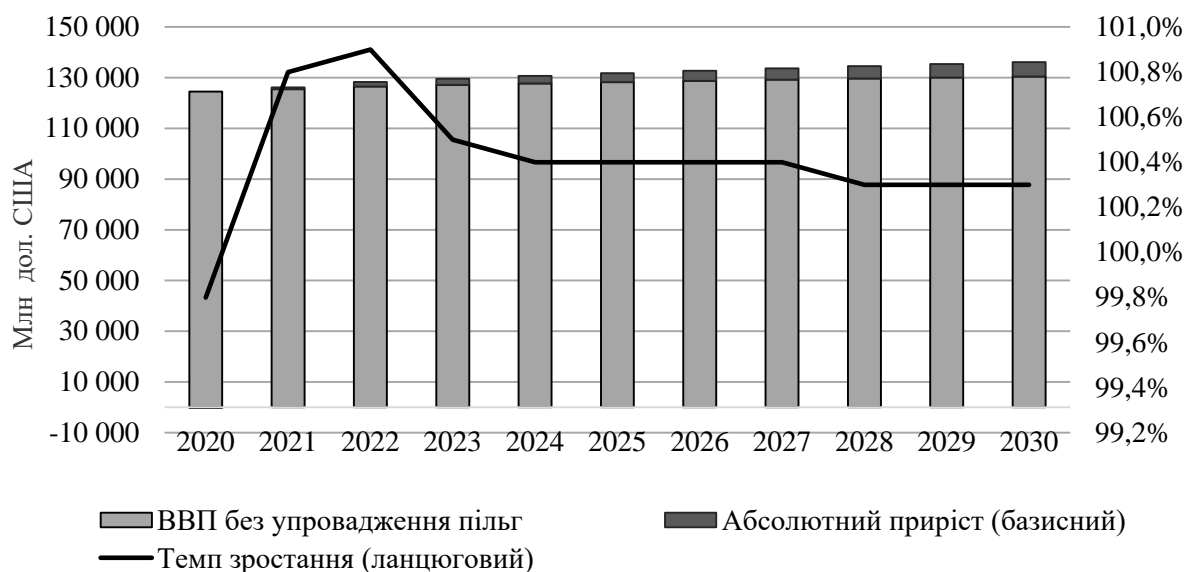


Рисунок 4 – Динаміка прогнозного обсягу ВВП України без урахування витрат на пільги на 2020-2030 рр.

Джерело: побудовано за результатами виконаного оцінювання.

Отже, спостерігається зниження темпів економічного зростання. Це обумовлено тим, що виробнича функція (8) для економіки України при збільшенні значення чинників виробництва має спадну віддачу від його масштабів.

При інерційному сценарії капітал спрогнозовано на рівні останніх років із подальшим зростанням у періоді. При введенні податкових пільг на освіту, які приводять до зростання питомої ваги висококваліфікованих, що збільшує обсяг праці, має місце зростання обсягу ВВП (рис. 5).

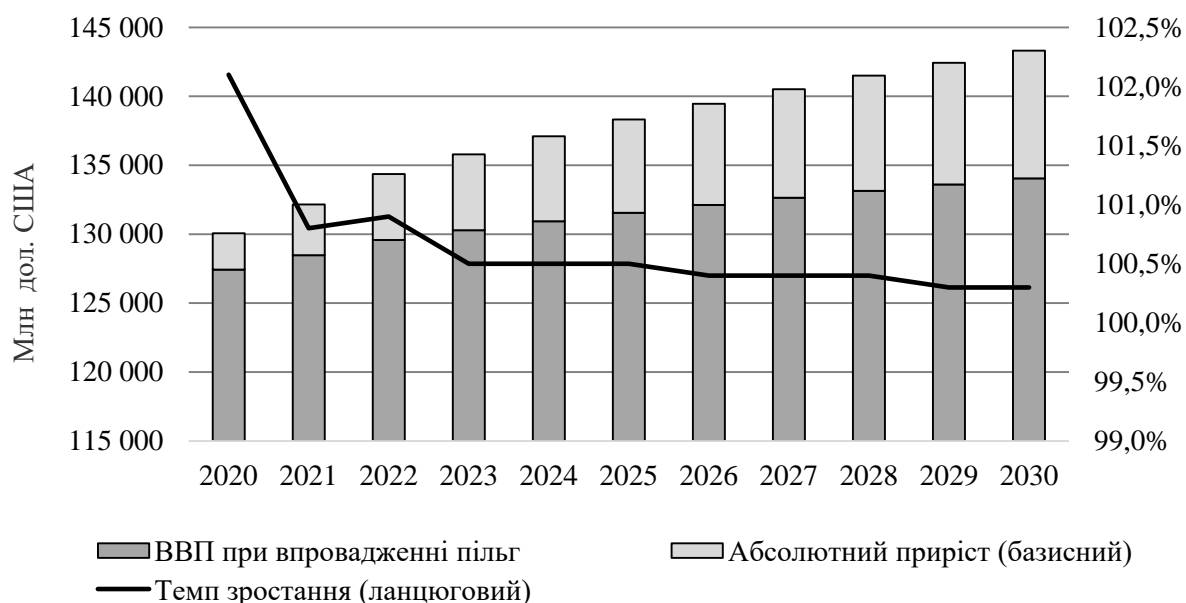


Рисунок 5 – Динаміка прогнозного обсягу ВВП України з урахуванням пільг на 2020-2030 рр. при інерційному сценарії

Джерело: побудовано за результатами виконаного оцінювання.

Отже, при зростанні витрат на впровадження пільг прогнозний обсяг ВВП і показники його динаміки збільшуються порівняно з попереднім розрахунком (див. рис. 1). Так, у прогнозному періоді значення базового приросту ВВП збільшилося до 9 264 млн дол. США (відхилення +3 576 млн дол. США), а базового темпу зростання – до 107,4%. При цьому динаміка значень ланцюгового приросту ВВП і темпу зростання майже не змінилася та зберегла спадний характер.

Розрахунок фондоозброєності праці за формулою (10) показав низький рівень забезпеченості праці капіталом (табл. 2). Недостатні інвестиції в капітал при цьому сценарії знизили ефективність виробництва і темпи зростання ВВП.

$$\Phi_{o_i} = \frac{K_i}{T_i}, \quad (10)$$

де Φ_{o_i} – фондоозброєність праці; K_i – валове нагромадження капіталу; T_i – реальна заробітна плата з урахуванням кваліфікації зайнятих (включає витрати на її здобуття).

Таблиця 2 – Фондоозброєність праці України у 2020-2030 рр.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Φ_o	0,57	0,57	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58	0,59

Джерело: складено за результатами виконаного оцінювання.

Отже, із застосуванням пільг на вищу освіту спостерігається зростання обсягу реальної заробітної плати та, як наслідок, зростання обсягу ВВП. Проте в умовах того, що отриманий приріст ВВП є значно нижчим, ніж витрати держави на податкові пільги (16 648 млн дол. США) (див. табл. 1), економічної вигоди для держави

від інвестицій у них за умов інерційного сценарію немає.

При збалансованому сценарії впровадження пільг на освіту супроводжується збільшенням інвестицій у валове нагромадження капіталу в 1,5 раза з подальшим зростанням у періоді. При цьому спостерігається більш значне зростання обсягу ВВП порівняно з попереднім сценарієм (рис. 6).



Рисунок 6 – Динаміка прогнозного обсягу ВВП України з урахуванням пільг на 2020-2030 рр. при збалансованому сценарії

Джерело: побудовано за результатами виконаного оцінювання.

При збалансованому сценарії, порівняно з попереднім, значення базового приросту прогнозного обсягу ВВП збільшилося до 14 687 млн дол. США (відхилення +5 423 млн дол. США), а значення базового темпу зростання – до 111,8%. Ланцюговий приріст ВВП і темп зростання також

мають вищі значення. Незважаючи на те що при цьому сценарії одержано більший приріст ВВП, обсяг податкових витрат (16 648 млн дол. США) його перевищує. Проте збільшення інвестицій у капітал значно підвищило фондоозброєність праці (табл. 3).

Таблиця 3 – **Фондоозброєність праці України у 2020-2030 рр.**

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Φ_o	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,01	1,06	1,11	1,16	1,21	1,26

Джерело: складено за результатами виконаного оцінювання.

Таким чином, при збалансованому сценарії спостерігається зростання економіки України в періоді через збільшення значень одразу обох чинників виробництва: обсягу реальної заробітної плати за рахунок витрат на пільги з ПДФО та валового нагромадження капіталу за рахунок збільшення інвестицій у нього. Позитивним є зростання фондоозброєності праці, що підвищує продуктивність праці та ефективність використання основних фондів у виробництві. Зростання цих чинників дозволило значною мірою збільшити приріст ВВП України у періоді, але не настільки, щоб інвестиції держави в податкові пільги на вищу освіту стали окупними.

При перспективному сценарії разом із введенням податкових пільг на освіту збільшено інвестиції у валове нагромадження капіталу до високого рівня, що спостерігався в Україні у 2008 р. (за даними Світового банку (The World Bank, 2020b) це 58 461 млн дол. США в поточних цінах, або 32,5% ВВП, а інвестиції в основний капітал – 45 026 млн дол. США в поточних цінах, або 25,04% ВВП) з поступовим зростанням у періоді.

Розрахунки засвідчили незначне зростання прогнозного обсягу ВВП при перспективному сценарії порівняно з попереднім (рис. 7).

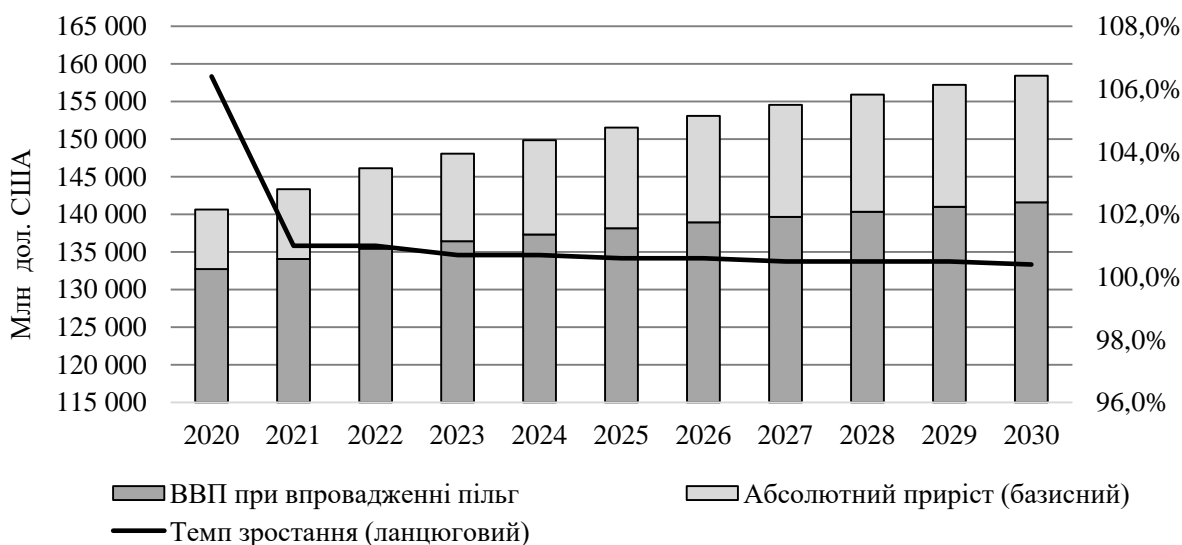


Рисунок 7 – **Динаміка прогнозного обсягу ВВП України з урахуванням пільг на 2020-2030 рр. при перспективному сценарії**

Джерело: побудовано за результатами виконаного оцінювання.

Значення базового приросту ВВП збільшилося до 16 822 млн дол. США (відхилення +2 135 млн дол. США), а відсоток базового темпу зростання – до 113,5%. Ланцюговий приріст ВВП і темп зростання мають більш спадні значення, але тепер середній ланцюговий темп зростання стає дещо більшим.

Зниження показників динаміки при цьому сценарії є наслідком спадної віддачі

від виробництва, якою характеризується виробнича функція (8) економіки України. Крім того, вплив чинників був нерівномірним, що зменшило прибутковість результату (ВВП) та, відповідно, знизило показники динаміки.

Збільшення інвестицій у валове нагромадження капіталу підвищило фондоозброєність праці (табл. 4).

Таблиця 4 – **Фондоозброєність праці України у 2020-2030 рр.**

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Φ_o	1,24	1,28	1,32	1,36	1,41	1,45	1,50	1,55	1,59	1,64	1,68

Отже, найбільше зростання обсягу ВВП у прогнозованому періоді характерне для економіки України в умовах перспективного сценарію. Вирішальну роль відіграло збільшення інвестицій у валове нагромадження капіталу до максимального значення, відзначеного за останні 20 років в Україні. Це дозволило збільшити вдвічі фондоозброєність праці, а також сприяло збільшенню приросту ВВП до рівня, який дозволяє компенсувати витрати держави на надання пільг. Тому при такому сценарії інвестиції держави у впровадження податкових пільг на вищу освіту є окупними.

Виходячи з вищевикладеного слід зауважити, що найкращий результат забезпечує впровадження пільг на освіту з одночасним збільшенням інвестицій в основні фонди. Очевидно, що лише в умовах перспективного сценарію у держави є економічна доцільність стимулювати інвестиції в розвиток висококваліфікованого персоналу.

Висновки

1. У зв'язку з тим, що людський капітал набув особливої значущості для сучасної економіки, проаналізовано теоретичні та емпіричні дослідження вчених щодо розвитку людського капіталу та його впливу на економіку загалом і на промисловість зокрема. Встановлено, що інвестиції в розвиток людського капіталу позитивно впливають на продуктивність праці, що, у свою чергу, підвищує ефективність виробництва

та забезпечує економічне зростання країни. Визначено, що для стимулювання інвестицій у людський капітал може використовуватися індивідуальне прибуткове оподаткування.

2. Дослідження існуючих теоретичних концепцій прибуткового оподаткування фізичних осіб дозволило обґрунтувати, що плоска концепція, з огляду комбінації бази, ставки та пільг, може успішно використовуватися для стимулювання розвитку людського капіталу. Адже вона має широку податкову базу для трудових доходів, плоску ставку податку та передбачає використання пільг і преференцій для інвестицій в освіту. Від всеосяжної та двоїстої концепції вона відрізняється звільненням від оподаткування доходів від капіталу фізичних осіб, що сприяє залученню додаткових інвестицій у промисловість з боку фізичних осіб.

3. Аналіз систем прибуткового оподаткування у зарубіжних країнах свідчить, що провідну роль у стимулюванні інвестицій в освіту відіграє не податкова система в цілому, а окремі її інструменти. Найпоширенішими серед них є податкові пільги у вигляді податкового кредиту та податкової знижки, а також преференції у вигляді звільнень від податку стипендій і доходів від грантів на наукові дослідження. Деякі з них надаються на здобуття STEM-освіти. При цьому більш розвинуті країни схильні застосовувати пільги як додатковий важіль

разом із прямим фінансуванням освіти, а менш розвинуті, навпаки, націлені на переважне застосування пільг. До цієї категорії належить і Україна, у якій для стимулювання людей до здобуття освіти передбачена податкова знижка, яка розповсюджується на всі рівні освіти. Проте вона дозволяє платнику повернути незначну (18%) частину його витрат на освіту. Взагалі система прибуткового оподаткування фізичних осіб в Україні за ставкою податку 18% є відносно необтяжливою для платників. Однак хоча вона і має ознаки плоскої концепції, доходи фізичних осіб від капіталу в Україні не звільняються від оподаткування.

4. При оцінюванні інвестицій у людський капітал в Україні виявлено зворотну залежність частки висококваліфікованого зайнятого населення від загальних витрат на вищу освіту. У досліджуваному періоді спостерігалось зростання чисельності осіб із високою кваліфікацією, незважаючи на поступове зниження реальних витрат на освіту. При оцінюванні інвестицій у вищу освіту зарубіжних країн виявлено іншу, економічно коректну залежність, за якої рівень кваліфікації зростає внаслідок збільшення витрат на неї. Аналіз реальних державних видатків загалом і в розрахунку на одного студента також показав їх зниження. Це свідчить про те, що в Україні є проблеми з фінансуванням вищої освіти, які потребують вирішення, оскільки в подальшому вони будуть стримувати формування висококваліфікованого персоналу для сучасної промисловості.

5. Із використанням побудованої багатofакторної мультиплікативної моделі економіки України встановлено, що вона є капіталозберігаючою і трудомісткою, до того ж має спадну віддачу від масштабів виробництва. Одержані характеристики моделі підлягають економічній інтерпретації, а параметри її якості є достатньо високими. Розрахований за моделлю прогнозний обсяг ВВП України показав незначне відхилення від розрахунків МВФ. Тому цю модель використано для розроблення науково-методичного підходу до оцінювання

впливу чинника висококваліфікованої праці на обсяги ВВП, виходячи з витрат на здобуття цієї кваліфікації. Його обґрунтовано за допомогою методів економіко-математичного моделювання шляхом побудови та параметризації низки функцій.

6. Модельні розрахунки свідчать, що при впровадженні податкових пільг на вищу освіту спостерігається зростання питомої ваги висококваліфікованого населення. Це, у свою чергу, через збільшення обсягів праці приводить до зростання ВВП, що підтверджено показниками динаміки даних чинників.

Визначення прогнозних обсягів ВВП України на 2020-2030 рр. за трьома сценаріями (інерційним, збалансованим і перспективним) дозволило виявити наслідки впровадження податкових пільг на освіту для стимулювання розвитку людського капіталу. При інерційному сценарії, коли інвестиції в основні фонди було залишено на попередньому рівні, та при збалансованому сценарії, коли інвестиції було збільшено у 1,5 раза, витрати на запровадження пільг на освіту не відшкодовуються, незважаючи на зростання обсягів ВВП. Лише в умовах перспективного сценарію, коли інвестиції було збільшено до високого рівня, що спостерігався в Україні у 2008 р., витрати держави на податкові пільги можна відшкодувати.

Головний висновок із виконаних розрахунків полягає в тому, що успіх податкового стимулювання розвитку людського капіталу в Україні залежить не тільки від податкової політики як такої, а насамперед від обсягів інвестицій в основний капітал (мають бути не менше 25% ВВП) і забезпечення загальних високих темпів зростання національної економіки. Отже, за цих умов стимулювання розвитку людського капіталу з використанням методів індивідуального прибуткового оподаткування дозволить прискорити розвиток національної промисловості України та сприятиме стабільному економічному зростанню. Проте визначення параметрів економічної політики, яка забезпечить вирішен-

ня цього комплексного завдання, потребує подальших досліджень предметної сфери, у тому числі з урахуванням поведінкових ефектів і очікуваної динаміки інституційного середовища, що суттєво впливає на дії економічних суб'єктів.

Література

- Антонюк В. П. (2019). Сучасні трансформації в сфері вищої і професійної освіти як реакція на потреби ринку праці. *Вісник економічної науки України*. № 1 (36). С. 3-7.
- Антонюк В. П., Шамілева Л. Л. (2017). Оцінка ефективності використання трудового потенціалу промисловості з урахуванням рівня наукоємності її галузей. *Економічний вісник Донбасу*. № 2 (48). С. 196-206.
- Архив курса доллара США за весь период [2000-2019 pp.] (2019). *Net.dn.ua*. URL: <https://net.dn.ua/money/stat.php> (дата звернення: 26.02.2021).
- Булеев И. П., Брюховецкий Я. С., Иваненко Л. В. (2017). Моделирование повышения уровня интеллектуализации труда работников предприятий. *Економіка промисловості*. № 2 (78). С. 80-96. DOI: doi.org/10.15407/econindustry2017.02.080
- Вишне夫斯基 В.П., Веткин А.С., Вишневская Е.Н. и др. (2006). *Налогообложение: теории, проблемы, решения*: монография; под общ. ред. В.П. Вишневского. Донецьк: Ін-т економіки пром-сти НАН України. 504 с.
- Вишневський В. П., Вісцька О. В., Гаркушенко О. М., Князев С. І., Лях О. В., Чекина В. Д., Череватський Д. Ю. (2018). *Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку*: монографія; за ред. В.П. Вишневського. Київ: Ін-т економіки пром-сті НАН України. 192 с.
- Вишневський В. П., Князев С. І. (2017). Смарт-промисловість: перспективи і проблеми. *Економіка України*. № 7. С. 22-37.
- Гуменюк В. Я. (2000). Переваги та недоліки застосування функції Кобба-Дугласа як інструменту управління виробничими ресурсами транспортних підприємств. URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/8795/1/31.pdf> (дата звернення: 20.04.2021).
- Державна служба статистики України (2020a). Демографічна та соціальна статистика. Публікації. Ринок праці [2005-2019 pp.]: статистична інформація. *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 22.04.2021).
- Державна служба статистики України (2020b). Демографічна та соціальна статистика. Публікації. Сателітний рахунок освіти в Україні [2007-2018 pp.]: статистична інформація. *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 22.04.2021).
- Державна служба статистики України (2020c). Економічна статистика. Національні рахунки. Доходи та витрати населення [2000-2019 pp.]: статистична інформація. *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 22.04.2021).
- Державна служба статистики України (2020d). Демографічна та соціальна статистика. Ринок праці. Зайнятість та безробіття [2005-2019 pp.]: статистична інформація. *Державна служба статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 22.04.2021).
- Иванов Ю. Б. (2006). Налогообложение доходов физических лиц: проблемы реформирования регулирующих механизмов социального характера. *Налогообложение: проблемы науки и практики*: монография. Харьков: ИД "ИНЖЭК". 172 с.
- Иванов Ю. Б., Пономаренко В. С. (2007). Налоговое стимулирование научной и образовательной деятельности: реалии и перспективы. *Налогообложение: проблемы науки и практики*: монография. Харьков: ИД "ИНЖЭК". С. 101-115.
- Крисоватий А., Луцик А. (2016). Податкові аспекти соціального добробуту в Україні. *Світ фінансів*. № 2 (47). С. 7-17.

- Новікова О. Ф., Амоша О. І., Шамілева Л. Л. та ін. (2020). *Соціальні та трудові чинники сталого економічного зростання: можливості й механізми активізації*: монографія; за ред. О. Ф. Новікової. Київ: Ін-т економіки пром-сті НАН України. 464 с.
- Панькова О. В., Іщенко О. В., Касперович О. Ю. (2020). Сфера праці та зайнятість в умовах цифрової трансформації: пріоритети для України в контексті глобальних трендів і становлення Індустрії 4.0. *Економіка промисловості*. № 2 (90). С. 133-160. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.02.133>
- Петти У. (1940). *Экономические и статистические работы*. Москва: Соцэкгиз. 324 с.
- Рикардо Д. (1955). *Сочинения: Начала политической экономии и налогового обложения*. Москва: Госполитиздат, 1955. Т. 1. 360 с.
- Смит А. (1962). *Исследование о природе и причинах богатства народов*. Москва: Соцэгиз. 684 с.
- Стиглиц Дж. (1997). *Экономика государственного сектора*. Москва: Изд-во МГУ: ИНФРА-М. 720 с.
- Харазішвілі Ю. М. (2019). Стратегічні орієнтири рівня життя та рівня освіти як основа існування середнього класу в Україні. *Вісник економічної науки України*. № 1 (36). С. 155-160.
- Чекіна В. Д., Воргач О. А. (2019). Державне регулювання оподаткування доходів фізичних осіб у контексті формування персоналу для смарт-промисловості. *Економіка промисловості*. № 2 (86). С. 51-83. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.02.051>
- Чекіна В. Д., Воргач О. А. (2020). Вплив витрат на освіту на економічне зростання: емпірична оцінка. *Економіка промисловості*. № 3 (91). С. 96-122. DOI: <https://doi.org/10.15407/econindustry2020.03.096>
- Чекіна В. Д. (2017). Смарт промисловість та податки: точки дотику. *Фінанси України*. № 11. С. 89-109.
- Шаульська Л. В. (2018). Людські ресурси нової економіки: ключові компоненти та ефективність регулювання. *Економіка і організація управління*. № 4 (32). С. 7-16.
- Швабій К. І. (2009). *Оподаткування доходів населення: проблеми науки та практики*: монографія; за ред. К. І. Швабія. Ірпінь: Нац. ун-т ДПС України. 296 с.
- Alm J. (2018). *Is the Haig-Simons Standard Dead? The Uneasy Case for a Comprehensive Income Tax*. Tulane Economics Working Paper Series. 27 p.
- Becker G. (1964). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. New York: National Bureau of Economic Research. 187 p.
- Becker G. (1975). *Investment in Human Capital: Effects on Earnings*. URL: <http://www.nber.org/chapters/c3733.pdf> (дата звернення: 11.04.2021).
- Bird R., Zolt E. (2011). Dual Income Taxation: A Promising Path to Tax Reform for Developing Countries. *World Development*. Vol. 39. № 10. P. 1691-1703.
- Cobb C. W., Douglas P. H. (1928). A Theory of Production. *American Economic Review*. № 18. P. 139-165.
- Dynarski S., Scott-Clayton J. (2016). *Tax Benefits for College Attendance*. NBER Working Paper. № 22127. 36 p.
- Foster J. (2002). Tax Reform and Human Capital Formation: Putting Education into the Equation. Policy Report 173. The Road Map to Tax Reform™ Series. URL: <http://www.ipi.org/docLib/PR173-Foster-HumanCap.pdf-OpenElement.pdf> (дата звернення: 14.02.2021).
- Genser B. (2007). Moving Towards Dual Income Taxation in Europe. *Public Finance Analysis*. Vol. 63. № 3. P. 436-456. DOI: <http://dx.doi.org/10.1628/001522107X250140>
- Hall R., Rabushka A. (2007). *The Flat Tax*. Stanford, California: Hoover Institution Press. 228 p.
- Historical data: U.S. Dollar Index – ICE (2020). *Stooq.com*. URL: <https://stooq.com>

- com/q/d/?s=dx.f&i=y&o=0000001 (дата звернення: 06.02.2021).
- Imf.org (2019, Oct.). World Economic Outlook Database. *Imf.org*. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2019/October> (дата звернення: 06.12.2020).
- Imf.org (2020, Oct.). World Economic Outlook Database. *Imf.org*. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2020/October> (дата звернення: 06.12.2020).
- Krueger D., Ludwig A. (2013). Optimal Progressive Labor Income Taxation and Education Subsidies When Education Decisions and Intergenerational Transfers are Endogenous. *American Economic Review*. Vol. 103. № 3. P. 496-501. DOI: <http://dx.doi.org/10.1257/aer.103.3.496>
- Manovskii I. (2002). Productivity Gains from Progressive Taxation of Labor Income. URL: https://www.sas.upenn.edu/~manovsk/papers/prod_gains_from_prog_tax.pdf (дата звернення: 15.02.2021).
- Nordhaug O. (1993). Human Capital in Organizations: Competence, Training and Learning. Oslo: Scandinavian University Press. 288 p.
- Pelinescu E. (2015). The impact of human capital on economic growth. *Procedia Economics and Finance*. № 22. P. 184-190. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00258-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00258-0)
- Radulescu M., Fedajev A., Sinisi C. I., Popescu C., Iacob S. E. (2018). *Europe 2020 Implementation as Driver of Economic Performance and Competitiveness*. Panel Analysis of CEE Countries. Sustainability. 10 (3):566. 20 p.
- Romer P. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*. Vol. 98 (5). P. 71-102.
- Rosen H. S. (1992). Public Finance. Burr Ridge. Illinois: Irwin, 657 p.
- Schanz G. (1896). Der Einkommensbegriff und die Einkommensteuergesetze. *Public Finance Analysis*. H. 1. P. 1-87.
- Schultz T. (1961). Investment in Human Capital. *The American Economic Review*. Vol. 51. № 1. P. 1-17.
- Schulz T. W. (1972). Human Capital: Policy Issues and Research Opportunities. *Economic Research: Retrospect and Prospect*. Vol. 6. P. 1-84.
- Sørensen P. (2010). Dual income taxes: a Nordic tax system. Tax Reform in Open Economies. Edward Elgar Publishing. Chapter 5. 34 p.
- Teixeira A., Queiroz A. (2016). Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis. *Research Policy*. Vol. 45 (8). P. 1636-1648. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.006>
- The World Bank (2020a). *COVID-19 and Human Capital*. Europe and Central Asia Economic Update. 162 c.
- The World Bank (2020b). World Development Indicators. Database Ukraine. *The World Bank*. URL: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=world-development-indicators#> (дата звернення: 06.02.2021).
- Thurow L. C. (1970). Investment in Human Capital. Wadsworth Series in Labor Economics and Industrial Relations. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, Inc. 145 p.
- Zee H. H. (2005). *Personal Income Tax Reform: Concepts, Issues, and Comparative Country Developments*. IMF Working Papers. № 05/87. 58 p.

References

- Antoniuk, V. (2019). Modern transformations in the field of higher and professional education as a reaction to the needs of the labor market. *Bulletin of Economic Science of Ukraine*, 1 (36), pp. 3-7 [in Ukrainian].
- Antoniuk, V., & Shamileva, L. (2017). Evaluation of the efficiency of the labor potential of the industry from the level of science and technology. *Economic Herald of the Donbass*, 2 (48), pp. 196-206 [in Ukrainian].

- Archive of the US dollar exchange rate for the entire period [2000-2019] (2019). *Net.dn.ua*. Retrieved from <https://net.dn.ua/money/stat.php>
- Buleev, I., Bryukhovetskiy, Y., & Ivanenko, L. (2017). Simulation of increasing the level of intellectualization of labor of enterprise workers. *Econ. promisl.*, 2 (78), pp. 80-96. DOI: doi.org/10.15407/econindustry2017.02.080 [in Russian].
- Vishnevsky, V., Vetkin A., & Vishnevskaya, E. (2006). *Taxation: theories, problems, solutions*: In V. Vyshnevsky (Ed.). Donetsk: Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine. DonNTU, 504 p. [in Russian].
- Vishnevsky, V., Vietska, O., Harkushenko, O., Kniaziev, S., Lyakh, O., Chekina V., & Cherevatskiy, D. (2018). *Smart industry in the era of digital economy: perspectives, direct and mechanics of development*: In V. Vyshnevsky (Ed.). Kiev: Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine, 192 p. [in Ukrainian].
- Vishnevsky, V., & Kniaziev, S. (2017). Smart industry: prospects and challenges. *Economy of Ukraine*, 7, pp. 22-37 [in Ukrainian].
- Gumenyuk, V. (2000). Advantages and disadvantages of using the Cobb-Douglas function as a tool for managing the production resources of transport enterprises. Retrieved from <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/8795/1/31.pdf> [in Ukrainian].
- State Statistics Service of Ukraine (2020a). Demographic and social statistics. Publications. Labor Market [2005-2019]: Statistical information. *State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
- State Statistics Service of Ukraine (2020b). Demographic and social statistics. Publications. Education satellite account in Ukraine [2007-2018]: Statistical information. *State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
- State Statistics Service of Ukraine (2020c). Economic statistics. National accounts. Household income and expenditure [2000-2019]: Statistical information. *State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
- State Statistics Service of Ukraine (2020d). Demographic and social statistics. Labor Market. Employment and Unemployment [2005-2019]: Statistical information. *State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
- Ivanov, Yu. (2006). Personal income taxation: problems of reforming regulatory mechanisms of a social nature. *Taxation: problems of science and practice*: monograph. Kharkov: ID INZHEK, 172 p. [in Russian].
- Ivanov, Yu., & Ponomarenko, V. (2007). Tax incentives for scientific and educational activities: realities and prospects. *Taxation: problems of science and practice*: monograph. Kharkov: ID INZHEK, pp. 101-115 [in Russian].
- Krysovaty, A., & Lutsik, A. (2016). Tax aspects of social welfare in Ukraine. *The world of finance*, 2 (47), pp. 7-17 [in Ukrainian].
- Novikova, O., Amosha, O., & Shamileva, L. (2020). *Social and Labor Resources of Sustainable Economic Growth: Opportunities and Mechanisms for Activation*: In O. Novikova (Ed.). Kiev: Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine, 464 p. [in Ukrainian].
- Pankova, O., Ishchenko, O., & Kasperovich, O. (2020). Labour and employment in a digital transformation: priorities for Ukraine in the context of global trends and formation of Industry 4.0. *Econ. promisl.*, 2 (90), pp. 133-160. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.02.133> [in Ukrainian].
- Petty, W. (1940). Economic and statistical work. Moscow: Sotsekgiz, 324 p. [in Russian].
- Ricardo, D. (1955). Works: The beginnings of political economy and taxation. Moscow: Gospolitizdat, Vol. 1, 360 p. [in Russian].
- Smith, A. (1962). Research on the nature and causes of the wealth of nations. Moscow: Sotsekgiz, 684 p. [in Russian].

- Stiglitz, J. (1997). Public sector economics. Moscow: MSU Publishing House: INFRAM, 720 p. [in Russian].
- Kharazishvili, Yu. M. (2019). Strategic guidelines for living standards and educational levels as the basis for the existence of the middle class in Ukraine. *Bulletin of Economic Science of Ukraine*, 1 (36), pp. 155-160 [in Ukrainian].
- Chekina, V., & Vorhach, E. (2019). Government regulation of the personal income taxation in the context of personnel forming for smart industry. *Econ. promisl.*, 2 (86), pp. 51-83. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.02.051> [in Ukrainian].
- Chekina, V., & Vorhach, O. (2020). The impact of education expenditures on economic growth: empirical estimation. *Econ. promisl.*, 3 (91), pp. 96-122. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.03.096> [in Ukrainian].
- Chekina, V. (2017). Smart industry and taxes: points of contact. *Finance of Ukraine*, 11, pp. 89-109 [in Ukrainian].
- Shaulskaya, L. (2018). Human Resources of the New Economy: Key Components and Efficiency of Regulation. *Economics and management organization*, 4 (32), pp. 7-16 [in Ukrainian].
- Shvabiy, K. Taxation of incomes of the population: problems of science and practice: monograph. In K. Shvabiy (Ed.). Irpen: National University of the State Tax Service of Ukraine. 296 p. [in Ukrainian].
- Alm, J. (2018). *Is the Haig-Simons Standard Dead? The Uneasy Case for a Comprehensive Income Tax*. Tulane Economics Working Paper Series. 27 p.
- Becker, G. (1964). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. New York: National Bureau of Economic Research. 187 p.
- Becker, G. (1975). Investment in Human Capital: Effects on Earnings. URL: <http://www.nber.org/chapters/c3733.pdf>
- Bird, R., & Zolt, E. (2011). Dual Income Taxation: A Promising Path to Tax Reform for Developing Countries. *World Development*, 39 (10), pp. 1691-1703.
- Cobb, C., & Douglas, P. (1928). A Theory of Production. *American Economic Review*, 18, pp. 139-165.
- Dynarski, S., & Scott-Clayton, J. (2016). *Tax Benefits for College Attendance*. NBER Working Paper. № 22127. 36 p.
- Foster, J. (2002). Tax Reform and Human Capital Formation: Putting Education into the Equation. Policy Report 173. The Road Map to Tax Reform™ Series. Retrieved from <http://www.ipi.org/docLib/PR173-Foster-HumanCap.pdf-OpenElement.pdf>
- Genser, B. (2007). Moving Towards Dual Income Taxation in Europe. *Public Finance Analysis*, 63 (3), pp. 436-456. DOI: <http://dx.doi.org/10.1628/001522107X250140>
- Hall, R., & Rabushka, A. (2007). The Flat Tax. Stanford, California: Hoover Institution Press. 228 p.
- Historical data: U.S. Dollar Index – ICE (2020). *Stooq.com*. Retrieved from <https://stooq.com/q/d/?s=dx.f&i=y&o=000001>
- Imf.org (2019, October). World Economic Outlook Database. *Imf.org*. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2019/October>
- Imf.org (2020, October). World Economic Outlook Database. *Imf.org*. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2020/October>
- Krueger, D., & Ludwig, A. (2013). Optimal Progressive Labor Income Taxation and Education Subsidies When Education Decisions and Intergenerational Transfers are Endogenous. *American Economic Review*, 103 (3), pp. 496-501. DOI: <http://dx.doi.org/10.1257/aer.103.3.496>
- Manovskii, I. (2002). Productivity Gains from Progressive Taxation of Labor Income. Retrieved from https://www.sas.upenn.edu/~manovski/papers/prod_gains_from_prog_tax.pdf
- Nordhaug, O. (1993). Human Capital in Organizations: Competence, Training and

- Learning. Oslo: Scandinavian University Press. 288 p.
- Pelinescu, E. (2015). The impact of human capital on economic growth. *Procedia Economics and Finance*, 22, pp. 184-190. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00258-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00258-0)
- Radulescu, M., Fedajev, A., Sinisi, C., Popescu, C., & Iacob, S. (2018). *Europe 2020 Implementation as Driver of Economic Performance and Competitiveness*. Panel Analysis of CEE Countries. *Sustainability*, 10 (3): 566. 20 p.
- Romer, P. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98 (5), pp. 71-102.
- Rosen, H. (1992). *Public Finance*. Burr Ridge. Illinois: Irwin, 1992. 657 p.
- Schanz, G. (1896). Der Einkommensbegriff und die Einkommensteuergesetze. *Public Finance Analysis*, 1, pp. 1-87.
- Schultz, T. (1961). Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, 51 (1), pp. 1-17.
- Schulz, T. (1972). Human Capital: Policy Issues and Research Opportunities. *Economic Research: Retrospect and Prospect*, Vol. 6: Human Resources, pp. 1-84.
- Sørensen, P. (2010). Dual income taxes: a Nordic tax system. *Tax Reform in Open Economies*. Edward Elgar Publishing. Chapter 5. 34 p.
- Teixeira, A., & Queirosb, A. (2016). Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis. *Research Policy*, 45 (8), pp. 1636-1648. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2016.04.006>
- The World Bank (2020a). *COVID-19 and Human Capital*. Europe and Central Asia Economic Update. 162 c.
- The World Bank (2020b). World Development Indicators. Database Ukraine. *The World Bank*. Retrieved from <https://data.bankworldbank.org/reports.aspx?source=world-development-indicators#>
- Thurow, L. (1970). *Investment in Human Capital*. Wadsworth Series in Labor Economics and Industrial Relations. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, Inc. 145 p.
- Zee, H. (2005). *Personal Income Tax Reform: Concepts, Issues, and Comparative Country Developments*. IMF Working Papers, 05/87. 58 p.

Елена Анатольевна Воргач,

доктор философии по экономике, научный сотрудник
Институт экономики промышленности НАН Украины
ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: vorgach.lena@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3686-4858>

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ПОДОХОДНОЕ НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ В СТИМУЛИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Статья посвящена обоснованию возможностей стимулирования развития человеческого капитала с использованием методов индивидуального подоходного налогообложения в Украине.

На основе концептуальных положений теории человеческого капитала и эмпирических исследований его влияния на экономический рост выявлена необходимость постоянных инвестиций в человеческий капитал для улучшения его качества.

В результате анализа теоретических концепций и практики подоходного налогообложения в мире обосновано, что плоская его концепция может быть успешно использована для стимулирования развития человеческого капитала. Однако анализ систем подоходного налогообложения зарубежных стран показал, что более эффективными являются отдель-

ные инструменты налога на доходы физических лиц, в том числе налоговые льготы на образование. Особенно это характерно для развивающихся стран.

При оценке инвестиций в человеческий капитал в Украине установлено, что доля занятого населения с высокой квалификацией растет на фоне уменьшения реальных расходов на высшее образование. Однако в зарубежных странах выявлена другая экономически корректная зависимость – уровень квалификации растет при увеличении реальных затрат на ее получение. Анализ реальных государственных расходов Украины на одного студента и в целом по стране также показал их снижение. Это свидетельствует о наличии в Украине проблем с финансированием высшего образования.

С помощью методов экономико-математического моделирования путем построения и параметризации ряда функций обосновано влияние инвестиций в образование людей на увеличение объема высококвалифицированного труда, что приводит к росту объема ВВП.

Разработан научно-методический подход, основанный на алгоритме, который учитывает влияние фактора высококвалифицированного труда (с учетом затрат на получение квалификации) на объем ВВП. Этот подход позволил оценить эффективность затрат на налоговые льготы и целесообразность их использования для стимулирования инвестиций в высшее образование в Украине.

Выполнена оценка экономических последствий стимулирования развития человеческого капитала путем внедрения налоговых льгот в Украине. Определено, что при увеличении государством расходов на высшее образование за счет предоставления льгот наблюдается рост доли занятых с высокой квалификацией, что путем увеличения объемов труда приводит к росту ВВП. Но при этом выявлено, что расходы на налоговые льготы возмещаются только в условиях такого сценария развития событий, при котором инвестиции в основные фонды увеличиваются и составляют не менее 25% ВВП.

Ключевые слова: налог на доходы физических лиц, налоговые льготы, STEM-персонал, Индустрия 4.0, высшее образование, расходы на высшее образование, инвестиции в человеческий капитал.

JEL: H24, H52, I25, I26, O15

Olena A. Vorhach,

PhD in Economics

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: vorgach.lena@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3686-4858>

PERSONAL INCOME TAXATION IN THE HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT INCENTIVE

The article substantiates the opportunities for stimulating the human capital development through personal income taxation in Ukraine.

The need for constant investments in the human capital for improvement of its quality has been substantiated by conceptual provisions of the human capital theory and empiric researches of its influence on economic growth.

The completed analysis of theoretical concepts and practical use of income taxes worldwide allows substantiating the fact that concept of a flat income taxation can be successfully used to promote the human capital development. However, the analysis of income tax systems abroad shows that separate taxation tools for personal income, including tax allowances for education, are more efficient. This is especially typical for developing countries.

In estimating investments in the human capital in Ukraine, it is found out that the share of working population with high skills increases against the decreasing actual expenses for higher education. In a meantime, foreign countries demonstrate the other economically correct dependence: the qualification level increases as real expenses to gain it increase. The analysis of real national expenses in Ukraine for one student and in the country in general also demonstrate their decrease. This proves the presence of problems in Ukraine that relate to financing the system of higher education.

The methods of economic and mathematical simulation by building and parametrizing a number of functions allowed to substantiate the influence of investments in human education on the increase of the highly skilled labor, which in turn leads to the GDP growth.

A scientific and methodical approach has been developed, based on the algorithm that takes into account the influence of the highly skilled labor factor (considering expenses for gaining the qualification) on the GDP level. This approach allows estimating the effectiveness of expenses on tax allowances and expediency of their use to promote investments in higher education in Ukraine.

The economic consequences of the human capital development incentive by introducing tax allowances in Ukraine have been estimated. It is established that if the state increases expenses for higher education by granting allowances, the share of working population with high skills increases, thereby causing the GDP to grow by means of increasing employment level. However, it has been found out that the expenses for tax allowances are reimbursed only in the case where investments in fixed assets increase and amount no less than 25 % of the GDP.

Keywords: personal income tax, tax allowance, STEM staff, Industry 4.0, higher education, higher education expenditure, investment in human capital.

JEL: H24, H52, I25, I26, O15

Формат цитування:

Воргач О. А. (2021). Індивідуальне прибуткове оподаткування у стимулюванні розвитку людського капіталу. № 4 (96). С. 56-80. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.056>

Vorhach, O. A. (2021). Personal income taxation in the human capital development incentive. *Econ. promisl.*, 4 (96), pp. 56-80. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.056>

Надійшла до редакції 12.10.2021 р.

Світлана Сергіївна Турлакова,

д-р екон. наук, доцент

E-mail: svetlana.turlakova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3954-8503>;

Богдан Ігоревич Логвіненко,

аспірант

Інститут економіки промисловості НАН України

вул. Марії Капніст, 2, м. Київ, 03057, Україна

E-mail: bodya00728@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7956-2916>

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УЗГОДЖЕННЯ РІШЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ НА ОСНОВІ РЕФЛЕКСИВНОГО ПІДХОДУ

Обґрунтовано актуальність дослідження процесів узгодження рішень на підприємствах шляхом математичного моделювання відповідних процесів. Визначено поняття горизонтального узгодження рішень на підприємствах. Розглянуто моделювання процесу горизонтального узгодження рішень на підприємстві з наявністю координаційного центру на більш високому рівні, ніж той, де відбувається узгодження. Наведено два варіанти управління процесом узгодження рішень на підприємствах із різними цілями координаційного центру. Перший передбачає досягнення мети управління координаційним центром, зацікавленим в одержанні достовірної інформації від агентів на рівні узгодження рішення, з використанням неманіпульованого прямого механізму. Другий – наявність у процесі горизонтального узгодження рішень на підприємстві у координаційного центру певної мети управління. Рефлексивне управління в цьому випадку передбачає маніпулювання отриманням результату узгодження, який максимально буде наближений до деякого фіксованого значення – мети управління координаційного центру.

Застосування наведених моделей рефлексивного управління процесом горизонтального узгодження рішень на підприємстві залежить від наявної мети управління у координаційного центру. Використання відповідних моделей горизонтального узгодження на рівнях управління сприятиме збільшенню оперативності процесів колективного прийняття рішень на підприємствах, що дозволить підвищити ефективність їх функціонування.

Окреслено перспективний напрям дослідження – моделювання процесів узгодження рішень на різних рівнях управління.

Ключові слова: моделювання, процес узгодження, прийняття рішень, рефлексивний підхід, підприємство.

JEL: C02, C52, C53, P00

Економічне зростання будь-якого промислового підприємства неможливе без ефективного використання всіх його ресурсів, у томі числі трудових. Незважаючи на сучасні інформаційні технології, важливо

оцінити реальний стан, динаміку та перспективи підвищення рівня показників ефективності використання персоналу та системи управління на підприємствах загалом. Одним з індикаторів здоров'я ринку

© С. С. Турлакова, Б. І. Логвіненко, 2021

праці та ефективності використання трудового потенціалу є рівень безробіття та працевлаштування. Згідно з аналітичними даними Державної служби статистики України спостерігається зростання зайнятості населення у 2021 р. Так, порівняно з 2020 р. кількість зайнятого населення збільшилася на 322,2 тис. осіб та становила 15,8 млн осіб, а рівень зайнятості зріс з 55,0 до 56,2%. За видами економічної діяльності більшість із нових вакансій налічується на підприємствах переробної промисловості, що становить 20% від усього ринку праці (Державна служба статистики України, 2021).

Незважаючи на те що на ринку праці спостерігаються деякі позитивні тенденції, останні два роки карантинних обмежень та загальна кризова економічна ситуація в Україні обумовили наявність багатьох проблем на підприємствах різних галузей і форм власності та стали причиною деформації соціально-трудої сфери загалом. Окрім цього, стабільність значень показників (зростання на 5-7%) обсягу реалізованої продукції підприємств у 2017-2020 рр., за винятком 2019 р., де спостерігалось падіння, при стабільно зростаючому рівні інфляції в Україні свідчить про системні проблеми на підприємствах і складність адаптації системи управління підприємств до сучасних умов господарювання та зумовлює необхідність перегляду відповідних існуючих методів та механізмів.

Однією з таких проблем на підприємствах є відсутність сучасних комплексних підходів до вирішення питань ефективності управління персоналом. Важко переоцінити роль управління персоналом у досягненні стратегічних цілей і високого рівня ефективності діяльності підприємства, оскільки основу економіки становить праця людей, а потенціал кожного підприємства визначається кадрами. Це обумовлює постійну актуальність питань управління персоналом, про що свідчать численні дослідження вітчизняних і зарубіжних учених у даному напрямі. Так, проблематику ефек-

тивності управління персоналом розглянуто у працях Н. Гавкалової (Гавкалова, 2016), В. Данюка (Данюк, 2004), О. Крушельницької (Крушельницька, 2005); В. Кучинського (Кучинський, 2018), А. Колота (Колот, 1998), О. Кузьміна (Кузьмін, 2012), Г. Сукова (Суков, 2014) та ін.

Окремі теоретико-методологічні аспекти ефективності використання трудових ресурсів висвітлено в роботах таких науковців, як Д. Богиня (Богиня, 2004), М. Болух (Болух, 2003), М. Горбатов (Горбатов, 2003), О. Грішнова (Грішнова, 2014), Р. Лепа (Лепа, 2012), С. Турлакова (Турлакова, 2020), М. Армстронг, (Armstrong, 2010), М. Спенс (Spence, 2003) та ін. Проте сьогодні на підприємствах залишається безліч невіршених питань управління людськими ресурсами. Зокрема, механізми узгодження, що забезпечують ефективну взаємодію учасників корпоративних відносин, становлять одну з основних та недостатньо досліджених проблем.

Узгодження рішень є одним із найважливіших етапів процесу прийняття рішень на всіх рівнях управління підприємством та являє собою процедуру досягнення визнання різними агентами на підприємстві запропонованого вирішення того чи іншого питання (Логвіненко, 2019). На підприємствах думки всіх учасників процесу прийняття рішень часто різняться. Це призводить до затягування вирішення як поточних, так і стратегічно важливих питань, що може спричинити неефективність функціонування окремих підрозділів і підприємства загалом. Найчастіше це пов'язано з тим, що прийняття рішень відбувається в умовах обмеженого обміну інформацією, коли члени групи мало поінформовані про сферу прийнятого рішення, або навпаки – досить інформовані, але мають власні цілі у процесі прийняття рішень, які можуть суперечити стратегічним цілям підприємства (Логвіненко, 2018).

У роботі (Логвіненко, 2021) порушено питання інформаційної взаємодії між агентами у процесі узгодження рішень на

підприємствах і визначено, що взаємодію між агентами необхідно розглядати з точки зору ієрархії інформаційного обміну – вертикальне чи горизонтальне узгодження. У публікації (Турлакова, Логвіненко, 2021) обґрунтовано актуальність використання рефлексивного підходу до управління процесом узгодження рішень на підприємствах. У зв'язку з цим доцільним є більш детальне дослідження процесів узгодження рішень на підприємствах шляхом математичного моделювання відповідних процесів.

Метою статті є моделювання процесу горизонтального узгодження рішень на підприємствах на основі рефлексивного підходу.

Особливості моделювання процесу горизонтального узгодження рішень на підприємствах: рефлексивний підхід

Для моделювання процесу горизонтального узгодження рішень на підприємствах поняття «агент управління» визначено як «елемент системи, який має активність – здатність до цілеспрямованої поведінки та вибору дій відповідно до власних уподобань й інтересів – та бере участь у досягненні згоди щодо деякого питання з іншими членами групи чи колективу» (Логвіненко, 2021).

З огляду на це доцільно розглянути поняття агентів взаємодії та їх ролі. Узгодження рішень є складним багаторівневим процесом управління, і контроль за його виконанням залежить від компетенції та цілеспрямованості агентів, доцільності та ефективності їх діяльності в організації.

Одним із перших поняття агентів ввів у поведінкову економіку С. Янг (Янг, 1979). Науковець трактує термін «агент» як суб'єкта економічних відносин, який бере участь у виробництві, розподілі, обміні або споживанні економічних благ.

Отже, агент – це виконавець певної ролі на підприємстві, який керується відповідними інтересами та приймає рішення на підставі певних інтересів.

У процесі розгляду інформаційної взаємодії агентів на підприємстві постає питання про існування кількох сторін, між якими відбуваються взаємодія. Структурою системи управління підприємства є впорядкована сукупність взаємопов'язаних елементів, які перебувають між собою у стійких відносинах, що забезпечують їх функціонування і розвиток як єдиного цілого та ефективність його роботи. Зокрема, для промислового підприємства важливими елементами структури є окремі працівники, служби та інші ланки апарату управління, а взаємодії між ними підтримуються завдяки зв'язкам, які прийнято поділяти на горизонтальні та вертикальні.

Горизонтальні зв'язки є однорівневими та перебувають на одному управлінському рівні (не підпорядковуються один одному). Горизонтальна структура спрямована на те, щоб мінімізувати бюрократію у структурі управління для прискорення процесу узгодження документів, прийняття рішень, підвищення адаптивності та гнучкості підприємства. У такому випадку скорочується шлях від вищого керівництва до виконавців. Тому при горизонтальній взаємодії між виконавцями (групами виконавців) узгодженість рішень має бути на високому рівні.

Для розкриття механізмів узгодження інтересів учасників корпоративних відносин на підприємствах зазвичай використовуються методи та механізми, пов'язані з організацією трудового процесу та створенням відносин соціального партнерства на підприємстві (Логвіненко, 2020). Зокрема, метод Делфі (Леньков, Колосова, Куликова, Тихонова, 2014), що реалізується як багаторівнева процедура анкетування з обробкою і повідомленням результатів кожного туру експертам, які працюють ізольовано один від одного. Проте використання методу обмежене кількістю респондентів і не включає можливості врахування додаткових чинників узгодження. Метод колективного блокнота (Добренков, Кравченко, 2009) дозволяє поєднувати незалеж-

не висування ідей кожним членом робочої групи з колективною їх оцінкою і процесом розроблення рішення. Механізм дає змогу комунікувати та впливати один на одного, але є неефективним у використанні дистанційного режиму, у якому сьогодні працює більшість підприємств, що значно обмежує можливості узгодження рішень. Також у процесі узгодження рішень на підприємствах використовуються методи дослідження операцій (Яресь, Пасьшин, 2011), проте вони є занадто трудомісткими та складними в реалізації та впровадженні в сучасних реаліях.

Вищезазначені методи мають певні переваги, але в повному обсязі не враховують рефлексивних особливостей процесу узгодження рішень, що ускладнює підвищення керованості персоналом й ефективності функціонування підприємства в цілому. Окрім того, наведені методи, що використовуються для узгодження рішень на підприємствах, не представляють у повному обсязі механізм впливу суб'єкта на об'єкт. Тому доцільно розглянути можливість моделювання процесу горизонтального узгодження рішень на підприємствах на основі рефлексивного підходу.

Розглянемо приклад рефлексивного управління агентами з боку координаційного центру процесу узгодження рішень із використанням термінів моделі активної експертизи (Чхартішвили, 2004). При цьому слід мати на увазі, що процес узгодження рішень відбувається відповідно до проведення експертизи деякого рішення агентами одного рівня управління на підприємстві. Іншими словами, горизонтальне узгодження рішень на підприємстві відбуватиметься за наявності деякого координаційного центру на вищому рівні управління.

Горизонтальне узгодження «має на меті процедуру досягнення згоди членів організації із запропонованим вирішенням проблеми на одному рівні (органічне), наприклад, між начальниками відділів або співробітниками одного підрозділу, коли всі вони перебувають на одному рівні

управління або підпорядкування підприємства» (Логвіненко, 2021).

Нехай є n агентів, які дають оцінку якомусь рішенню згідно із скалярною шкалою. При цьому об'єктом узгодження може бути рішення про вибір варіанта фінансування, ефективність проекту, вибір кандидата на посаду керівника чи будь-яке інше рішення, яке потребує узгодження на рівні управління, що розглядається.

Кожен з агентів повідомляє оцінку $q_i \in [q^{min}; q^{max}]$, $i \in N$, де q^{min} – мінімальна, а суб'єктивна думка агента q^{max} – максимальна оцінка. Підсумкова оцінка – колективне рішення $x = \alpha(q)$ – є функцією оцінок, які повідомили агенти, $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$.

Позначимо $d_i \in [q^{min}; q^{max}]$ як суб'єктивну думку i -го агента, тобто його справжнє уявлення про рішення, що приймається, чи узгоджуваний об'єкт. Припустимо, що процедура $\alpha(q)$ формування підсумкової оцінки є строго зростаючою відповідно до всіх змінних безперервною функцією, яка задовольняє умову узгодженості

$$\forall h \in [q^{min}; q^{max}] \alpha(h, h, h, \dots, h) = h. \quad (1)$$

У формулі (1) h визначає однотайність рішень агентів щодо питання, яке розглядається. Зазвичай передбачається, що агенти повідомляють свої справжні думки $\{d_i\}_{i \in N}$. При цьому якщо кожен з агентів трохи помиляється (несвідомо і залежно від своєї кваліфікації та поінформованості), то, наприклад, середня оцінка $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$ достатньо об'єктивно і точно відображає оцінку об'єкта чи рішення, що приймається. Проте якщо агенти зацікавлені в результатах експертизи, то вони обов'язково будуть повідомляти свою справжню думку, тобто механізм узгодження $\alpha(\cdot)$ може бути підданий маніпулюванню.

Далі формалізуємо зацікавленість агента. Припустимо, що кожен з агентів є фахівцем у своїй сфері діяльності та зацікавлений у тому, щоб результат експертизи (тобто загального узгодження) x

був максимально близьким до його думки d_i .

Розглянемо випадок рефлексивного управління, який у початковій моделі О. Чхартішвілі має назву «маніпулювання» (Чхартішвілі, 2004; Чхартішвілі, 2013). Нехай, кількість агентів $n = 3$, $q^{min} = 0$, $q^{max} = 1$, $d_1 = 0,4$, $d_2 = 0,5$, $d_3 = 0,6$ та центр використовує такий механізм обробки оцінок:

$$x = \alpha(q) = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 q_i. \quad (2)$$

Значення d_i відповідає суб'єктивній думці агента підприємства щодо деякого рішення. Чим ближче значення до 1, тим більшою мірою рішення є цінним для агента і тим більше він зацікавлений в його прийнятті. При цьому представлення агентів відповідає зростанню піків їх думок. Якщо $q_i \equiv d_i$, $i = \overline{1,3}$, тобто якщо всі агенти повідомляють правду, то $x = 0,5$. При цьому підсумкова оцінка співпала зі справжнім уявленням другого агента та він повністю задоволений колективним рішенням. Інші ж агенти (перший і третій) не задоволені, тому що $d_1 < 0,5$, а $d_3 > 0,5$. Легко поррахувати, що $\hat{q} = (0; 0,5; 1)$ – рівновага Неша при даному векторі типів агентів (Чхартішвілі, 2004).

Визначимо

$$z_1 = \alpha(q^{min}, q^{max}, q^{max}) = \alpha(0, 1, 1) = \frac{2}{3};$$

$$z_1 = \alpha(q^{min}, q^{min}, q^{max}) = \alpha(0, 0, 1) = \frac{1}{3}$$

та відзначимо, що $\alpha(0, 0, 0) = 0$ та $\alpha(1, 1, 1) = 1$. При цьому умовою $z_2 \leq d_2 \leq z_1$ визначається те, що другий агент є «диктатором з обмеженими повноваженнями» (його повноваження обмежені межами відрізку).

Далі побудуємо механізм, у якому всім агентам вигідно повідомити достовірну інформацію і колективне рішення в

якому буде таким само, як і в механізмі $\alpha(\cdot)$.

Організатор експертизи – координаційний центр (зазвичай іншого рівня управління на підприємстві) – може просити агентів повідомити істинні значення $d = \{d_i\}_{i \in I}$ та використати їх у такий спосіб:

упорядкувати агентів у порядку збільшення повідомлених точок піку;

якщо існує число $r \in \overline{2, n}$, таке, що $z_{q-1} \geq d_{q-1}$, $z_q \leq d_q$ (легко показати, що існує єдиний агент із таким номером r), то $\hat{x} = \min(z_{q-1}; d_q)$.

У даному прикладі $r = 2$ та $\frac{1}{2} = \min(\frac{2}{3}; \frac{1}{2})$.

При цьому стає очевидним, що $\hat{q}_i = q^{min}$, $i < r$, $\hat{q}_i = q^{max}$, $i > r$. Тож відповідно до повідомлення d центр, скориставшись числами z_1 та z_2 , поновив рівновагу Неша \hat{q} (Чхартішвілі, 2004).

Можна перевірити, що в побудованому прямому механізмі повідомлення достовірної інформації є рівновагою Неша для агентів (Чхартішвілі, 2013). При цьому підсумкова оцінка є такою самою, що і в початковому механізмі узгодження.

Далі розглянемо загальний випадок із довільною кількістю агентів. Нехай усі d_i відмінні один від одного та впорядковані відповідно до зростання, тобто $d_1 < d_2 < \dots < d_n$ та \hat{q} – рівновага Неша ($\hat{x} = \alpha(\hat{q})$). Аналогічно до прикладу, розглянутого вище, можна показати, що якщо:

- 1) $\hat{x} > d_i$, то $\hat{q}_i = q^{min}$;
- 2) $\hat{x} < d_i$, то $\hat{q}_i = q^{max}$;
- 3) $q^{min} < \hat{q}_i < q^{max}$, то $\hat{x} = d_i$.

При цьому, якщо $\hat{x} = d_r$, то $\forall j < r$ $\hat{q}_j = q^{min}$, $\forall j > r$ $\hat{q}_j = q^{max}$, а саме значення \hat{q}_j визначається відповідно до умови

$$\alpha \left(\underbrace{q^{min}, q^{min}, \dots, q^{min}}_{r-1}, \hat{q}_r, \underbrace{q^{max}, q^{max}, \dots, q^{max}}_{n-r} \right) = d_r. \quad (3)$$

Таким чином, для визначення ситуації рівноваги достатньо знайти номер r .

$$z_i = \alpha \left(\underbrace{q^{min}, q^{min}, \dots, q^{min}}_i, \underbrace{q^{max}, q^{max}, \dots, q^{max}}_{n-i} \right), i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Отже, $z_0 = q^{max} > z_1 > z_2 > \dots > z_n = q^{min}$, та якщо $z_i \leq d_i \leq z_{i-1}$, то $\hat{x} = d_i$, тобто i -й агент є диктатором у проміжку $[z_i; z_{i-1}]$. Легко показати, що існує єдиний агент r , для якого виконана умова $z_{r-1} \geq d_{r-1}, z_r \leq d_r$.

Визначивши в такий спосіб r , можна знайти підсумкову оцінку в рівновазі $\hat{x} = \min(z_{r-1}; d_r)$. При цьому повідомлення достовірної інформації $(\tilde{d}_i \equiv d_i)_{i \in N}$ є домінантною стратегією (Бурков, 2003).

Якщо відмовитися від припущення про те, що вектор типів агентів є спільним знанням, то до стабільної рівноваги приводять такі уявлення реальних і фантомних агентів (Чхартишвили, 2004):

$$d_{\gamma r(d)} \in [\min\{z_{r(d)-1}; d_{r(d)}\}; d_{r(d)}], \gamma \in \Sigma; \quad (5)$$

$$d_{\gamma i} \leq \min\{z_{r(d)-1}; d_{r(d)}\}, \gamma \in \Sigma, i < r(d); \quad (6)$$

$$d_{\gamma i} \geq \min\{z_{r(d)-1}; d_{r(d)}\}, \gamma \in \Sigma, i > r(d). \quad (7)$$

Наприклад, якщо $n = 3, d_1 = 0,4, d_2 = 0,5, d_3 = 0,6$ та координаційний центр використовує механізм обробки оцінок агентів, що відповідає формулі (2). Якщо $q_i \equiv d_i, i = \overline{1,3}$, тобто якщо всі агенти процесу горизонтального узгодження рішень повідомляють правду, то $x = 0,5$. При цьому підсумкова оцінка співпала із справжнім уявленням другого експерта, і він задоволений результатом узгодження повністю. Інші ж агенти, які брали участь у процесі узгодження рішення (перший і третій), не задоволені, тому що $d_1 < 0,5$, а $d_3 > 0,5$. Отже, вони намагаються повідомити інші q_1 та q_3 , наприклад $\hat{q}_1 = 0, \hat{q}_2 = 0,5, \hat{q}_3 = 1$. Тоді $\hat{x} = \alpha(\hat{q}_1, \hat{q}_2, \hat{q}_3) = 0,5$. Підсумкова оцінка не змінилася, проте новий вектор повідомлень агентів, які брали участь в узгодженні рішення, є вже рівновагою Неша (Чхартишвили, 2004; Новиков, Чхартишвили, 2013), тобто у наведеному

Для цього введемо $n - 1$ число:

прикладі $z_0 = 1, z_1 = \frac{2}{3}, z_2 = \frac{1}{3}, z_3 = 0$. Отже, $r = 2$ та $d_2 = \frac{1}{2} = \min(\frac{2}{3}; \frac{1}{2})$.

Таким чином, до стабільної інформаційної рівноваги приводять такі уявлення реальних і фантомних агентів: $d_{\gamma 2} = \frac{1}{2}, d_{\gamma 1} \leq \frac{1}{2}, d_{\gamma 3} \geq \frac{1}{2}, \gamma \in \Sigma$.

Отже, для будь-якого механізму експертизи $\alpha(\cdot)$ з метою використання у процесі узгодження рішень на горизонтальному рівні управління на підприємствах можна побудувати еквівалентний прямий механізм, де повідомлення достовірної інформації є рівновагою Неша (Чхартишвили, 2004; Новиков, Чхартишвили, 2013). Такий висновок дозволяє стверджувати, що якщо координаційний центр зацікавлений в отриманні достовірної інформації від агентів на рівні, де узгоджується рішення, то він може досягти такої мети управління з використанням неманіпульованого прямого механізму.

Однак метою управління координаційного центру може бути отримання результату узгодження, який максимально буде наближеним до деякого значення $x_0 \in [q^{min}; q^{max}]$. Тоді нехай центру відомі думки агентів $\{d_i \in [q^{min}; q^{max}]\}_{i \in N}$, але нікому з них не відомі достовірно думки інших. Рефлексивне управління при такому випадку полягає у формуванні в агентів таких структур інформованості (уявлення агентів одного рівня управління, які беруть участь у процесі горизонтального узгодження рішення), щоб інформація, яку повідомляють, приводила б до прийняття найбільш вигідного для центру (максимально наближеного до x_0) рішення.

Позначимо $x_{0i}(h_i, d_i)$ як розв'язок рівняння

$$\alpha(h_i, \dots, h_i, x_0, h_i, \dots, h_i) = d_i, \quad (8)$$

де x_0 стоїть на i -му місці, $i \in N$.

Змістовно умова (8) – це найкраща відповідь i -го агента на одностайне повідомлення іншим агентам величини h_i . У формулі (8) h_i визначає одностайність рішень агентів щодо питання, яке розглядається, аналогічно до формули (1).

З урахуванням безперервності та монотонності механізму $\alpha(\cdot)$ при фіксованому типі агентів d_i i -го агента $x_{0i}(h_i, d_i)$ – безперервна спадна функція h_i . Нехай $x_0 \in [q^{min}; q^{max}]$, тоді $\forall h_i \in \mathbb{R}^1$, $\forall d_i \in [q^{min}; q^{max}]$:

$$x_0 \in [q_i^{min}(d_i); q_i^{max}(d_i)], i \in N, \quad (9)$$

де

$$q_i^{min}(d_i) = \max\{q^{min}; x_{0i}(q^{max}, d_i)\}, \quad (10)$$

$$q_i^{max}(d_i) = \min\{q^{max}; x_{0i}(q^{min}, d_i)\}, i \in N. \quad (11)$$

Висновки. Узгодження рішень на підприємстві передбачає складний процес досягнення згоди між агентами, де певною перешкодою постає питання відстоювання особистих інтересів економічного агента, що є основною причиною затягування часу та може ускладнювати вирішення як поточних, так і стратегічно важливих питань на підприємствах, що призводить до неефективності функціонування окремих підрозділів та підприємства загалом. Найчастіше це пов'язано з тим, що прийняття рішень відбувається в умовах обмеженого обміну інформацією, коли члени групи мало поінформовані про сферу рішення, яке приймається, або навпаки достатньо інформовані, але мають власні цілі, які можуть суперечити стратегічним цілям підприємства.

Розглянуто моделювання процесу горизонтального узгодження рішень на підприємстві з наявністю координаційного центру на більш високому рівні, ніж той, де відбувається узгодження.

Наведено два варіанти управління процесом узгодження рішень на підприєм-

ствах із різними цілями координаційного центру:

перший передбачає досягнення мети управління координаційним центром, зацікавленим в отриманні достовірної інформації від агентів на рівні, де узгоджується рішення, із використанням неманіпульованого прямого механізму, у якому повідомлення достовірної інформації є рівновагою Неша;

другий – наявність у процесі горизонтального узгодження рішень на підприємстві у координаційного центру певної мети управління. Рефлексивне управління в цьому випадку передбачає маніпулювання отриманням результату узгодження, який максимально буде наблизений до деякого фіксованого значення – мети управління координаційного центру.

Застосування наведених моделей рефлексивного управління процесом горизонтального узгодження рішень на підприємстві залежить від наявної мети управління у координаційного центру. Використання відповідних моделей горизонтального узгодження на рівнях управління дозволить підвищити оперативність процесів колективного прийняття рішень на підприємствах, а отже, збільшити ефективність їх функціонування.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розгляд процесів узгодження рішень на різних рівнях управління підприємств.

Література

- Агафонова М. С., Барышева В. А. (2016). Разработка и реализация управленческих решений на предприятии. *Научно-методический электронный журнал Концепт*. № 17. С. 857-861.
- Болух М. А., Бурчевський В. З., Горбатов М. І. (2003). *Економічний аналіз*. М. Г. Чумаченко (заг. ред.). Київ: КНЕУ імені Вадима Гетьмана.

- Бурков В. Н., Новиков Д. А. (2004). Как управлять организациями. Москва: СИНТЕГ, 400 с.
- Гавкалова Н. Л. (2016). Управління персоналом в публічних організаціях: особливості та проблеми. *Ефективна економіка*. № 6. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5018> (дата звернення: 19.08.2021).
- Гавкалова Н. Л., Маркова Н. С. (2006). *Формування та використання інтелектуального капіталу*. Наукове видання ХНЕУ. Харків. 252 с
- Гришнова О. А. (2014). Людський, інтелектуальний і соціальний капітал України: сутність, взаємозв'язок, оцінка, напрями розвитку. *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/5075/3442.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення: 19.08.2021).
- Данюк В. М., Колот А. М., Суков Г. С. (2014). *Управління персоналом: підручник*. В.М. Данюк (заг. ред.). Краматорськ: НКМЗ. 666 с.
- Данюк В. М., Петюх В. М., Цимбалюк С. О., Крушельницька Я. В., Леонтенко О. М. (2004). *Менеджмент персоналу*. Київ: ХНЕУ імені Вадима Гетьмана. 398 с.
- Державна служба статистики України (2021). URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.08.2021).
- Добреньков В. И., Кравченко А. И. (2009). *Методы социологического исследования: учебник*. Москва: ИНФРА-М. 768 с.
- Колот А. М. (1998). *Мотивація, стимулювання і оцінка персоналу*. Київ: ХНЕУ імені Вадима Гетьмана. 224 с.
- Крушельницька О. В., Мельничук Д. П. (2005). Управління персоналом. Київ: Кондор. 308 с.
- Кузьмін О. Є., Адамів М. Є. (2016). Інформаційне забезпечення антисипативного управління підприємствами. *Регіональна економіка*. № 1. С. 81-90. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/regek_2012_1_11 (дата звернення: 19.08.2021).
- Кучинський В.А. (2018). Інноваційні технології в менеджменті персоналу і управлінні виробничими системами. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. № 19 (1295). С. 127-130.
- Леньков Р. В., Колосова О. А., Куликова О. А., Тихонова Е. В. (2014) *Соціологія управління: учебный словарь*. Москва: НИЦ ИНФРА-М. 136 с.
- Лєпа Р. М. (2012). *Моделі рефлексивного управління в економіці: монографія*. Донецьк: ІЭП НАН України. 380 с.
- Логвиненко Б. І. (2021). Інформаційна взаємодія агентів управління в системі узгодження рішень на підприємствах. *Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем: матеріали XIII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (8-9 квітня 2021 р.)*. Братислава –Харків: ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця. URL: <https://mpsesm.org/book/2021/index.html> (дата звернення: 19.08.2021).
- Логвиненко Б. И. (2108). Обоснование актуальности рефлексивного управления в системе согласования решений на предприятиях. *Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем: матеріали X Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (5-6 квітня 2018 р.)*. Братислава – Харків: ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця. С. 196-199.
- Логвиненко Б. И. (2019). Теоретические аспекты рефлексивного управления в системе согласования решений на предприятии. *Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (11-12 квітня 2019 р.)*. Братислава – Харків, ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця. URL: <http://mpsesm.org/book/2019/index.html> (дата звернення: 19.08.2021).
- Люльчак Л. А. (2004). Обучение персонала как необходимость развития любой организации. *Культура народов Причерноморья*. № 55 (3). С. 106-118.
- Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. (2013). *Рефлексия и управление: математичес-*

- кие модели. Москва: Издательство физико-математической литературы. 412 с.
- Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. (2003). Рефлексивные игры. Москва: СИНТЕГ. 149 с.
- Турлакова С. С. (2020). Методы моделирования процессов управления стадным поведением в социально-экономических системах. *Економіка промисловості* № 1 (89) С. 98-121 DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.01.98>
- Турлакова С. С., Логвиненко Б. І. (2021). Особливості управління в системі узгодження рішень на підприємствах. *Економічний вісник Донбасу*. № 2 (64). С. 151-155. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-2\(64\)-151-155](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-2(64)-151-155)
- Чхартишвили А. Г. (2004). Теоретико-игровые модели информационного управления. Москва: ЗАО ПМСОФТ. 227 с.
- Шатько О. В., Богиня Д. П. (2004). Енциклопедія Сучасної України. *Інститут енциклопедичних досліджень НАН України*. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=35836 (дата звернення: 19.08.2021).
- Янг С. (1972). *Системное управление организацией*. Пер. с англ. под ред. С. П. Никанорова, С. А. Батасова. Москва: Советское радио. 456 с.
- Яресь О. Б., Паньшин И. В. (2011). *Методы принятия управленческих решений*: учеб. пособие. Изд-во Владим. гос. ун-та имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. 66 с.
- Armstrong M. (2010). *A Handbook of Human Resource Management Practice*. Kogan Page Business Books; 9th edition. P. 1024.
- Spence M. (1977). Entry, capacity, investment and oligopolistic pricing. *Bell Journal of Economics*. 8 (2). P. 534-544.
- References**
- Agafonova, M. S., & Barysheva, V. A. (2016). Development and implementation of management solutions at the enterprise. *Scientific-methodical electronic journal Concept*, 17, pp. 857-861 [in Russian].
- Bolyukh, M. A., Burchevsky, V. Z., & Gorbak, M. I. (2003). *Economic analysis*. In M. G. Chumachenko (Ed.). Kyiv: Kyiv National University of Economics named after Vadim Hetman [in Ukrainian].
- Burkov, V. N., & Novikov, D.A. (2004). *How to manage organizations*. Moscow: SINTEG [in Russian].
- Gavkalova, N. L. (2016). Personnel management in public organizations: particularities and problems. *Effective economy*, 6. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5018> [in Ukrainian].
- Gavkalova, N. L., & Markova, N. S. (2006). *Formation and registration of the intellectual capital*. Kharkiv: Naukove vidannya KhNEU. [in Ukrainian].
- Grishnova, O. A. (2014). *Ludskiy, intellectual and social capital of Ukraine: day, interconnection, evaluation, direct development*. Kyiv: Kyiv National University named after Taras Shevchenko. Retrieved from <https://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/5075/3442.pdf?sequence=1&isAllowed=1> [in Ukrainian].
- Danyuk, V. M., Kolot, A. M., & Sukov, G. S. (2014). *Personnel management: textbook*. V. M. Danyuk (Ed.). Kramatorsk: NKMZ, 2013 [in Ukrainian].
- Danyuk, V. M., Petyukh, V. M., Tsimbalyuk, S. O., Krushelnitska, Y. V., & Leontenko, O. M. (2004). *Management to personnel*. Kyiv: Kyiv National University of Economics named after Vadim Hetman [in Ukrainian].
- State Employment Service of Ukraine (2021). Analytical and statistical information. Retrieved from <https://www.dcz.gov.ua/storinka/analitika-ta-statystyka> [in Ukrainian].
- Dobrenkov, V. I., & Kravchenko, A. I. (2009). *Methods of sociological research: Textbook*. Moscow: INFRA-M [in Russian].
- Kolot, A. M. (1998). *Motivation, stimulation and assessment of personnel*. Kyiv: Kyiv National University of Economics named after Vadim Hetman [in Ukrainian].

- Krushelnitska, O. V., & Melnichuk, D. P. (2005). Personnel management. Kyiv: Condor [in Ukrainian].
- Kuzmin, O. Ye., & Adamiv, M. Ye. (2016). Information on the safety of antisipative management of enterprises. *Regional economy*, 1, pp. 81-90. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/regek_2012_1_11 [in Ukrainian].
- Kuchinsky, V. A. (2018). Innovative technologies in management personnel and management of virobny systems. *Bulletin of the National Technical University Kharkiv Polytechnic Institute*, 19 (1295), pp. 127-130 [in Ukrainian].
- Len'kov, R. V., Kolosova, O. A., Kulikova O. A., & Tikhonova, E. V. (2014). *Sociology of Management: An Educational Dictionary*. Moscow: SIC INFRA-M [in Russian].
- Lepa, R. M. (2012). Reflexive control models in economics. Donetsk: Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine.
- Logvinenko, B. I. (2021). Information interaction of management agents in the systems of economic management at industrial enterprises. *Current problems in the model of social and economic systems: Materials XIII International science-practical Internet-conference* (Kharkiv, 8-9 April). Bratislava – Kharkiv: Higher School of Economics and Management - Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics. Retrieved from <https://mpsesm.org/book/2021/index.html> [in Ukrainian].
- Logvinenko, B. I. (2018). Substantiation of the relevance of reflexive control in the system of coordination of decisions at enterprises. *Current problems in the model of social and economic systems: Materials XII International science-practical Internet-conf.* (Kharkiv, 5-6 April). (pp. 196-199). Bratislava – Kharkiv: Higher School of Economics and Management - Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics [in Russian].
- Logvinenko, B. I. (2019). Theoretical aspects of reflexive control in the system of coordination of decisions in the enterprise. *Current problems in the model of social and economic systems: Materials XI International science-practical conf.* (Kharkiv, 11-12 April 2019). Bratislava – Kharkiv: Higher School of Economics and Management - Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics. Retrieved from <http://mpsesm.org/book/2019/index.html> [in Russian].
- Lyulchak, L. A. (2004). Personnel training as a necessity for the development of any organization. *Culture of the peoples of the Black Sea region*, 55 (3), pp. 106-118 [in Ukrainian].
- Novikov, D. A., & Chkhartishvili, A. G. (2013). *Reflection and control: mathematical models*. Moscow: Publishing house of physical and mathematical literature [in Russian].
- Novikov, D. A., & Chkhartishvili, A. G. (2003). *Reflexive games*. Moscow: SINTEG [in Russian].
- Turlakova, S. S. (2020). Methods for modeling the processes of managing herd behavior in socio-economic systems. *Econ. promisl.*, 1 (89). pp. 98-121. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.01.98> [in Russian].
- Turlakova, S. S., & Logvinenko, B. I. (2021). Features of management in the systems of uzgodzhennya solutions at enterprises. *Economic Herald of the Donbass*, 2 (64), pp. 151-155. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-2\(64\)-151-155](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-2(64)-151-155) [in Ukrainian].
- Chkhartishvili, A. G. (2004). *Game-theoretic models of information management*. Moscow: ZAO PMSOFT [in Russian].
- Shatko, O. V., & Goddess, D. P. (2004). Encyclopedia of the Successful Ukraine. *Institute of Encyclopedic Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine*. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=35836 [in Ukrainian].

- Young, S. (1972). *Management: A System Analysis*. (S. P. Nikanorova, S. A. Batasova, Trans.). Moscow: Sovetskoye radio [in Russian].
- Yares, O. B., & Panshin, I. V. (2011). *Methods for making managerial decisions: textbook*. Publishing house Vladimir state University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov [in Russian].
- Armstrong, M. (2010). *A Handbook of Human Resource Management Practice*. Kogan Page Business Books; 9th edition.
- Spence, M. (1977). Entry, capacity, investment and oligopolistic pricing. *Bell Journal of Economics*, 8 (2), p. 534-544.

Светлана Сергеевна Турлакова,

д-р экон. наук, доцент

E-mail: svetlana.turlakova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3954-8503>;

Богдан Игоревич Логвиненко,

аспирант

Институт экономики промышленности НАН Украины

ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: bodya00728@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7956-2916>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СОГЛАСОВАНИЯ РЕШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ОСНОВЕ РЕФЛЕКСИВНОГО ПОДХОДА

Обоснована актуальность исследования процессов согласования решений на предприятиях путем математического моделирования соответствующих процессов. Определено понятие горизонтального согласования решений на предприятиях. Рассмотрено моделирование процесса горизонтального согласования решений на предприятии с наличием координационного центра на более высоком уровне, чем тот, где происходит согласование. Представлено два варианта управления процессом согласования решений на предприятиях с различными целями координационного центра. Первый предполагает достижение цели управления координационным центром, заинтересованным в получении достоверной информации от агентов на уровне согласования решения, с использованием неманипулируемого прямого механизма. Второй – наличие в процессе горизонтального согласования решений на предприятии у координационного центра определенной цели управления. Рефлексивное управление в этом случае предусматривает манипулирование получением результата согласования, который будет максимально приближен к некоторому фиксированному значению – цели управления координационного центра.

Применение приведенных моделей рефлексивного управления процессом горизонтального согласования решений на предприятии зависит от имеющейся цели управления у координационного центра. Использование соответствующих моделей горизонтального согласования на уровнях управления будет способствовать повышению оперативности процессов коллективного принятия решений на предприятиях, что позволит повысить эффективность их функционирования. Определено перспективное направление исследования – моделирование процессов согласования решений на различных уровнях управления.

Ключевые слова: моделирование, процесс согласования, принятие решений, рефлексивный подход, предприятие.

JEL: C02, C52, C53, P00

Svitlana S. Turlakova,

Doctor of Economics, assistant professor

E-mail: svetlana.turlakova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3954-8503>;

Bohdan I. Lohvinenko,

graduate student

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: bodya00728@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7956-2916>

MODELING THE PROCESS OF HORIZONTAL COORDINATION OF DECISIONS AT ENTERPRISES BASED ON A REFLEXIVE APPROACH

The relevance of the study of the processes of coordination of decisions at enterprises by means of mathematical modeling of the corresponding processes has been substantiated in the paper. The concept of horizontal coordination of decisions at enterprises has been defined. The modeling of the process of horizontal coordination of decisions at an enterprise with the presence of a coordination center at a higher level than the one where the coordination takes place is considered. At the same time, two options for managing the process of coordinating decisions at enterprises with different goals of the coordination center are given. The first case assumes the achievement of the goal of managing a focal point, interested in obtaining reliable information from agents at the level of decision coordination with an employment of a non-manipulated direct mechanism. The second case assumes that the coordination center has a specific management goal in the process of horizontal coordination of decisions at the enterprise. Reflexive control in this case provides for the manipulation of obtaining the result of agreement, which will be as close as possible to a certain fixed value – the control goal of the coordination center.

The use of the models of reflexive management of the process of horizontal coordination of decisions at the enterprise, which are given in the article, depends on the existing management goal of the coordination center. The use of appropriate models of horizontal coordination at management levels will help to increase the efficiency of collective decision-making processes at enterprises, which will improve the efficiency of their functioning. A promising direction of research has been defined – modeling the processes of coordinating decisions at different levels of management.

Keywords: modeling, coordination process, decision making, reflexive approach, enterprise.

JEL: C02, C52, C53, P00

Формат цитування:

Турлакова С. С., Логвіненко Б. І. (2021). Моделювання процесу горизонтального узгодження рішень на підприємствах на основі рефлексивного підходу. *Економіка промисловості*. № 4 (96). С. 81-92. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.081>

Turlakova, S. S., & Lohvinenko, B. I. (2021). Modeling the process of horizontal coordination of decisions at enterprises based on a reflexive approach. *Econ. promisl.*, 4 (96), pp. 81-92. DOI: <http://doi.org/10.15407/econindustry2021.04.081>

Надійшла до редакції 16.09.2021 р.

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

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

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)³. 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-

¹ 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).

² 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).

³ 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 (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)¹.

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

¹ 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 (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, 2020¹; 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-

¹ 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 (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^{2,3} та STEAM-освіти, в публікаціях (Maltas, 2016; Conradt, Vogner, 2018; Conradt, 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

² 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 (дата звернення: 31.08.2021).

³ 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 зайнятості¹ (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-

¹ 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, 2020¹; 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).

¹ 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/gjmb18sv10n1_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 працівників¹.

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-

¹ 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 технікою². 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^{3,4}.

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

² 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).

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

⁴ 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 (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 ризики 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 розвитку¹.

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 промислового виробництва (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

¹ 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 освіти¹.

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 дослідженнях². 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

¹ 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).

² 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^{1,2}. 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 цифровізації³.

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 професій⁴. 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;

¹ 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 (дата звернення: 31.08.2021).

² 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 (дата звернення: 31.08.2021).

³ 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 (дата звернення: 31.08.2021).

⁴ 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 (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 підприємства¹. 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.

¹ 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 (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	Освіта (знання та навички), творчі здібності. 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	Освіта (знання та навички), мобільність. 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	Мобільність, мотивація. 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	Творчі здібності, мотивація. 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	Освіта (знання та навички). 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.	Організаційний (структурний) капітал. Ризики втрати конфіденційної інформації щодо людського капіталу підприємства	

1	2	3
Розвиток інформаційних технологій та необхідність досягнення підприємством конкурентних переваг.	Організаційний (структурний) капітал. Потенційна частина людського капіталу. Необхідність упровадження нового методу управління людськими ресурсами E-HRM, що дозволить знизити кількість адміністративно-управлінського персоналу на підприємстві ¹ , 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.	Здоров'я. 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-

¹ 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 (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 багатограними, 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 розвинутих 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/oeq/gpm020](https://doi.org/10.1093/oeq/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](https://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.

REVIEW

of a collective monograph «Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness» (Vishnevsky V. P., Harkushenko O. M., Zanizdra M. Yu., Kniaziev S. I., Lypnytskyi D. V., Chekina V. D. Kyiv: Akadempriodyka, 2021) (<https://iie.org.ua/monografiyi/cifrovizacija-jekonomiki-kak-povysit-konkurentosposobnost-strany/>)

Nowadays digitalization is a key factor in the development of all sectors of an economy. The effective implementation of digital technologies to coordinate processes related to operational, marketing and other activities, is the top priority for many enterprises. The emergence of digital business platforms has opened new opportunities not only for the improvement of the resource coordination efficiency, but also for the change of business models and business behaviour. Digitalization processes are also taking place in the public sector of an economy – digital platforms are being created for public service delivery and online databases are being formed. Digitalization takes a significant place in the field of information security, etc.

Due to the fact, that the choice of "digit" is imposed by advertising and the market supply, the digitalization process is gradual and relatively easy in everyday life. But for business and government structures there is a difficult task of formation of a strategic point of view how these technologies will increase business capitalization and improve public administration. It should also be borne in mind that it takes time and investments to implement digital innovations and adapt personnel to new technological conditions.

Each country chooses its own path of digital transformation, develops strategies and programs for economic growth in the new digital environment. Therefore, it is extremely important and timely to study the assessment of the transformational potential of an economy, opportunities and obstacles associated with the introduction of digital technologies in the activities of enterprises and organizations, equipment and technology, production and

non-production processes. The monograph presented for review is one of such researches.

It is worth noting the well-constructed structure of the monograph. It consistently reveals a set of issues related to the definition, development and effective use of the transformational potential of digitalization is consistently revealed – from theoretical aspects related to the development of the ICT sector (chapter 1) and digital technologies (chapter 2) to the analysis of the digitalization impact on the environment (chapter 3) and economic growth (chapter 4). The materials of Section 5 are of practical significance – general principles of assessment and scientific and methodological approaches to modelling the transformational potential of the digital economy are presented, the ways of its increase are substantiated. The monograph is well illustrated with statistical tables, figures and graphs.

These research raises relevant issues of developing national and international legal norms in the ICT field (paragraph 1.2), creating conditions for the successful development of this sector (paragraph 1.3) and the impact of digitalization on the results of economic activity (paragraph 2.2).

The authors deeply analysed the possibilities of digital transformation of an economy through the employment of the fifth generation of 5G mobile communications (paragraph 2.3.1) and Big Data (paragraph 2.3.2). These technologies, in turn, are the basis for the further implementation of other digital technologies such as blockchain (paragraph 2.3.3). The potential of it is revealed in the optimization of business operations and the reform of public authorities, as well as the Internet of Things and artificial intelligence.

© Yu. S. Zaloznova, 2021

However, in my opinion, the monograph does not pay enough attention to the last two technologies, regard to the fact that "combination of IoT and artificial intelligence with the blockchain will be able to trigger a new stream of innovations" (p. 72).

The analysis of the impact of digitalization on sustainable development deserves attention. It was carried out by clustering countries according to the criterion of general patterns of socio-economic and digital processes (paragraph 3.2). It is resulted in conclusions about the different level of digitalization impact on an economy's development and the environment, as well as the dependence of this level from the general level of the economy growth and of the real sector technologies.

By deepening this analysis, authors studied the ecological-digital profile of Ukraine using the relevant indices and analysis of government programs for the development of the ICT sector and environmental policy (paragraph 3.3). It was defined that the effectiveness of digitalization to solve environmental problems in Ukraine due to the development of national manufacturing, design and the introduction of modern production processes and products. The monograph emphasizes that the issue of environmental consequences of an economy's digitalization requires a timely response at the state level, including through the implementation of a special national academic program to assess various aspects of the impact of the latest digital technologies on the environment as part of the general strategy for the sustainable development of national industry.

The monograph also raises topical issues of monitoring and assessing digitalization (paragraph 4.1). This making proposals for further study and improvement of indicators to consider problems of measuring and integrating the digital economy into national accounts and other statistical systems. Analysis of modern models of the ICT impact on economic development (paragraphs 4.2, 4.3) showed that the main disadvantage of such models is the outdated methodology for data analysis and the lack of consideration of the technolo-

gies' life cycle and technological gaps, capital depreciation. To expand the scope of models of ICT impact on economic development, it is proposed to carry out such studies considering the group (cluster) patterns of countries' development in space and time with the construction of appropriate complexes of models.

Based on the results of the study, the authors established an S-shaped relationship between the costs of digitalization and the results of economic activity, calculated the size of the digital economy by countries of the world and formed clusters of countries by the level of digitalization (paragraph 5.1). Carried out an original assessment of the digitalization impact on the economic development of each cluster on the example of Ukraine, the Czech Republic and Germany (paragraph 5.2). Also, proposals have been developed to increase the transformational potential of digitalization and the competitiveness of the national economy (paragraph 5.3).

The argumentation of the study, in which authors advise to establish the effects of digitalization using the concept of the technologies' life cycle deserves a special attention. These effects described by S-shaped curves, and abrupt (rather than smooth) transitions from one curve to another due to changes in the dominant technologies in one or another country (p. 159-160). This is an important conclusion that allows us to deepen our understanding of the complex processes of digitalization. At the same time, this argumentation requires strengthening. In this context, it was also advisable to draw attention to the well-known "valley of death" problem, which characterizes the gap between academic and applied research in relation to the technology readiness level.

It is worth focusing readers' attention on the fact that this work is a logical and consistent continuation of the authors' researches carried out at the Institute of Industrial Economics of the National Academy of Sciences of Ukraine. During which the authors specialize in the problems of industrial development and industrial policy, especially in emerging economies. Their result was the publication of

the monographs "Smart industry in the era of the digital economy: prospects, directions and mechanisms of development" (2018) and "Smart industry: directions of formation, problems and solutions" (2019), which are in stable demand among Ukrainian and foreign researchers as evidenced by the performance of digital science platforms such as Google Scholar and Academia.edu. The new monograph is also can be found in the public domain on the Internet and has already found its readers, which indicates the interest in the research topic and the results.

This direction of research has become the impetus for a ramified analysis of the range of issues related to the digitalization of the economy and its impact on the economic development of our state. At present, the specialists of the Institute have a significant backlog of research in this field, which is presented

in monographs and specialized scientific journals that can be found on the website of the Institute of Industrial Economics of the National Academy of Sciences of Ukraine.

In conclusion, I would like to note that results obtained in the monograph "Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness" have both scientific and practical significance, primarily for emerging economies. The presented material is distinguished by substantiation, reliability, consistency and accuracy. Its authors were able to present results of their study in a good scientific (but never dry) and understandable language for the modern reader. Thus, the monograph presented for review is of undoubted interest and will be useful both for researchers, teachers, students, and for the general public.

*Corresponding Member
of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Doctor of Economics*

Yu. S. Zaloznova

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal



Економіка
Промисловості
Economy of Industry

Издается с 1997 года

Выходит ежеквартально



№ 4 (96)

2021

**Научно-практический журнал «Экономика промышленности» издается с 1997 г.
Свидетельство о государственной регистрации журнала КВ № 23249-13089ПР от 22.03.2018 г.
Выходит ежеквартально**

Журнал включен в Перечень научных специализированных изданий Украины
(в соответствии с приказом Министерства образования и науки Украины от 24.10.2017 г. № 1413)

ISSN 1562-109X (Print)
ISSN 2306-532X (Online)

Журнал зарегистрирован в Международном центре
периодических изданий (ISSN International
Center, г. Париж)

Журнал «Экономика промышленности» индексируется украинской общегосударственной реферативной базой данных «Україніка наукова» и представлен в **Научной электронной библиотеке периодических изданий НАН Украины**. Издание размещено в международной электронной библиотеке научной периодики **EBSCO Publishing**, а также в библиографической базе данных **WorldCat**. Журнал включен в международный каталог научных периодических изданий **Ulrich's Periodicals Directory**. Журнал индексируется наукометрической базой **Index Copernicus** (Варшава, Польша). С ноября 2011 г. издание включено в международную наукометрическую базу «Научная электронная библиотека **E-Library.Ru** (Российского индекса научного цитирования – **РИНЦ**)». Издание индексируется свободно доступной системой **GoogleScholar**. С 2013 г. научно-практический журнал «Экономика промышленности» индексируется в международных наукометрических базах: **DRJI** (Directory of Research Journals Index) и **Research Bible** (Токио, Япония). Журнал включен в индексированную систему журналов открытого доступа **CiteFactor**, а также в реферативную базу данных European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (**ERIH PLUS**).

Основатели:

Национальная академия наук Украины,
Институт экономики промышленности

E-mail:

RPokotylenko@econindustry.org,
admin@econindustry.org.

Web: www.ojs.econindustry.org.

Web: iie.org.ua

Адрес редакции:

ул. М. Капнист, 2,
Киев, Украина, 03057.

Тел.: (044) 200-55-71.

Моб.: (095) 291-03-11

Научно-редакционный совет:

АМОША А.И. (председатель редакционного совета, акад. НАН Украины. Институт экономики промышленности НАН Украины), АЛЕКСАНДРОВ И.А. (д.э.н., проф. Одесский национальный политехнический университет), ГЕЕЦ В.М. (акад. НАН Украины. Институт экономики и прогнозирования НАН Украины), ДЕМЕНТЬЕВ В.В. (д.э.н., проф. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации), КВИЛИНСКИ А. (к.э.н. Лондонская академия науки и бизнеса, Англия), ЛИБАНОВА Э.М. (акад. НАН Украины. Институт демографии и социальных исследований им. М.В. Птухи НАН Украины), МАКОГОН Ю.В. (д.э.н., проф. Мариупольский национальный университет).

Редакционная коллегия:

ВИШНЕВСКИЙ В.П. (главный редактор, акад. НАН Украины. Институт экономики промышленности НАН Украины), ЗАЛЮЗНОВА Ю.С. (зам. главного редактора, чл.-кор. НАН Украины. Институт экономики промышленности НАН Украины), ПОКОТИЛЕНКО Р.В. (зам. главного редактора, ответственный редактор, к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), ГАРКУШЕНКО О.Н. (секретарь редакционной коллегии, к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), АНТОНЮК В.П. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), БРЮХОВЕЦКАЯ Н.Ю. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), БУЛЕЕВ И.П. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), КРАВЧЕНКО О.А. (д.э.н., проф. Государственный университет инфраструктуры и технологий), МАЙБУРОВ И.А. (д.э.н., проф. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия), МИХНЕНКО В. (к.э.н., Оксфордский университет, Великобритания), НОВИКОВА О.Ф. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), ПОГОРЛЕЦКИЙ А.И. (д.э.н., проф. Санкт-Петербургский государственный университет, Россия), СОЛДАК М.А. (к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), ХАРАЗИШВИЛИ Ю.М. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), ЧЕРЕВАТСКИЙ Д.Ю. (д.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины).

Статьи для публикации в научно-практическом журнале отбираются на условиях конкурса, по результатам внутреннего и внешнего рецензирования. Ответственность за достоверность фактов, дат, названий, имен, данных, цитат несут непосредственно авторы статей. Редакция может не разделять высказанные в статьях мнения и выводы, что не налагает на нее никаких обязательств. Перепечатки и переводы допускаются только с согласия автора и редакции. Материалы публикуются на языке оригинала.

Рекомендован к печати ученым советом Института экономики промышленности НАН Украины
(протокол № 12 от 18.10.2021 г.)

© Институт экономики промышленности НАН Украины
© Экономика промышленности, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Охтеня А. А., Дасив А. Ф.** Экономико-математическое моделирование долгосрочного развития национальной промышленности в условиях цифровизации с использованием производственной функции5
- Панькова О. В., Касперович А. Ю.** Целевые приоритеты регуляторной политики Украины по формированию условий достойного труда в платформенной экономике21
- Корытько Т. Ю., Крук Е. Н.** Моделирование влияния инвестиционной активности предприятий на уровень устойчивого развития региона с использованием аппарата нечеткой логики41
- Воргач Е. А.** Индивидуальное подоходное налогообложение в стимулировании развития человеческого капитала.....56

ПРОБЛЕМЫ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ И ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Турлакова С. С., Логвиненко Б. И.** Моделирование процесса горизонтального согласования решений на предприятиях на основе рефлексивного подхода81

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Руссиян Е. А.** Влияние развития "Индустрии 4.0" на человеческий капитал промышленного предприятия: зарубежный опыт.....93

РЕЦЕНЗИИ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ

- Залознова Ю. С.** Обзор коллективной монографии «Цифровизация экономики: как улучшить конкурентоспособность страны» (Вишневский В. П., Гаркушенко О. Н., Заниздра М. Ю., Князев С. И., Липницкий Д. В., Чекина В. Д. Киев: Академперіодика, 2021) 118

THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

Scientific and practical journal



ЕКОНОМІКА
ПРОМИСЛОВОСТІ
Economy of Industry

Since 1997

Published quarterly



No. 4 (96)

2021

**The scientific and practical journal "Economy of Industry" has been publishing since 1997
The certificate of the journal state registration is KB No. 23249-13089IIP dated 22.03.2018
The journal is published quarterly**

The journal is included in the List of specialized scientific editions of Ukraine
(in accordance with the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine
of October 24, 2017 No. 1413)

ISSN 1562-109X (Print)
ISSN 2306-532X (Online)

The Journal is registered in the International Center of
periodicals (ISSN International Center, Paris)

The journal "Economy of Industry" is indexed in the Ukrainian nationwide abstract database "Ukrayinika naukova" and is offered in the **Scientific electronic library of periodicals of the NAS of Ukraine**. The periodical is offered also in to the global electronic library of science periodicals **EBSCO Publishing**, in to the **Ulrich's Periodicals Directory** and also in the world's largest network of library content and services **WorldCat**. The journal is indexed by the scientometric base **Index Copernicus** (Warsaw, Poland). Since November 2011 the journal has been including into the International Scientometric Database "Scientific Electronic Library **E-Library.Ru** (the Russian Science Citation Index – **RSCI**)". The periodical is indexed in the freely accessible search system **GoogleScholar**. Since 2013 the journal is indexed in the Scientometric Databases: **DRJI** (Directory of Research Journals Index) and **Research Bible** (Tokyo, Japan). The journal is included in to the **Citefactor** service that provides access to quality controlled Open Access Journals and in to the reference database of the **European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (ERIH PLUS)**.

Founders:

The NAS of Ukraine,
The Institute of Industrial Economics

E-mail:

RPokotylenko@econindustry.org,
admin@econindustry.org.
Web: www.ojs.econindustry.org.
Web: iie.org.ua

The address of the editorial office:

2 M. Kapnist Str.,
Kyiv, Ukraine, 03057.
Tel.: 38 (044) 200-55-71.
Mobile tel.: 38(095) 291-03-11

Editorial Council:

AMOSHA O.I. (Chairman of the Editorial Council, Fellow of the NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), ALEXANDROV I.O. (Doctor of Economics, Professor, Odessa National Polytechnic University), DEMENTIEV V.V. (Doctor of Economics, Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation), GEETS V.M. (Academician of the NAS of Ukraine, Institute of Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine), KWILINSKI A. (PhD in Economics, London Academy of Science and Business, England), LIBANOVA E.M. (Academician of the NAS of Ukraine, Institute of Demography and Social Studies named after M.V. Ptukha of the NAS of Ukraine), MAKOGON Yu.V. (Doctor of Economics, Professor, Mariupol State University).

Editorial Board:

VISHNEVSKY V.P. (Chief Editor, Member of the Editorial Council, Fellow of the NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), ZALOZNOVA Yu.S. (Deputy Chief Editor, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), POKOTYLENKO R.V. (Deputy Chief Editor, Managing Editor, PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), GARKUSHENKO O.M. (Secretary of the Editorial Board, PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), ANTONYUK V.P. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), BRYUKHOVETSKAYA N.Ye. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), BULEEV I.P. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), CHEREVATSKYI D.Yu. (Doctor of Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), KHARAZISHVILI Yu.M. (Doctor of Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), KRAVCHENKO O.O. (Doctor of Economics, State University of Infrastructure and Technology), MAYBUROV I.A. (Doctor of Economics, Professor, Ural Federal University named after the First President of Russia Boris Yeltsin, Russia), MYKHENKO V. (PhD in Political Economy, University of Oxford, United Kingdom), NOVIKOVA O.F. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine), POGORLETSKIY A.I. (Doctor of Economics, Associate Professor, St. Petersburg State University, Russia), SOLDAK M.O. (PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine).

Articles for publication in the scientific and practical journal are selected under the terms of competition by the results of internal and external reviewing. The authors of the articles are fully responsible for accuracy of facts, dates, titles, proper names, data, and quotations. The publisher may not share the opinions expressed in articles, and does not assume any obligations concerning authors' points of view. Reprints and translations are allowed only in the consent of the author and publisher. Materials are printed in the source language.

**The issue is approved for publication by the Academic Council of the
Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine
(protocol No. 12 dated 18.10.2021)**

© The Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine
© Economy of Industry, 2021

CONTENTS

MACROECONOMIC AND REGIONAL PROBLEMS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT

- Okhten O. O., Dasiv A. F.** Economic and mathematical modeling of long-term development of national industry in the conditions of digitalization with the use of a production function5
- Pankova O. V., Kasperovych O. Yu.** Ukrainian regulatory policy's target priorities to ensure decent working conditions in a platform economy21
- Korytko T. Yu., Kruk O. M.** Modelling an impact of enterprises' investment activity on the level of a region's sustainable development using fuzzy logic apparatus41
- Vorhach O. A.** Personal income taxation in the human capital development incentive56

PROBLEMS OF DEVELOPMENT STRATEGY AND FINANCIAL AND ECONOMIC INDUSTRY REGULATION

- Turlakova S. S., Lohvinenko B. I.** Modeling the process of horizontal coordination of decisions at enterprises based on a reflexive approach81

SOCIAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT

- Russiiian O. A.** The influences of the "Industry 4.0" development on the human capital of the industrial enterprise: foreign experience93

REVIEWS, INFORMATION MESSAGES

- Zaloznova Yu. S.** Review of a collective monograph «Digitalization of the economy: how to improve the country's competitiveness» (Vishnevsky V. P., Harkushenko O. M., Zanizdra M. Yu., Kniaziev S. I., Lypnytskyi D. V., Chekina V. D. Kyiv: Akademiya, 2021) 118

Науково-практичний журнал

№ 4 (96)
2021



Scientific and practical journal

Економіка
Промисловості
Economy of Industry

Видається з 1997 року

Виходить щоквартально

Оригінал-макет підготовлено у відділі інформатизації наукової діяльності
Інституту економіки промисловості НАН України

Літературний редактор

О. А. Кокорєва

Комп'ютерна верстка

Я. Є. Красуліна

Відповідальний редактор

Р. В. Покотиленко

Засновники:

Національна академія наук України,
Інститут економіки промисловості

Свідоцтво про державну реєстрацію журналу
КВ № 23249-13089ПР від 22.03.2018 р.