

Nina Petrukha<sup>1</sup>

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

Oleh Nazukov<sup>2</sup>

"Energograd" LLC, Vasylkiv, Ukraine

## Human Capital in the Post-War Recovery of the Energy Industry

**Abstract.** Restoring the energy infrastructure damaged due to military aggression requires consistent political leadership, effective planning, financial resources, and human capital. The purpose of the article is to analyze the current state of human capital formation and justify the directions of its increase. The issue of human capital formation is presented in the article through the prism of the need for the post-war recovery of Ukraine's energy industry on an innovative basis. Within the framework of the economic mechanism of human capital formation for the needs of the energy transition, a critical component is the system of education and science. The authors assessed the "Human capital and research" factor for post-war recovery based on an input-output analysis of the components of the Global Innovation Index for Ukraine. The study showed a decrease in the contribution of the "Human capital and research" factor to the development of the innovative sphere of Ukraine during 2021-2023. The decomposition of the "Human capital and research" factor allowed us to conclude its further weakening by the following components: the total volume of education funding in % of GDP; the average performance of students according to the PISA assessment; coverage of the population by higher education; expenditure on research and development in % of GDP; the success of Ukrainian universities, measured regarding the success of the top 3 universities in the world according to the version of the QS World University Rankings. Based on the results of the analysis, steps aimed at strengthening individual components of human capital are proposed: diversification of non-state participation in both financing and provision of education, in particular through state stimulation of training at the workplace; support of employment with intensive use of knowledge; determination of priority areas of specialist training. State instruments for the implementation of these steps are: the provision of direct budget support in the form of grants and innovative transfers; the provision of state guarantees for enterprise loans obtained for the implementation of innovation and investment projects; the provision of state support for the export of carbon-free energy products; reduction of the corporate income tax base by the volume of innovation costs and personnel training costs.

**Keywords:** human capital, economic mechanism of human capital formation, state measures to strengthen the human capital, energy transition, education, input-output analysis.

### Suggested Citation

Petrukha, N., Nazukov, O. (2024). Human Capital in the Post-War Recovery of the Energy Industry. *Oblik i finansi*, 2(104), 140-149. [https://doi.org/10.33146/2307-9878-2024-2\(104\)-140-149](https://doi.org/10.33146/2307-9878-2024-2(104)-140-149)

Ніна Петруха

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

Олег Назуков

ТОВ «Енергоград», м. Васильків, Україна

## Людський капітал у повоєнному відновленні енергетичної галузі

**Анотація.** Відновлення пошкодженої внаслідок військової агресії рф енергетичної інфраструктури вимагає не лише послідовного політичного керівництва, ефективного планування, але й фінансових ресурсів і, передусім, людського капіталу. Метою статті є аналіз поточного стану формування людського капіталу та обґрунтування напрямів його збільшення, виходячи з потреб повоєнного відновлення на прикладі енергетичної галузі України. Проблематика формування людського капіталу представлена у статті крізь призму потреб

<sup>1</sup> Nina Petrukha, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine.

ORCID 0000-0002-3805-2215

E-mail: nninna1983@gmail.com (Corresponding author)

<sup>2</sup> Oleh Nazukov, "Energograd" LLC, Vasylkiv, Ukraine.

ORCID 0009-0009-1739-4644

повоєнного відновлення енергетичної галузі України на інноваційній основі. Обґрунтовано, що система освіти і науки належить до основних об'єктів впливу в межах економічного механізму формування людського капіталу для потреб енергетичного переходу. Оцінку фактору «Людський капітал та дослідження» для повоєнного відновлення здійснено на основі input-output аналізу складових Global Innovation Index для України. Виявлено зниження внеску фактору «Людський капітал та дослідження» у розвиток інноваційної сфери України протягом 2021-2023 рр. Декомпозиція фактору «Людський капітал та дослідження» дозволила зробити висновки щодо подальшого його послаблення, зокрема за такими компонентами: загальний обсяг фінансування освіти у % ВВП; середня успішність учнів за оцінкою PISA; охоплення населення вищою освітою; витрати на дослідження і розробки у % ВВП; успішність українських університетів, виміряна відносно успішності топ-3 університетів світу за версією QS World University Rankings. За результатами аналізу запропоновано кроки, спрямовані на посилення окремих компонентів людського капіталу: диверсифікація недержавної участі як у фінансуванні, так і в забезпеченні освіти, зокрема шляхом державного стимулювання навчання на робочому місці; підтримка зайнятості з інтенсивним використанням знань; визначення пріоритетних напрямів підготовки фахівців. Державними інструментами реалізації цих кроків є надання прямої бюджетної підтримки у формі грантів та інноваційних трансфертів; забезпечення державних гарантій за кредитами підприємств, отриманими для реалізації інноваційно-інвестиційних проектів; надання державної підтримки експорту продукції безвуглецевої енергетики; зменшення бази податку на прибуток підприємств на розмір інноваційних витрат та витрат на навчання персоналу.

**Ключові слова:** людський капітал, економічний механізм формування людського капіталу, державні заходи посилення фактору людського капіталу, енергетичний перехід, освіта, input-output аналіз.

**Постановка проблеми.** Енергетична галузь є основою для розвитку промисловості будь-якої країни, вона визначає техніко-технологічні рамки виробничого, а також суспільного прогресу. Руйнування енергетичної інфраструктури України, особливо джерел генерації енергії, становить загрозу для економічної, суспільної, воєнної безпеки. Відновлення енергетики є одним із найскладніших завдань. Зруйнована енергетична інфраструктура України має бути відбудована не лише на принципах «краще, ніж було», але й відповідно до цілей ЄС щодо декарбонізації [1]. Це виходить за рамки заміни існуючої енергетичної інфраструктури та вимагає не лише послідовного політичного керівництва та відданості змін, достатнього планування та адміністративного потенціалу, але й фінансових ресурсів і людського капіталу.

Роль людського капіталу у забезпеченні повоєнного відновлення, зокрема й енергетичної галузі, є чи не вирішальною: вартість людського капіталу в структурі національного багатства розвинених країн складає близько 85%. Водночас, формування фактору людського капіталу передбачає наявність фінансових та економічних засобів, а також інструментів їх ефективного використання. Світова тенденція до зниження темпів економічного зростання [2] може призвести до збільшення фінансового розриву у сфері формування людського капіталу в усьому світі. При цьому формування людського капіталу в Україні затьмарюють не лише низькі темпи економічного зростання. Для фактору людського капіталу в Україні вагомими викликами є воєнна еміграція, старіння наявного населення, якість людського капіталу, що погіршується внаслідок недостатнього медичного обслуговування (що відбувається через руйнування медичної інфраструктури, складності дотримання підходів до профілактики захворювань, брак медичних працівників в окремих регіонах) та прогалин у

знаннях (які поглиблюються внаслідок недостатньої доступності технічних засобів зв'язку, електроенергії, відсутністю захищених приміщень тощо). Україна стикається з величезною нестачею людського капіталу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Оскільки відновлення енергетичної галузі України потребує впровадження високотехнологічних, інноваційних виробництв, нас передусім цікавлять результати досліджень ролі людського капіталу для розвитку високих технологій та інновацій. Такі дослідження можна умовно поділити на ті, що стосуються мікрорівня – рівня фірм, та ті, що вивчають макроекономічний аспект.

Існуючі дослідження на рівні фірм довели важливість освіти співробітників у формуванні людського капіталу фірми та її здатності запозичувати зовнішні, у тому числі іноземні, технології [3; 4]. Дослідження впливу людського капіталу і стратегічних інновацій на економічні показники малих та середніх підприємств свідчать про вирішальне значення людського капіталу для стратегічних інновацій, які, в свою чергу, визначають здатність фірм отримувати економічні переваги [5]. Оцінки емпіричних даних на рівні фірм показують, що високоосвічений людський капітал відіграє важливу роль для здатності фірм до інновацій, а також для їх кількості. При цьому рівень освіти генерального директора та управлінської команди мають позитивний та суттєвий вплив на інноваційний результат фірм [6]. Формальна освіта, іноземні технологічні патенти, дослідження та розробки справляють позитивний вплив на технологічні та нетехнологічні інновації на рівні фірм [7].

Інша частина наукових праць присвячена дослідженню впливу: а) наявного та обмеженого R&D-людського капіталу на можливості щодо застосування та ефективність заходів державного стимулювання інноваційної активності у певній

країні/районі [8]; б) державних інструментів стимулювання розвитку інновацій та людського капіталу на економічне зростання [9]. За визначенням Єврокомісії, до R&D-людського капіталу належать усі особи, безпосередньо зайняті у сфері досліджень і розробок (НДДКР), включаючи осіб, які надають прями послуги, наприклад менеджерів, адміністраторів та службовців [10].

Окремий напрям досліджень присвячено виявленню взаємозв'язків між кількістю R&D-людського капіталу в галузі відновлюваної енергетики та зниженням викидів діоксиду вуглецю [11]. У дослідженні для країн G-7 стверджується, що людський капітал збільшує споживання відновлюваної енергії [12], а для країн ОЕСР – що людський капітал зменшує споживання невідновлюваної енергії [13]. Ці дослідження базуються на припущенні, що розвиток знань спонукає до політичних рішень на користь пом'якшення несприятливих наслідків споживання викопного палива, тому включення фактору людського капіталу в аналіз процесу енергетичного переходу є обгрунтованим.

В Україні цей напрям досліджень також розвивається. Роль людського капіталу для енергетичного переходу та розвитку креативної економіки висвітлено у працях В. Гейця, Е. Лібанової, А. Даниленка та ін. [14], С. Лондаря [15], В. Козюка, О. Длугопольського та ін. [16]. Водночас, нагальність завдань з повоєнного відновлення України обумовлює доцільність розширення фронту досліджень у цьому напрямі.

**Метою статті** є аналіз поточного стану формування та обгрунтування напрямів посилення фактору людського капіталу, виходячи з потреб повоєнного відновлення на прикладі енергетичної галузі України.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Відбудова енергетичної галузі України, швидше за все, відбуватиметься на засадах децентралізації систем генерування енергії, що передбачає розбудову мікроенергосистем. В рамках переходу до безвуглецевої економіки потенційну роль у балансі енергосистеми відіграватимуть відновлювані джерела. Особливе місце займає біометан, який майже не відрізняється від природного газу і є вуглецево-нейтральним. Він може використовуватися як малими газовими електростанціями, так і накопичуватися в існуючій газо-транспортній системі з подальшим використанням для потреб населення та генерації електроенергії на балансуючому ринку. Такий сценарій зміцнить енергетичну незалежність України, забезпечить вигідні позиції у процесі євроінтеграції, а в перспективі – може стати джерелом експортних доходів.

Сьогодні біометан – найдешевший із відновлюваних газів. Україна може конкурувати з іншими країнами у виробництві біометану, оскільки може запропонувати найдешевшу сировину для його виробництва: в Україні найбільша в Європі площа

сільськогосподарських угідь і, відповідно, один із найкращих у світі потенціалів сільськогосподарської сировини для виробництва біометану. За оцінками Г. Гелетухи, Україна потенційно може забезпечити до 20% ухваленого ЄС плану щодо виробництва біометану (REPowerEU) до 2030 року [17]. Згідно прогнозу провідних науковців відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України, енергобаланс згідно з Планом відновлення України та показники нової Енергетичної стратегії до 2035 р., на 11% має забезпечувати біопаливо [18, с. 25]. Це вдвічі більше від сьогоденного рівня.

Для розбудови інноваційної екологічно-орієнтованої енергосистеми, має бути розвинена інвестиційна політика, де головними напрямами є освіта, зокрема STEM, наука, громадянська освіта для розвитку здатності критично мислити. Високоосвічена та висококваліфікована громадськість ефективніше керує інноваційною екосистемою в частині енергетичних та кліматичних технологій.

Економічний механізм формування людського капіталу для потреб енергетичного переходу в Україні містить визначені об'єкти та суб'єкти впливу та включає такі функціональні складові та економічні засоби, а також володіє набором таких важелів та інструментів, застосування яких дозволяє досягти поставленої мети.

Однією із функціональних складових економічного механізму формування людського капіталу для потреб енергетичного переходу в Україні є наділення людського капіталу необхідними знаннями, компетенціями, а також розвиток когнітивних характеристик для формування R&D-людського капіталу. Об'єктом впливу в межах вказаної функціональної складової є система освіти та науки.

Результативність важелів та інструментів, застосовуваних у межах економічного механізму формування людського капіталу для потреб енергетичного переходу, може бути оцінена із застосуванням input-output аналізу. Такий підхід, зокрема, покладено в основу формування Global Innovation Index (GII). Спираючись на приріст вхідних факторів, скомпонованих за п'ятьма напрямами (інституції, людський капітал та дослідження, інфраструктура, розвинутість ринку, розвинутість бізнесу), та приріст результативних показників в інноваційній сфері – результати знань і технологій та креативні/творчі результати – формуються висновки щодо спроможності різних країн до максимізації інноваційних результатів при різних величинах вхідних факторів.

Україна протягом 2020-2022 рр. позиціонується як країна з високою відносною ефективністю вхідних факторів: при низьких позиціях в рейтингу вхідних факторів (71 в 2020 р., 76 в 2021 р. та 75 в 2022 р.), Україна обіймала достатньо високі позиції в рейтингу результативних показників в інноваційній сфері (37 у 2020 і 2021 рр., 48 у 2022 р.) (табл. 1).

Показник	2020	2021	2022
Позиція в рейтингу GII	<b>45</b>	<b>49</b>	<b>57</b>
Позиція в рейтингу вхідних факторів, у тому числі:	<b>71</b>	<b>76</b>	<b>75</b>
- розвиненість бізнесу	54	53	48
- людський капітал та дослідження	39	44	49
- інфраструктура	94	94	82
- інституції	93	91	97
- розвиненість ринку	54	88	102
Позиція в рейтингу результативних показників в інноваційній сфері, у тому числі:	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>48</b>
- результати знань і технологій	25	33	48
- креативні/творчі результати	44	48	36

Джерело: складено авторами на основі [19].

Сукупна оцінка вхідних факторів в Україні у 2022 р. була низькою – Україна посідала 75-ту позицію, тоді як сукупні результати в інноваційній сфері України дозволили їй зайняти 48-му позицію. 3-поміж вхідних факторів високі оцінки мали лише фактори за двома напрямками – людський капітал та дослідження (49-та позиція) і розвиненість бізнесу (48-ма позиція).

Фактор «Людський капітал та дослідження» відіграв найбільшу роль у формуванні Global Innovation Index України в 2020 р. та 2021 р. У 2022 р. людський капітал поступився розвиненості бізнесу. Загальна динаміка фактору «Людський капітал та дослідження» протягом 2020-2022 рр. є низхідною: з 39-ої позиції у 2020 р. до 49-ої позиції у 2022 р.

Оцінимо подальші перспективи фактору «Людський капітал та дослідження» у контексті підтримання та/або покращення позицій України у

ранжуванні Global Innovation Index. Для цього представимо його декомпозицію (табл. 2).

Найгірші позиції у 2022 р. Україна мала за таким компонентами:

- витрати на дослідження і розробки, % ВВП;
- частка іноземних студентів, %;
- очікувана тривалість навчання у школі, років;
- кількість дослідників (в еквіваленті повної зайнятості) на мільйон жителів, осіб;
- успішність університетів, виміряна як % від успішності топ-3 університетів світу за версією QS World University Rankings;
- частка випускників з природничих та інженерних спеціальностей, %;
- оцінки PISA з математики, читання і природничих дисциплін, бали.

Розглянемо динаміку окремих компонент у 2018-2023рр. (табл. 3).

Таблиця 2. Декомпозиція фактору «Людський капітал та дослідження»

Компоненти	Позиція України за компонентом, 2022 р.
<b>Освіта</b>	<b>26</b>
Витрати на освіту, % ВВП	27
Державне фінансування на одного учні загальної середньої освіти, % ВВП/душу насел.	12
Очікувана тривалість навчання у школі, років	56
Оцінки PISA з математики, читання і природничих дисциплін, бали	40
Відношення кількості учнів та учителів, коефіцієнт	11
<b>Вища освіта</b>	<b>40</b>
Охоплення вищою освітою, %	19
Випускники з природничих та інженерних спеціальностей, %	41
Частка іноземних студентів, %	57
<b>Дослідження і розробки</b>	<b>59</b>
Дослідники (в еквіваленті повної зайнятості) на мільйон жителів, осіб	54
Витрати на дослідження і розробки, % ВВП	68
Активність корпоративного сектору в R&D, порівняно із топ-3 світу, млн. дол. США	38
Успішність університетів, виміряна як % від успішності топ-3 університетів світу за версією QS World University Rankings	48

Джерело: складено авторами на основі [20].

Таблиця 3. Динаміка фактичних показників окремих компонент фактору «Людський капітал та дослідження» в Україні, 2018-2023 рр.

Показник	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Тренд
Обсяг фінансування освіти, зведений бюджет, загальний і спеціальний фонди разом % ВВП	5,90	6,00	5,98	5,74	5,55	4,72	↑
Державне фінансування на одного учня загальної середньої освіти, % ВВП/душу населення	27,2	26,8	20,8	26,4	27,2	17,5	↑
Середня успішність учнів з математики за оцінкою PISA, балів	453	-	-	-	441	-	↑
Середня успішність учнів з читання за оцінкою PISA, балів	466	-	-	-	428	-	↑
Середня успішність учнів з природничо-наукових дисциплін за оцінкою PISA, балів	469	-	-	-	450	-	↑
Кількість учнів на одного вчителя загальної середньої освіти, осіб	9	9	10	10	10	10	↔
Коефіцієнт охоплення населення вищою освітою, %	81	84	82	76	71	-	↑
Частка випускників вищої освіти з природничих та інженерних факультетів, %	25,28	25,05	24,25	25,66	-	-	↔
Дослідники (в еквіваленті повної зайнятості) на мільйон жителів, осіб	988	880	846	775	580	828	↑
Витрати на дослідження і розробки, % ВВП	0,47	0,43	0,40	0,38	0,33	0,32	↑
Успішність українських університетів, виміряна як % від успішності топ-3 університетів світу за версією QS World University Rankings	21,97	21,17	20,57	20,3	19,87	17,99	↑

Примітка: «-» – дані відсутні. Згідно методики Світового Банку, коефіцієнт охоплення вищою освітою розраховується шляхом ділення кількості студентів, зарахованих до вищої освіти незалежно від віку, на кількість населення вікової групи, яка офіційно відповідає вищій освіті, і множенням на 100.

Джерело: розрахунки авторів на основі [19; 21; 22; 23; 24; 25, с.54; 26].

Практично за всіма представленими компонентами спостерігається тренд до зниження фактичних показників, крім співвідношення кількості учнів та учителів і частки випускників вищої освіти з природничих та інженерних факультетів, які зростають дуже повільно. Близько чверті випускників вищих навчальних закладів в Україні отримують фах в галузі природничих наук та інженерії. Для порівняння, в Німеччині, що належить до розвинених країн індустріального типу розвитку, частка випускників з природничих та інженерних факультетів у 2018 р. дорівнювала 35,3% [27]. З-поміж наведених даних слід відзначити обсяг державного фінансування, що приходить на одного учня, у % ВВП на душу населення. У 2023 р. фактичний розмір фінансування залишився майже незмінним, однак відносний показник суттєво знизився через зростання знаменника – розміру ВВП на душу населення – у зв'язку з різкою депопуляцією.

Щодо кількості дослідників на мільйон жителів, то цей показник, навпаки, зріс через депопуляцію. Тому їх подальша інтерпретація потребує обережності.

Відносна ефективність в інноваційній сфері може бути оцінена на основі моделей, орієнтованих на вхідні фактори та орієнтованих на результати. У моделях, орієнтованих на вхідні фактори, показник ефективності інтерпретується як пропорційна величина, на яку можуть бути зменшені вхідні фактори, а результати при цьому залишаться без змін. На відміну від цього, показники ефективності у моделях, орієнтованих на результати, визначаються як пропорційні величини, на які можна збільшити результати при незмінних вхідних факторах [28, с. 50].

ГПІ відносить Україну до країн, які відносно ефективно вирішують задачу максимізації інноваційних результатів при обмежених вхідних факторах (рис. 1).

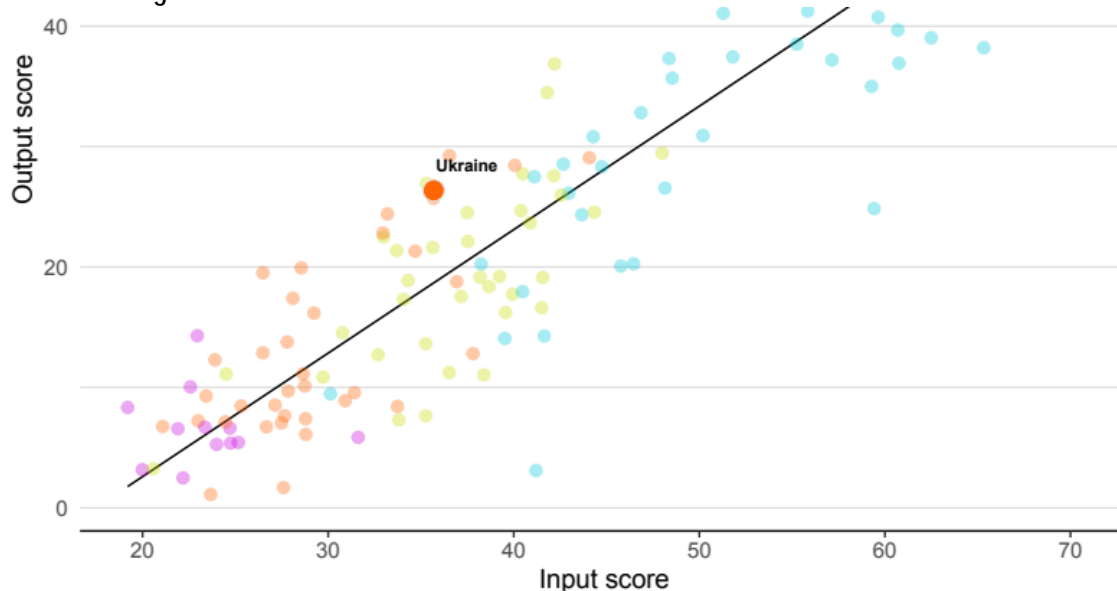


Рис. 1. Позиція України відносно граничної ефективності в інноваційній сфері, 2022 р.

Джерело: [20, с. 3].

Згідно підходу input-output, для збільшення результативних показників необхідно принаймні зберегти рівень вхідних факторів. За умови, що вхідні фактори погіршуються, зберегти стан відносної ефективності можна за рахунок незмінності результатів. Саме такий шлях притаманний Україні. Як свідчать дані з табл. 3, практично всі компоненти фактору «Людський капітал та дослідження» в Україні у 2018-2023 рр. мають тенденцію до зниження. Це свідчить про забезпечення відносної ефективності в інноваційній сфері за рахунок фіксування результатів. Це екстенсивний шлях забезпечення відносної ефективності в інноваційній сфері. Цей шлях є небажаним, його дотримання призведе до консервування стану спроможності до інновацій на сьогоднішньому рівні. Натомість відбудова України та забезпечення енергетичного переходу потребують інтенсифікації ефективності інноваційної сфери. Це можливо лише завдяки посиленню вхідних факторів. За фактором «Людський капітал та дослідження» можна запропонувати конкретні кроки, спрямовані на посилення окремих компонентів.

З-поміж бюджетно-нейтральних кроків слід відзначити перерозподіл бюджетних коштів на користь фінансування підготовки фахівців з природничих та інженерних напрямів. Це дозволить знизити дефіцит кадрів з відповідними знаннями і компетенціями, які потребує енергетична сфера.

Недостатньо уваги в Україні приділено участі недержавного сектору в освіті, тоді як у більшості країн відбувається розширення і диверсифікація недержавної участі як у фінансуванні, так і в забезпеченні освіти. Тенденція до розширення участі недержавних суб'єктів в освіті зумовлена невідповідністю між зростаючим попитом на освіту на всіх рівнях і такими факторами: обмеженнями державного бюджету, зростанням організацій

громадянського суспільства і лібералізацією економіки, яка спонукає до розширення меж участі підприємницького сектору. Якщо у сфері вищої освіти відбувається поступове вирівнювання між обсягами фінансування навчання, спрямованими з бюджету, та інвестованими приватними домогосподарствами, то професійно-технічна освіта й досі майже повністю покладається на бюджет. Зокрема, за даними Сателітного рахунку освіти Державної служби статистики України, у 2021 р. за рахунок недержавного сектору профінансовано лише 10,5% видатків на післясередню невищу освіту. В Україні також нерозвинена система участі підприємств в освіті впродовж життя. Тоді як в середньому 67,4% фірм в країнах ЄС в 2020 р. проводили навчання для свого персоналу [29], в Україні лише 2% працівників приватних підприємств навчалися за рахунок коштів роботодавців [30, с. 112]. Імперативний характер навчання протягом усього життя обумовлений кількома факторами: необхідністю розрізняти істину і неправду, що робить навчання протягом усього життя найбільш важливою формою освіти в суспільстві пост-правди [31]; обов'язковістю уміння «вчитися, перевчатися, розучуватися і вчитися знову», щоб відповідати вимогам сучасного ринку праці [32]; підвищенням продуктивності праці і доходів тих, хто продовжує своє навчання. У виступі Т. Вандер Арка на Всесвітньому форумі з розвитку людських ресурсів (2017 ASEAN+3 HRD Forum) було наведено аналогію системи безперервної освіти з Четвертою промисловою революцією (Індустрія 4.0) [33]. На думку Т. Вандер Арка, за аналогією з індустріальним розвитком, можна виокремити ступені розвитку освіти: Освіта 1.0 – це традиційна шкільна будівля з учнями та вчителями; Освіта 2.0 – навчання, засноване на співпраці, з більш широким використанням технологій, зокрема на зміну

підручникам, вчитель виступає в ролі посередника; Освіта 3.0 передбачає створення освітньої сітки, яка базується на персоналізованому інструктуванні та відкритості; Освіта 4.0 розглядається як система безперервного навчання, заснована на самостійності та персональних цілях; освіта надається на принципах своєчасності, є всеосяжною і доступною для всіх. У межах цього кроку слід виокремити заходи із державного стимулювання навчання протягом життя, у тому числі навчання на робочому місці. Державним інструментом непрямої підтримки освіти впродовж життя, зокрема, є зменшення бази податку на прибуток підприємств шляхом збільшення розміру витрат на навчання персоналу понад їх фактичний розмір (збільшений коефіцієнт може становити від 1,1 до 1,5).

Необхідна державна програма підтримки зайнятості з інтенсивним використанням знань. В Україні показник «Knowledge-intensive employment» у 2013 р. становив 33,74%, а у 2021 р. – 37,44% [19], тобто покращився майже на 5 в.п., що вказує на хороші перспективи для подальшого зростання. Інструментами державної підтримки, зокрема, є:

- надання прямої бюджетної підтримки у формі грантів та інноваційних трансфертів;

- забезпечення державних гарантій за кредитами підприємств, отриманими для реалізації інноваційно-інвестиційних проектів;

- надання державної підтримки експорту продукції безвуглецевої енергетики;

- запровадження інноваційної пільги з податку на прибуток підприємств шляхом зменшення бази оподаткування на суму витрат підприємств на інноваційну діяльність у сфері енергетики, збільшену на певний коефіцієнт.

Слід також посилити роль Державної інноваційної фінансово-кредитної установи та Фонду розвитку інновацій як фінансових посередників для створення в енергетичній галузі сучасних науково-дослідних центрів із забезпечення розробок з метою продукування новітніх технологій, їх апробації та впровадження, забезпечення відповідного науково-технічного супроводу, а також здійснення трансферу отриманих технологій.

Повернення воєнних мігрантів в Україну можливе за умов забезпечення якісною освітою та гідною

працею. Виконання викладених вище кроків щодо посилення фактору «Людський капітал та дослідження» відповідає цим умовам.

**Висновки.** Ефективність в інноваційній сфері в Україні, оцінена на основі input-output аналізу, свідчить про екстенсивний шлях забезпечення відносної ефективності використання факторів інноваційного розвитку. Внесок людського капіталу та досліджень – найбільш конкурентного фактора інноваційних результатів України, знижувався у 2021 р. та 2022 р. Наші оцінки динаміки фактичних показників окремих компонент фактору «Людський капітал та дослідження» свідчать про подальше погіршення становища за цим фактором у 2023 р. Втрата позицій ключовою стратегічною та конкурентною перевагою в системі факторів українського інноваційного розвитку – людським капіталом, – створюватиме перешкоди для енергетичного переходу, який покладається на інноваційну, високоосвічену та кваліфіковану робочу силу, а також призведе до втрати цієї переваги, зокрема на користь противникам України.

Поставлення людей у центр національної політики є необхідним для конкуренції в середовищі загроз. Наділення людського капіталу необхідними знаннями, компетенціями, а також розвиток когнітивних характеристик для формування R&D-людського капіталу є однією із функціональних складових економічного механізму формування людського капіталу для потреб енергетичного переходу в Україні. Конкретні кроки, спрямовані на посилення компонентів фактору «Людський капітал та дослідження» полягають, зокрема, у застосуванні сукупності інструментів прямої бюджетної та непрямої державної підтримки. Необхідно запровадити інструменти державної підтримки у формі грантів, інноваційних трансфертів з державного бюджету, пільги з податку на прибуток підприємств для стимулювання інноваційної діяльності, пільги з податку на прибуток підприємств для державної підтримки інвестицій бізнесу у людський капітал. Важливого значення має формування зв'язків між науковими, освітніми установами та підприємствами енергетичного сектору, а також розширення форм участі приватного сектору у формуванні людського капіталу.

#### 4 Список використаних джерел

1. Eisen N. L., Inayeh A., Kirkegaard J., Kleine-Brockhoff T., Rudolph J., Stokes B. Toward a Marshall Plan for Ukraine, New Ideas and Recommendations. German Marshall Fund, 2023. URL: [https://www.gmfus.org/sites/default/files/2023-07/Ukraine-New%20ideas%20and%20recommendations\\_digital\\_july20\\_0.pdf](https://www.gmfus.org/sites/default/files/2023-07/Ukraine-New%20ideas%20and%20recommendations_digital_july20_0.pdf)
2. World Economic Outlook Overview: Moderating inflation and steady growth open path to soft landing. International Monetary Fund, 2024. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2024/01/30/world-economic-outlook-update-january-2024>
3. Bogers M., Foss N. J., Lyngsie J. The “human side” of open innovation: The role of employee diversity in firm-level openness. *Research Policy*. 2018. Vol. 47. pp. 218–231.
4. Lund Vinding A. Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of Innovation and New Technology*. 2006. Vol. 15. pp. 507–517.

5. AlQershi N., Mokhtar S. S. M., Abas Z. The relationship between strategic innovations, human capital and performance: An empirical investigation. *Sustainable Futures*. 2021. Vol. 3. 100056. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2021.100056>
6. Sun X., Li H., Ghosal V. Firm-level human capital and innovation: Evidence from China. *China Economic Review*. 2020. Vol. 59. 101388. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2019.101388>
7. Dunyo S. K., Odei, S. A. Firm-Level Innovations in an Emerging Economy: Do Perceived Policy Instability and Legal Institutional Conditions Matter? *Sustainability*. 2023. Vol. 15, No. 2. 1570. <https://doi.org/10.3390/su15021570>
8. Edeh J., Prévot F. Beyond funding: The moderating role of firms' R&D human capital on government support and venture capital for regional innovation in China. *Technological Forecasting and Social Change*. 2024. Vol. 203. 123351. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123351>
9. Reenen J. V. Innovation and Human Capital Policy. NBER Chapters. In *Innovation and Public Policy*, pp. 61-83. National Bureau of Economic Research, Inc., 2022.
10. Eurostat. Statistics Explained. Glossary: Research and development (R & D) personnel and researchers. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Research\\_and\\_development\\_\(R\\_%26\\_D\)\\_personnel\\_and\\_researchers](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Research_and_development_(R_%26_D)_personnel_and_researchers)
11. Mentel G., Tarczyński W., Azadi H., Abdurakmanov K., Zakirova E., Salahodjaev R. R&D human capital, renewable energy and CO2 emissions: evidence from 26 countries. *Energies*. 2022. Vol 15, No. 23. 9205. <https://doi.org/10.3390/en15239205>
12. Khan, Z., Malik, M. Y., Latif, K., & Jiao, Z. (2020). Heterogeneous effect of eco-innovation and human capital on renewable & non-renewable energy consumption: Disaggregate analysis for G-7 countries. *Energy*, 209, 118405. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118405>.
13. Alvarado R., Deng Q., Tillaguango B., Méndez P., Bravo D., Chamba J., ... & Ahmad M. Do economic development and human capital decrease non-renewable energy consumption? Evidence for OECD countries. *Energy*. 2021. Vol. 215. 119147. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119147>
14. Інноваційна Україна 2020: національна доповідь / за заг. ред. В. М. Гейця, А. І. Даниленка, Е. М. Лібанової та ін.; НАН України. Київ: [Б/В], 2015. 336 с.
15. Londar S., Lytvynchuk A., Versal N., Posnova T., Tereshchenko H. Inwestycje w kapitał ludzki jako element kształtowania gospodarki kreatywnej: przypadek Europy Środkowo-Wschodniej. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*. 2020. Vol. 23, No. (4). pp. 129–148. <https://doi.org/10.18778/1508-2008.23.31>
16. Koziuk V., Dluhopolskyi O., Hayda Y., Klapkiv Y. Does educational quality drive ecological performance? Case of high and low developed countries. *Global Journal of Environmental Science and Management*. 2019. No. 5(Special Issue). pp. 22-32. <https://doi.org/10.22034/GJESM.2019.05.SI.03>
17. Geletukha G. Prospects of biomethane production in Ukraine. *Journal of New Technologies in Environmental Science*. 2022. No. 4, Vol. 6. <https://doi.org/10.53412/jntes-2022-4-4>
18. Кириленко О. В., Снежкін Ю. Ф., Басок Б. І., Базєєв Є. Т. Енергетика України: ймовірні сценарії відновлення та розвитку. *Вісник Національної академії наук України*. 2022. № 9. С. 22-37. <https://doi.org/10.15407/vsn2022.09.022>
19. Global Innovation Index. Ukraine. URL: <https://www.wipo.int/gii-ranking/en/ukraine?sort=position&dir=ASC>
20. Global Innovation Index 2022. Ukraine. URL: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_2000\\_2022/ua.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_2000_2022/ua.pdf)
21. Державний веб-портал бюджету для громадян. URL: <https://openbudget.gov.ua/>
22. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
23. World Bank Data. School enrollment, tertiary. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SE.TER.ENRR?locations=UA>
24. Sustainable Development Goals. Science, technology and innovation: 9.5.2 Researchers (in full-time equivalent) per million inhabitants. URL: <http://data.uis.unesco.org/index.aspx?queryid=3685>
25. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 / кол. авт.: Г. Бичко (осн. автор), Т. Вакулєнко, Т. Лісова, М. Мазорчук, В. Терещенко, С. Раков, В. Горох та ін.; за ред. В. Терещенка та І. Клименко. Київ: Український центр оцінювання якості освіти, 2023. 395 с.
26. QS World University Rankings. URL: [https://www.topuniversities.com/world-university-rankings/2022?tab=indicators&countries=ua&sort\\_by=rank&order\\_by=asc](https://www.topuniversities.com/world-university-rankings/2022?tab=indicators&countries=ua&sort_by=rank&order_by=asc)
27. World Bank. Education Statistics. Engineering Stats. URL: <https://databank.worldbank.org/Engineering-Stats/id/d358b6e0>
28. Making Public Investment More Efficient by staff team from the Fiscal Affairs Department. IMF, June 1, 2015. URL: <http://www.imf.org/external/pp/ppindex.aspx>
29. Eurostat. Enterprises providing training by type of training and size class - % of all enterprises. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/trng\\_cvt\\_01s\\$defaultview/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/trng_cvt_01s$defaultview/default/table?lang=en)
30. Walters S. 4th Global report on adult learning and education – Leave no one behind: Participation, equity and inclusion. *Studies in the Education of Adults*. 2020. 1–2. <https://doi.org/10.1080/02660830.2020.1770486>
31. Lifelong Learning in the Global Knowledge Economy. Washington DC: World Bank, 2003.

32. Patrinos H. A. Lifelong learning. Web blog post. Education for Development. World Bank, 2020.
33. Vander Ark T. Growing Talent for the 4th Industrial Revolution. Web blog post. Getting Smart, 2017.

#### 4 References

1. Eisen, N. L., Inayeh, A., Kirkegaard, J., Kleine-Brockhoff, T., Rudolph, J., & Stokes, B. (2023). *Toward a Marshall Plan for Ukraine, New Ideas and Recommendations*. German Marshall Fund. Retrieved from [https://www.gmfus.org/sites/default/files/2023-07/Ukraine-New%20ideas%20and%20recommendations\\_digital\\_july20\\_0.pdf](https://www.gmfus.org/sites/default/files/2023-07/Ukraine-New%20ideas%20and%20recommendations_digital_july20_0.pdf)
2. International Monetary Fund. (2024). *World Economic Outlook Overview: Moderating inflation and steady growth open path to soft landing*. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2024/01/30/world-economic-outlook-update-january-2024>
3. Bogers, M., Foss, N. J., & Lyngsie, J. (2018). The “human side” of open innovation: The role of employee diversity in firm-level openness. *Research Policy*, 47, 218–231.
4. Lund Vinding, A. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 507–517.
5. AlQershi, N., Mokhtar, S. S. M., & Abas, Z. (2021). The relationship between strategic innovations, human capital and performance: An empirical investigation. *Sustainable Futures*, 3, 100056. <https://doi.org/10.1016/j.sft.2021.100056>
6. Sun, X., Li, H., & Ghosal, V. (2020). Firm-level human capital and innovation: Evidence from China. *China Economic Review*, 59, 101388. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2019.101388>
7. Dunyo, S. K., & Odei, S. A. (2023). Firm-level innovations in an emerging economy: do perceived policy instability and legal institutional conditions matter?. *Sustainability*, 15(2), 1570. <https://doi.org/10.3390/su15021570>
8. Edeh, J., & Prévot, F. (2024). Beyond funding: The moderating role of firms' R&D human capital on government support and venture capital for regional innovation in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 203, 123351. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123351>
9. Reenen, J. V. (2022). Innovation and Human Capital Policy. NBER Chapters (pp. 61-83). In *Innovation and Public Policy*. National Bureau of Economic Research, Inc.
10. Eurostat. Statistics Explained. (2023). Glossary: Research and development (R & D) personnel and researchers. Retrieved from [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Research\\_and\\_development\\_\(R\\_%26\\_D\)\\_personnel\\_and\\_researchers](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Research_and_development_(R_%26_D)_personnel_and_researchers)
11. Mentel, G., Tarczyński, W., Azadi, H., Abdurakmanov, K., Zakirova, E., & Salahodjaev, R. (2022). R&D human capital, renewable energy and CO2 emissions: evidence from 26 countries. *Energies*, 15(23), 9205. <https://doi.org/10.3390/en15239205>
12. Khan, Z., Malik, M. Y., Latif, K., & Jiao, Z. (2020). Heterogeneous effect of eco-innovation and human capital on renewable & non-renewable energy consumption: Disaggregate analysis for G-7 countries. *Energy*, 209, 118405. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118405>
13. Alvarado, R., Deng, Q., Tillaguango, B., Méndez, P., Bravo, D., Chamba, J., ... & Ahmad, M. (2021). Do economic development and human capital decrease non-renewable energy consumption? Evidence for OECD countries. *Energy*, 215, 119147. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119147>
14. Heits, V. M. et al. (2015). *Innovatsiina Ukraina 2020: natsionalna dopovid [Innovative Ukraine 2020: national report]*. Kyiv: NAN Ukrainy.
15. Londar, S., Lytvynchuk, A., Versal, N., Posnova, T., & Tereshchenko, H. (2020). Inwestycje w kapitał ludzki jako element kształtowania gospodarki kreatywnej: przypadek Europy Środkowo-Wschodniej. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*, 23(4), 129–148. <https://doi.org/10.18778/1508-2008.23.31>
16. Koziuk, V., Dluhopolskyi, O., Hayda, Y., & Klapkiv, Y. (2019). Does educational quality drive ecological performance? Case of high and low developed countries. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 5(Special Issue), 22-32. <https://doi.org/10.22034/GJESM.2019.05.SI.03>
17. Geletukha, G. (2022). Prospects of biomethane production in Ukraine. *Journal of New Technologies in Environmental Science*, 6(4). <https://doi.org/10.53412/jntes-2022-4-4>
18. Kyrylenko, O. V., Sniezkin, Yu. F., Basok, B. I., Bazieiev, Ye. T. (2022). Enerhetyka Ukrainy: ymovirni stsenarii vidnovlennia ta rozvytku [Energy of Ukraine: probable scenarios of recovery and development]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy*, 9, 22-37. <https://doi.org/10.15407/visn2022.09.022>
19. Global Innovation Index. Ukraine. Retrieved from <https://www.wipo.int/gii-ranking/en/ukraine?sort=position&dir=ASC>
20. Global Innovation Index 2022. Ukraine. (2022). Retrieved from [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_2000\\_2022/ua.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_2000_2022/ua.pdf)
21. Open Budget. Retrieved from <https://openbudget.gov.ua/>
22. State Statistics Service of Ukraine. Retrieved from <https://www.ukrstat.gov.ua/>
23. World Bank Data. School enrollment, tertiary. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/SE.TER.ENRR?locations=UA>
24. Sustainable Development Goals. Science, technology and innovation: 9.5.2 Researchers (in full-time equivalent) per million inhabitants. Retrieved from <http://data.uis.unesco.org/index.aspx?queryid=3685>

25. Bychko, H. et al. (2023). Natsionalnyi zvit za rezultaty mizhnarodnoho doslidzhennia yakosti osvity PISA-2022 [National report on the results of the international study of the quality of education PISA-2022]. (ed. by Tereshchenko V. & Klymenko I.). Kyiv: Ukrainyskyi tsentr otsiniuvannia yakosti osvity.
26. QS World University Rankings. Retrieved from [https://www.topuniversities.com/world-university-rankings/2022?tab=indicators&countries=ua&sort\\_by=rank&order\\_by=asc](https://www.topuniversities.com/world-university-rankings/2022?tab=indicators&countries=ua&sort_by=rank&order_by=asc)
27. World Bank. Education Statistics. Engineering Stats. Retrieved from <https://databank.worldbank.org/Engineering-Stats/id/d358b6e0>
28. IMF. (June 1, 2015). Making Public Investment More Efficient by staff team from the Fiscal Affairs Department. Retrieved from <http://www.imf.org/external/pp/ppindex.aspx>
29. Eurostat. Enterprises providing training by type of training and size class - % of all enterprises Retrieved from [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/trng\\_cvt\\_01s\\$defaultview/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/trng_cvt_01s$defaultview/default/table?lang=en)
30. Walters, S. (2020). 4th Global report on adult learning and education – Leave no one behind: Participation, equity and inclusion. *Studies in the Education of Adults*, 1–2. <https://doi.org/10.1080/02660830.2020.1770486>
31. World Bank. (2003). *Lifelong Learning in the Global Knowledge Economy*. Washington DC: World Bank.
32. Patrinos, H. A. (2020). *Lifelong learning*. Web blog post. Education for Development. World Bank.
33. Vander Ark, T. (2017). *Growing Talent for the 4th Industrial Revolution*. Web blog post. Getting Smart.