

ДРУГИЙ ФРОНТ УКРАЇНИ ТА ГОРИЗОНТИ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ¹

THE SECOND FRONT OF UKRAINE AND THE HORIZONS OF THE DIGITAL ECONOMY

Аналізується зміст процесів переходу України до нової моделі господарювання, заснованої на цифрових комунікаціях та адитивних технологіях виробництва. Зазначений перехід відбувається в ході одночасно трьох промислових революцій: третьої, четвертої та п'ятої (Industries 3.0, 4.0, 5.0), кожна з яких має власну логічну спрямованість і вирішує притаманні їй завдання. Industry 3.0 пов'язана з попередженням глобальної екологічної кризи завдяки переходу на альтернативну енергетику та адитивні способи виробництва продукції. Industry 4.0 спрямована на масове впровадження кіберфізичних систем, покликаних розв'язати проблему значного зростання інформаційної складності операційних процесів в ході переходу до нової економіки. Industry 5.0 вирішує питання соціального розвитку особистісного начала людини, що стає необхідністю в ході зазначених процесів. Розкривається поняття адитивної економіки як системи, яка забезпечує виробничі потреби використанням лише корисної складової матеріальних природних ресурсів. Характеризуються сектори господарської діяльності, які умовно можна віднести до адитивних виробництв (альтернативна енергетика, IT сектор, економіка вражень, бізнес охорони здоров'я тощо). Наводяться показники, що характеризують динаміку змін економічних систем в Україні. Аналізуються напрями реструктуризаційних процесів при переході до адитивної економіки: реструктуризація виробничого циклу, реструктуризація процесів виробництва енергії, реструктуризація економічних відносин, зміна соціальної структури виробництва та ін.

Ключові слова: цифрові трансформації, адитивна економіка, промислові революції, 3D принтинг, альтернативна енергетика, кіберфізичні системи, реструктуризація економіки.

The content of Ukraine's transition to a new business model based on digital communications and additive manufacturing technologies is analyzed. The mentioned transition takes place simultaneously during three industrial revolutions: the third, fourth and fifth (Industries 3.0, 4.0, 5.0), each of which has its own logical focus and solves its own tasks. Industry 3.0 is associated with the prevention of the global environmental crisis thanks to the transition to alternative energy and additive manufacturing methods. Industry 4.0 is aimed at the mass introduction of cyber-physical systems designed to solve the problem of a significant increase in the information complexity of operational processes during the transition to a new economy. Industry 5.0 solves the issue of social development of a person's personality, which becomes a necessity in the course of these processes. The concept of additive economy is revealed as a system that provides production needs using only the useful component of material natural resources. Sectors of economic activity, which can conditionally be attributed to additive manufacturing (alternative energy, IT sector, impression economy, health care business, etc.) are characterized. Indicators characterizing the dynamics of changes in economic systems in Ukraine are given. The directions of restructuring processes during the transition to the additive economy are analyzed: restructuring of the production cycle, restructuring of energy production processes, restructuring of economic relations, changes in the social structure of production, etc.

Key words: digital transformations, additive economy, industrial revolutions, 3D printing, alternative energy, cyber-physical systems, restructuring of the economy.

УДК 338.28

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.11-2>

Мельник Л.Г.²

д.е.н., професор,
професор кафедри економіки,
підприємництва
та бізнес-адміністрування,
Сумський державний університет;
директор
Науково-дослідного інституту
економіки розвитку МОН України
та НАН України у складі
Сумського державного університету

Melnyk Leonid

Research Institute
for Development Economics (IDE)
at Sumy State University

Вступ. Наразі Україна переживає надскладний період свого розвитку. В запеклих боях країна та її громадяни мають захищати право на існування у сучасному світі. Проте, сфера вирішальної боротьби України за своє майбутнє не обмежується полями військової звитяги. Критично важливим є також завдання перебудови національної економіки. Це пов'язано з фазовим переходом до нового соціально-економічного устрою та формуванням засад цифрового суспільства, що відбувається в ході одночасно трьох промислових революцій (Industries 3.0, 4.0, 5.0).

У наукових публікаціях досліджуються особливості зазначених промислових революцій. Короткий огляд цих наукових праць автор зробив у своїй монографії (Мельник, 2023). Зміст робіт, пов'язаних з аналізом впливу сучасного цифрового переходу на економіку України буде наведено далі в даній статті.

Метою статті є аналіз змісту процесів переходу України до нової моделі господарювання, побудованої на цифрових технологіях та адитивних засадах виробничих сил.

Другий (цифровий) фронт України. Кінцевою метою цифрових трансформацій, які наразі переживає суспільство, є формування нової моделі економіки, що забезпечувала б сестейновий (sustainable) розвиток своїх систем. Зазначена модель економіки має різні грані свого прояву, залежно від яких вона може бути названа:

- *сестейновою*, адже забезпечує досягнення цілей сестейнового розвитку;
- «зеленою», оскільки базується на використанні відновлюваних («зелених») природних ресурсів і «зелених» (екологічно орієнтованих) технологій;
- *інформаційною*, адже інформація становить основу виробничих активів і продукції, що виготовляється;

¹ Публікація містить результати дослідження «Фундаментальні засади переходу України до цифрової економіки на основі реалізації Industries 3.0; 4.0; 5.0» (№ 0124U000576), що фінансується з держбюджету України.

² ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7824-0678>

– *цифровою* – за ключовою формою фіксації, зберігання, передачі і відтворення інформації в складових економічної системи;

– *адитивною* – за базовим методом використання у виробництві природних субстанцій.

Об'єктивною закономірністю зазначеного фазового переходу є те, що він відбувається в ході одночасно трьох промислових революцій: третьої, четвертої й п'ятої (Industries 3.0, 4.0, 5.0). Кожна з них має власну логічну обумовленість, тренди спрямування та завдання, які покликана вирішувати.

Третя промислова революція (Industry 3.0) виникла як реакція на глобальну екологічну кризу та необхідність подолання її загрозливих наслідків (у першу чергу, руйнування клімату планети). Колосальна інформаційна складність переходу на природоошадливі засоби виробництва на основі адитивних технологій (зокрема, альтернативної енергетики та 3D принтингу) змушує впроваджувати єдину мережу кіберфізичних систем для управління виробництвом. В цьому й полягає ключове завдання четвертої промислової революції (Industry 4.0). Наслідком тотального застосування у виробництві та споживанні кіберфізичних систем є радикальна трансформація ролі людини в економічних системах. На пошук адекватних рішень цього завдання спрямована п'ята промислова революція (Industry 5.0).

За своїм суспільним значенням економічне поле боротьби за перехід на нові методи господарювання можна без перебільшення назвати другим фронтом України. На ньому країна змушена виборювати своє право на власний незалежний шлях розвитку та можливість бути рівною серед самодостатніх і успішних соціально-економічних спільнот світу. Необхідною передумовою для цього є готовність до невинних прогресивних зрушень, здатність до гнучкого управління стрімкими трансформаціями, спроможність суспільних інститутів та окремих громадян адекватно реагувати на виклики постійної зміни у просторі та часі умов функціонування виробничих систем та життєдіяльності людей.

Лише успіх на фронті соціально-економічних перетворень відкриває шлях до економічно забезпеченого і соціально наповненого стійкого розвитку країни. Програш у цій боротьбі відкидає країну на периферію цивілізаційного розвитку. Невідворотними наслідками цього будуть численні наукові, технологічні, економічні й соціальні програші країни. У підсумку це обумовлює поразки також на політичних і гуманітарних фронтах.

Безпрецедентність завдань і результатів. Покоління людей, які нині живуть на Землі, мають можливість бути учасниками при народженні без перебільшення нової ери. На наших очах в ході сучасних промислових революцій

(Industries 3.0, 4.0, 5.0) відбувається перехід до небаченої в історії людства суспільної форми. Її історичну унікальність обумовлюють принаймні три безпрецедентні події, до яких стрімко наближається цивілізація.

Одна з них пов'язана з тим, що вперше в історії людство може позбавитися необхідності виконувати фізичну роботу. Це обіцяє взяти на себе Інтернет речей, інтегрований в мережі суцільно автоматизованих кіберфізичних систем. Саме вони наразі форсованими темпами створюються в ході четвертої промислової революції (Industry 4.0).

Масштаби й глибину другої події взагалі важко навіть уявити. Ще важче спрогнозувати можливі її наслідки. Мова йде про перспективи штучного інтелекту управляти життям людей і взяти на себе через Хмару контроль за всією системною сутністю процесів метаболізму на планеті.

Осмилення всього можливого спектру зазначених подій вимагає їх системного професійного дослідження. Адже вони вміщують в себе надзвичайно складні технічні, соціальні, гуманітарні й економічні явища.

І перша, і друга очікувані події обумовлені процесами ще одного безпрецедентного явища. Мова – про трансформаційний перехід до принципово нової побудови виробничих сил. Вперше в історії своєї цілеспрямованої виробничої діяльності людство змінює базовий принцип відносин із природою. Узагальнюючи, це можна назвати переходом від субтрактивних до адитивних методів виробництва.

Субтрактивні методи базуються на надлишковому вилученні з природи первинних ресурсів. Процеси отримання з них корисних виробів спрямовані на відсіканні від маси взятих у природи первинних ресурсів їх зайвої частини. Звідси – й назва методів: *subtract* – англійською *віднімати*. Саме такі процеси, наприклад, покладені в основу виробництва металів і їх подальшої переробки, де лише кілька відсотків маси руди використовуються корисно, – решта перетворюється на відходи. Схожі процеси відбуваються в хімічній промисловості, а також в тепловій енергетиці, де спалюється лише карбонова компонента. Залишки у вигляді шкідливих відходів викидаються в компоненти довкілля, забруднюючи й руйнуючи екосистеми планети, отруюючи людину, завдаючи шкоди об'єктам її господарської діяльності.

Наслідками застосування субтрактивних методів виробництва є глобальна екологічна криза, порушення екосистем біосфери, руйнування енергетичного терморегулювання планети, загрозлива зміна клімату Землі.

На початку XXI сторіччя в арсеналі людства почали з'являтися виробничі методи, які можна вважати альтернативою субтрактивного

інструментарію. Вони побудовані на вилученні з природи й використанні в процесах виробництва лише необхідної складової первинних ресурсів. Готова продукція таким чином створюється послідовним додаванням виключно корисної частини природних субстанцій (енергії й матеріалів). Звідси метод отримав назву «адитивний» – від англійського add – *додавати*.

Адитивна «нитка Аріадни». За грецьким міфом, героєві Тесею допомогла знайти вихід з Мінотаврового лабіриту нитка, яку дала йому дочка критського царя Аріадна. На основі цього міфу з'явився фразеологізм «нитка Аріадни», що означає рятівний вихід, дороговказ, керівна думка, спосіб, що допомагає вийти зі скрутного становища, вирішити важку проблему.

Тією рятівною «ниткою Аріадни», яка дозволяє людству вийти з лабіриту екологічних проблем виступає наразі адитивна економіка, побудована на адитивних технологіях.

Поняття «адитивної економіки» означає прихід нової ери в розвитку виробничих сил людства. Вперше в історії індустріального виробництва людина вчиться брати від природи лише ту частину її первинних ресурсів, яка може бути з користю застосована для виготовлення майбутніх товарів. При цьому в надрах природи продовжує залишатися та частина її благ, яка не потрібна для кінцевої продукції. Наразі в традиційних виробництвах вона застосовується, але відсікається як зайва й повертається природі у вигляді відходів, руйнуючи й отруюючи екосистеми планети.

Як вже зазначено, ті технології, завдяки яким індустріальним системам вдалося замиритися з природою, отримали назву «адитивних» – за базовим принципом, який вони застосовують, при виробництві продукції. Саме так – adding, тобто додаючи крапелька за крапелькою до предмета праці, – 3D принтер створює готові вироби. Проте,

ознаки адитивного виробництва демонструє не тільки 3D-принтинг. Їх виявляють також альтернативна енергетика, ІТ сектор та інші види діяльності (див. рис. 1).

В наукових публікаціях розкривається зміст таких понять, як «адитивна технологія» та «адитивне виробництво» (Andreassen, 2023; Additive, 2021; Bromberger et al., 2022). Як правило, під цим розуміються процеси виготовлення виробів із застосуванням 3D принтерів. Між тим, зміст процесів адитивного виробництва значно ширше. Вони узагальнюють у собі цілісну сукупність методів та інструментів, на основі яких реалізуються адитивні технології. Їх застосування значно мінімізує утворення відходів. Зокрема, саме такими за своєю сутністю є процеси отримання енергії з відновлюваних джерел. Наприклад, сонячну та вітрову енергії отримують напряму від природи, не використовуючи надлишкових природних субстанцій, які б повертались природі у вигляді відходів, як це відбувається у тепловій енергетиці. Умовно за своїм змістом до адитивного виробництва можна також віднести методи транспортування продуктів за допомогою передавання на відстань їх цифрових двійників з наступною матеріалізацією виробів на 3D принтерах та й інші сфери господарської діяльності (наприклад, ІТ-сектори, індустріальне агровиробництво, інформаційна творчість тощо).

Навіть у виробничих процесах, які відбуваються за допомогою 3D принтерів, поняття *адитивного виробництва* не обмежується кінцевими операціями власне друку виробів на принтерах. Воно набагато складніше й ширше, адже охоплює цілісну систему виробничих процесів, включаючи отримання необхідних матеріалів, конструювання й виготовлення виробничого обладнання, а також створення програмного продукту, без якого не можуть працювати принтери.



Рис. 1. Сектори економіки, які умовно можуть бути віднесені до адитивних

Іще ширше поняття «адитивної економіки». Воно відображає не тільки виробничі процеси, але й пов'язану з ними цілісну систему господарювання. А останнє не може відбуватися без складної сукупності суспільних відносин щодо виробництва, розподілу, обміну та споживання продукції. Так що, перехід до адитивної економіки означає зміну всієї глибини засад суспільного устрою. І це ще не все...

Виявляється, впровадження засад адитивного виробництва веде до таких трансформацій, які взагалі змінюють контури функціонування людської цивілізації на планеті, й наслідки яких важко навіть уявити.

Об'єктивна обумовленість цифрових трансформацій. Існує об'єктивна закономірність переходу людства до адитивної економіки. Це обумовлюється факторами *необхідності, достатності і цілеспрямування*. Необхідність зазначеного переходу обумовлена ризиком настання катастрофічних для людства наслідків глобальної екологічної кризи, що викликана діяльністю сучасного виробничого комплексу. Фактори достатності забезпечуються появою на початку XXI сторіччя технологічних рішень, здатних змінити характер екодеструктивної діяльності індустріальних систем на користь екологічно сприятливих процесів. Серцевину рятівних технологій складають саме методи адитивного виробництва. Напрямок зазначеного переозброєння спрямований на кардинальне підвищення ефективності функціонування виробничих систем і максимальне полегшення індустріального метаболізму через зменшення матеріаломісткості й енергоємності економічних процесів, а також зниження їх навантаження на екосистему планети.

Адитивне виробництво виникло на хвилі третьої промислової революції (Industry 3.0) як засіб подолання глобальної екологічної кризи та її загрозливих наслідків (в першу чергу, руйнування клімату планети). Проте, досить швидко з'ясувалося, що інформаційна складність функціонування адитивних виробництв настільки висока, що контроль за ними потребує створення надскладних кіберфізичних систем, здатних діяти без прямої участі людини. Їх компонентами мають стати мережеві горизонтальні організаційні структури, штучний інтелект, Інтернет речей, розумні системи, великі бази даних, хмарні технології. Створення єдиної мережі кіберфізичних систем і стало ключовим завданням четвертої промислової революції (Industry 4.0).

Безпрецедентні трансформації суспільства, яке несе з собою Industry 4.0, спрямовані на тотальну автоматизацію процесів існування людства. Це не може не викликати кардинальні перетворення в самій людині, яка виявляється зайвою на виробництві у традиційних її функціях. Кіберфізичні

системи повністю приймають на себе контроль за процесами виробництва й споживання продукції. Людина змушена шукати нові вектори застосування її трудового потенціалу й розвитку свого особистісного начала.

Крім того має бути досягнута синергія людини з небаченими раніше новими сутностями, що народжуються наразі на планеті: штучним інтелектом, кіберфізичними системами, Хмарою. На реалізацію зазначених перетворень і спрямована п'ята промислова революція (Industry 5.0).

Будь-що нове ніколи не з'являється на порожньому місці. Воно має бути підготовлено необхідними передумовами. Щоб відбувся перехід до адитивної економіки необхідно сформувати тріаду передумов, які б забезпечили хід трансформаційних процесів та успішне функціонування економічних систем на нових принципах. Ці передумови відіграють роль драйверів і інструментів для потрібних зрушень. Зазначена тріада віддзеркалює триєдність груп факторів, які лежать в основі формування будь-якої системи: матеріальних, інформаційних, синергетичних.

Матеріальні фактори, виконуючи силові функції, забезпечують рух і розвиток систем. Інформаційні – обумовлюють спрямованість руху в просторі та часі. Вони задають інформаційний алгоритм взаємодії між собою окремих частин і програму її розвитку. Синергетичні – об'єднують, забезпечуючи узгодженість конкретних дій окремих елементів системи (скажімо, виконавців) задля цілісного прояву діяльності системи.

Зокрема, для переходу до адитивної економіки в групі матеріальних факторів надзвичайно важливу роль відіграє створення технічного інструментарію, що забезпечує: діяльність 3D принтерів, роботу відновлюваних джерел отримання енергії та її зберігання, функціонування кіберфізичних систем. В групі інформаційних систем важливими є цифровізація, штучний інтелект, хмарні технології. В групі синергетичних факторів вирішальними є комунікаційні мережі (Internet, GPS, віртуальні зв'язки).

Системний характер трансформацій. Перехід до адитивної економіки означає не просто заміну технологічного інструментарію. Зазначені трансформації несуть з собою системні зміни по всій глибині побудови суспільних засад: від організаційної структури виробництва до соціальних інструментів і самої людини з її стилем життя і життєвими потребами.

Нас очікують кардинальні структурні зрушення в ключових сферах життєдіяльності людини, зокрема: реструктуризація джерел отримання енергії, трансформація виробничих циклів і інтерфейсної сфери, зміни в соціальній структурі виробництва, економічних відносинах, змісті освітніх процесів та міжнародних зв'язків.

Згадані цифрові трансформації обумовлюють зміну змісту й співвідношення структурних елементів побудови макро- й мікроекономічних систем. В економічній літературі ці зміни отримали назву *реструктуризації*.

Економістами Сумського державного університету досліджено напрями трансформації господарства країни при переході до нової моделі економіки, що схематично показано на рис. 2 (Мельник, 2023).

Реалізуючи національний тренд переходу. Висловлюючись метафорично, можна сказати, що національна економіка країни встигла вскочити в останній вагон потягу, який слідує в майбутнє. Це майбутнє цифрової економіки, з якого розпочинається перехід на нові принципи побудови економіки, нові методи функціонування виробництва й нові технології. Щоб у цьому переконатися досить подивитися на дані таблиці 1.

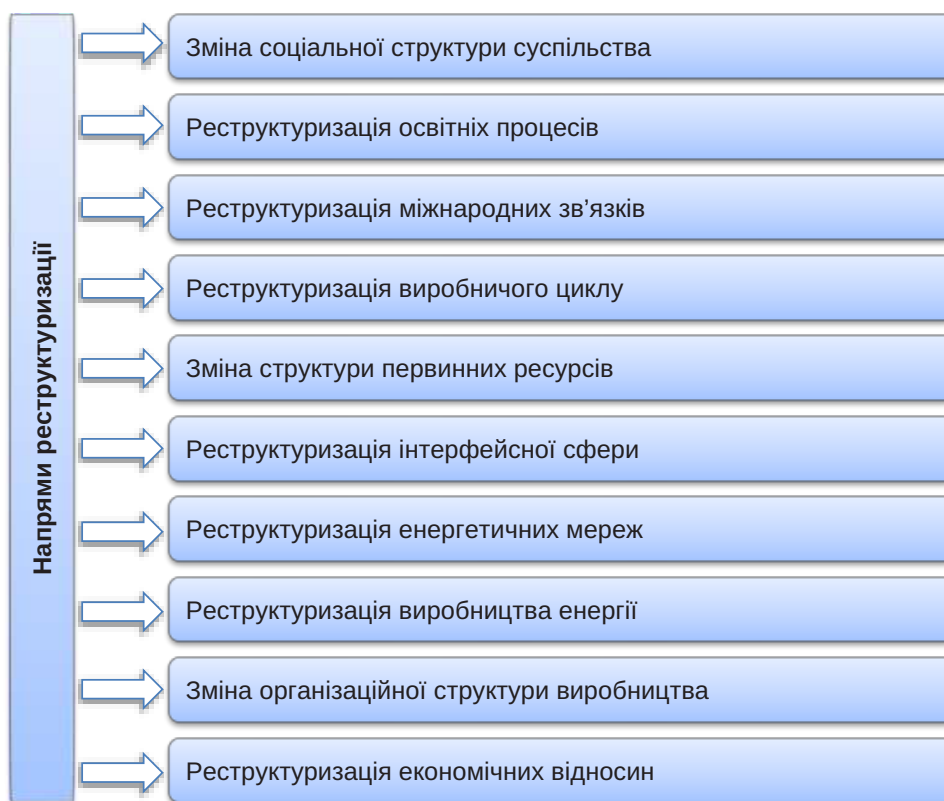


Рис. 2. Напрями реструктуризації складових економічних систем при переході до адитивної економіки

Таблиця 1

Динаміка окремих чинників України на шляху до цифрової економіки за останні 10 років (за 2023 р. – оціночні дані)

Показник	Рік	
	2013	2023
Частка відновлюваної електроенергії (без гідро), %	1	12
Кількість приватних СЕС, шт.	20	60 000
Потужність приватних СЕС, МВт	0,1	1700
Кількість електрокарів, шт.	50	77000
Кількість фізичних осіб-підприємців в сфері ІТ, тис. осіб	2	250
Кількість фрілансерів, тис. осіб	11	900
Бюджети замовлень на фріланс, млн грн	14	600
Частка ІТ-сектора у ВВП України, %	0,74	6
Експорт комп'ютерних послуг ІТ в Україні, млн USD	1300	7000
Кількість інтернет-користувачів, тис. осіб	2500	5200
Кількість локальних проєктів Інтернету речей, шт.	0	100

Джерело: розроблено автором за даними публікацій: Даниленко, 2023; Даниленко та ін., 2023; Домашні, 2023; Домогосподарства, 2022; Дячкіна, 2023; Жарикова, 2023; Подоляк, 2023; Проєкт, 2022.

Сестейнізація (sustainization) енергетики.

Українська енергетика зробила величезний стрибок до застосування альтернативних джерел отримання енергії. І хоча через війну була втрачена значна частка виробничих потужностей альтернативної енергетики (по ВЕС – майже 90%, по СЕС – майже половина), під час гострого дефіциту електроенергії ВДЕ зробили свій відчутний внесок у забезпечення країни енергією. За два роки війни альтернативна енергетика продовжує нарощувати свої потужності. Важливим чинником є значний розвиток приватних сонячних електростанцій, кількість яких вже наблизилася до 60 тис., а їх потужність – до 1,7 ГВт. Сьогодні енергоустановки домогосподарств виробляють п'яту частину альтернативної енергії країни (Проект, 2022). Вітчизняному розвитку «зеленої» енергетики сприяє швидкий технологічний прогрес, про що переконливо свідчать цифри і факти.

Якщо у 2018 році вартість 1 Вт сонячної панелі в Україні становила 0,60 дол, то на 2022 рік – 0,28 дол. Відповідно, сонячна панель на 300 Вт обійдеться вже не в 180 доларів, а всього лише у 84 долари (Подольак, 2021). Як бачимо, відбулося подвійне скорочення менше між за чотири роки.

До речі, існування приватної «зеленої» енергетики (яка постраждала від війни менше, ніж промислова) значною мірою послабило енергетичні проблеми, які виникли в перші місяці війни, а також під час енергетичної кризи через руйнування окупантами енергетичної інфраструктури взимку 2022–2023 років. В деяких місцях приватні СЕС певний час були єдиним джерелом електроенергії для багатьох сімей. Це відбулося, в тому числі, й завдяки кваліфікації домовласників, які змогли автономізувати режим споживання енергії.

Зберігання енергії. Технічний прогрес створює передумови для наступу ще по одному напрямку у сфері зберігання енергії. Це відповідає одному з ключових світових трендів в галузі виробництва й споживання енергії. За даними інформаційного агентства Bloomberg, витрати на зберігання одиниці енергії зменшилися з 600 USD/МВт-год у 2015 році до 150 USD/МВт-год у 2020 році (Cost, 2020).

Згідно з прогнозом, до 2040 року потужності акумуляційних систем у світі мають збільшитися в 122 рази (Vaschenko, 2020). Процес масового впровадження акумуляційних систем стартував на початку 2020-х років. У 2020 році до ладу були введені або збільшили свої потужності п'ять крупних промислових акумуляційних станцій в Австралії, США, Канаді та Китаї (Vaschenko, 2020).

З травня 2021 почала діяти перша промислова акумуляційна система в Україні. На кінець 2023 року планувалося довести в Україні потужність систем акумулювання енергії до 1500 МВт

(Системи, 2020). Практично це відповідає десятій частині потужності теплових електростанцій країни.

Розвиток акумуляційних систем відкриває нові перспективи для розв'язання болючої проблеми балансування процесів виробництва й споживання енергії. Одночасно, розкриваються значні можливості суттєвого підвищення ефективності відповідних процесів.

Сьогодні необхідність гальмування виробництва енергії в періоди падіння попиту на неї змушує обладнання енергетичних підприємств значний час працювати в режимах, в яких собівартість виробництва енергії може зростати в рази (Проект, 2022).

Масове впровадження систем зберігання енергії докорінно змінює алгоритм формування вартості енергії й ефективності відповідних процесів. Замість подвійних втрат (через недоотримання енергії в періоди низького попиту на неї й різкого підвищення собівартості у такий час її виробництва) розвиток ефективного акумулювання енергії дасть можливість мати подвійну вигоду (накопичення надлишкової енергії й мінімально можливу собівартість її виробництва).

Принципово змінюється й картина стимулів на виробництво й споживання енергії домогосподарствами. Вартість акумуляційних систем для приватних СЕС впала з 2015 року на 30%. У поєднанні зі скороченням вдвічі вартості обладнання для генерування сонячної енергії та збільшенням тарифів на неї в мережі це створює стимули для власників СЕС не продавати (у тому числі за «зеленими» тарифами) отриману енергію, а максимально задовольняти свої власні потреби за рахунок отримання дешевої енергії.

Схожу зацікавленість у встановленні на дахах власних СЕС починають виявляти й промислові підприємства. Арифметика тут проста: замість витрат на електроенергію за ціною 3,6 грн/кВт-год і більше можна користуватися власною електроенергією, що обходиться менше гривні за кВт-годину (Подольак, 2021).

Водневізація економіки. «Зелена» реструктуризація енергетики відкриває нові горизонти для екологізації й інших секторів національної економіки. Це поліпшує перспективи інтеграції України в ЄС.

Актуальність кроків України у зазначеному переході до нової моделі економіки підсилюється в зв'язку з прийнятими рішеннями ЄС щодо зниження викидів парникових газів на 55% до 2030 р. (у порівнянні з рівнем 1990 р.) і перехід на повну кліматичну нейтральність до 2050 року (Що таке, 2021). Радою ЄС це було визначено як один із стратегічних пріоритетів ЄС і у червні 2022 року набуло обрисів програми «Зелений» курс (Green Deal) з цільовими показниками та конкретними завданнями. Одним із ключових механізмів, представлених у програмі, є Carbon Border Adjustment

Mechanism (CBAM). Цей механізм передбачає впровадження економічних регуляторів (тарифів, податків, обмежень) на імпортовані до ЄС товари, виробництво яких пов'язане з викидами вуглецю. Рада ЄС прийняла рішення про прогресивне посилення правил CBAM протягом 10 років – з 2026 р по 2035 р. Напад Росії на Україну лише підсилив актуальність зазначеного питання й проблему заміщення карбонового палива «зеленими» джерелами отримання енергії, що знайшло втілення в перегляді зазначеної програми й прийнятті програми RePowerEU. Статус кандидата на вступ до ЄС відкриває можливості для інтеграції України в процеси сестейнізації (sustainization) економіки Європи (Проект, 2022).

Одним із ключових напрямів «зеленої» трансформації економіки ЄС є заміна традиційних енергоносіїв воднем. Використання водню доцільно лише у випадку його отримання за допомогою відновлюваних джерел енергії (такий водень називається «зеленим»). Якщо виробництво водню відбуватиметься за рахунок використання органічного палива, то карбонове забруднення не зменшиться, а зросте.

Країни ЄС зможуть задовольнити за рахунок виробництва власного «зеленого» водню лише половину своїх потреб. Україна має суттєвий потенціал його виробництва та експорту. До 2032 року Україна може виробляти орієнтовно до 1,7 млн т водню, що потребуватиме до 15 ГВт потужності електролізерів. Конкурентоспроможність українських ВДЕ може забезпечити порівняно невисоку вартість виробництва «зеленої» енергії. Для експорту водню до Європи потенційно може бути модернізована наявна газова інфраструктура (Проект, 2022).

Втім, використання водневого потенціалу України не обмежується прямим експортом цього енергоносія. Перспективними напрямками є варіанти використання його всередині країни. Зокрема, розглядається розвиток «зеленої» металургії на основі «зеленого» водню, а також відповідна модернізація інших секторів економіки (наприклад, формування «зелених» виробництв аміаку та добрив).

Електрифікація транспорту. Цей напрям «зеленої» перебудови економіки країни є надзвичайно важливим у загальному комплексі трансформаційних процесів. Він збільшує ступінь безпеки та свободи пересування окремих громадян, а також здійснення діяльності економічними суб'єктами.

За темпами зростання кількості електромобілів Україна входить до ТОП-10 країн світу і ТОП-5 Європи (Галицький, 2022). За прогнозами фахівців кількість електромобілів на дорогах України до 2024 року може збільшитися до 100 тисяч. Стрімкому розвитку «зеленого» транспорту в Україні сприяла правова основа. З 1 січня

2018 було скасоване ввізне мито та акцизний податок на імпорт електрокарів, а в кінці 2018 Верховна Рада продовжила дію пільгового режиму.

Додатковою пільгою можна вважати відсутність податку на дороги, який включається в вартість пального, а також суттєво нижчі питомі витрати проїзду на одиницю шляху.

Одночасно надзвичайно швидко йшов розвиток мережі зарядок в Україні. Лише за рік з 2020 року до початку 2022 року кількість зарядних станцій збільшилася в 3,6 рази: з 900 до 3244. При цьому кількість терміналів досягла майже 8000. За кількістю електрокарів на один термінал (4) Україна є лідером серед європейських країн. За цим показником країна йде в ногу з Нідерландами (4) і значно випереджає Польщу (7). Близько третини електрозарядок є швидкісними (В Україні, 2021).

Подібний розвиток електротранспорту та відповідної інфраструктури в Україні значною мірою сприяли зменшенню можливих наслідків від російської агресії. Позитивну роль відіграв також фактор відносної розосередженості по території країни як самих електромобілів, так і електрозаправок.

В умовах гострого дефіциту пального електромобілі в ряді ситуацій відігравали вирішальну роль в евакуації мешканців країни з небезпечних територій. В окремих випадках електромобілі з біженцями робили кілька поїздок, вивозячи цілі сім'ї й окремих мешканців у безпечніші місця, зокрема, до евакуаційних потягів і автобусів. З урахуванням цього, можна припустити, що електромобілі були причетні до евакуації в безпечні місця не менше 100 тисяч біженців. За цим безперечно стоять тисячі врятованих життів.

Автору довелося понад місяця жити на початку війни (в лютому-березні 2022 року) в повній облозі окупантами міста Суми. Він був свідком того, як інтенсивно використовувалися електромобілі в підтриманні процесів життєзабезпечення міста. В умовах дефіциту й навіть повної відсутності палива на електромобілях здійснювалося перевезення критично важливих вантажів та пасажирів для підтримання роботи комунальних служб, лікарень, магазинів і аптек.

Зміна організаційної структури виробництва. Виробничі процеси очікують значні структурні перетворення. Пов'язано це насамперед із тим, що на зміну великим господарським формам (потужним регіональним електростанціям, виробничим гігантам, величезним переробним і збагачувальним комплексам) приходять мережі, що складаються з тисяч і навіть мільйонів маленьких виробничих одиниць (ІТ-підприємств, міні-енергетичних установок, виробництв, що використовують 3D-принтери). Вони можуть стати реальною продуктивною силою, лише за умов об'єднання в цілісні мережеві системи.

Сама специфіка адитивної економіки й діючих у її складі альтернативної енергетики й адитивної переробної промисловості вимагає докорінної трансформації синергетичної (комунікаційної) основи. Більш того, можна з упевненістю стверджувати, що без подібних перетворень ані адитивне виробництво, ані альтернативна енергетика не зможуть бути реалізовані повною мірою.

Реструктуризація економічних відносин.

Розвиток адитивного виробництва вносить суттєві зміни в економічні відносини між окремими суб'єктами. Формування горизонтальних (розподілених) виробничих мереж супроводжується значним збільшенням кількості власників засобів виробництва (наприклад, генераторів альтернативної енергії, 3D-принтерів чи персональних комп'ютерів, які працюють у зв'язці з останніми). Відбувається масова, умовно кажучи, соціалізація в економіці, коли (власність на) засоби виробництва переходить до значної частини населення.

Виникають умови для формування соціальної й солідарної економіки, адже формальні власники засобів виробництва є одночасно й їх фактичними користувачами. Це змушує їх брати активну участь в управлінні роботою економічних систем (мереж), в межах яких вони діють.

Зміна соціальної структури суспільства.

Сказане вище обумовлює значні зміни соціальної структури суспільства. Зокрема, наведені вище цифри збільшення кількості приватних електростанцій в Україні наочно висвітлюють іще один важливий факт: з'являється значний прошарок населення (середній клас), здатний брати участь у інвестуванні розвитку різних видів діяльності, зокрема, пов'язаних із «зеленим» переходом, тобто екологізацією економіки країни.

На кінець 2023 року потужність приватних сонячних електростанцій в Україні досягла 1700 МВт. З урахуванням того, що на створення 1 МВт сонячної генерації витрачається в середньому до 1 млн євро, можна зробити висновок, що в розвиток лише сонячної енергетики звичайні громадяни України профінансували з власних кишень суму, еквівалентну 1,7 млрд євро.

Крім того звичайні українці беруть також активну участь у фінансуванні «зеленого» переходу в частині електрифікації транспорту. Зокрема, на початок 2023 року кількість приватних електрокарів в Україні наблизилася до 77 тисяч.

Український Інтернет заповнений різноманітними пропозиціями щодо обладнання для 3D-принтингу. Оскільки все це продається, то значить, кимось це купується й використовується. Українські компанії не тільки активно використовують 3D-принтери, але й почали розробляти власне обладнання для 3D-друку. Розпочалося масове використання 3D-принтерів у виробництві озброєння, в тому числі, у воєнних умовах (Куницький, 2023; Мусієнко, 2023).

Одним із важливих показників, який характеризує зрушення в соціальній структурі суспільства, є рівень розвитку фрілансерства. Фрілансер – це людина, що здатна самостійно визначати режим своєї діяльності. Стосовно фрілансерства як економічного виду діяльності це означає необхідність самостійного пошуку замовлень на пропозицію своєї діяльності, здійснення відповідного фінансового супроводу, визначення режиму праці й відпочинку, турбота за іншими членами сім'ї. Фактично фрілансер – це підприємство (тобто, соціально-економічна система) в мініатюрі на рівні однієї особи та, можливо, членів її сім'ї.

Слід підкреслити ще одну важливу деталь. В переважній більшості фрілансери – люди креативної праці (ІТ діяльність, дизайн, тексти, ілюстрації, маркетинг, ін.). Усі ці види діяльності вимагають постійного самоудосконалення, а отже – постійного самонавчання й саморозвитку. Саме це є принциповою метою сестейнового розвитку суспільства. Ця мета визначена п'ятою промисловою революцією (Industry 5.0), що ініційована ЄС.

Вражають темпи зростання фрілансерів. На початок 2023 року частина кількості фрілансерів в Україні оцінювалася в 10% від кількості працюючих. Передбачається, що найближчими роками вона може зрости до 20% (Зюзін, 2023).

Самоорганізація суспільства. Одним із яскравих проявів спроможності горизонтальних соціальних структур є самоорганізація українського суспільства. Здатність суспільства до самоорганізації й реалізації горизонтальних організаційних структур стали ефективним інструментом в забезпеченні безпеки соціально-економічних систем в умовах війни. Коли ситуація змінюється щомоментно, й колосальну ціну набувають мінімальні параметри простору й часу, лише рівень конкретних виконавців, включаючи керівників відповідного рівня, володіє всією повнотою інформації для прийняття адекватних рішень. Це стосується як справ на фронтах, де ведуться бойові дії, так і діяльності окремих ланок господарських систем.

До сказаного слід додати, що для реалізації прийнятих рішень тим таки ж виконавцям і їх керівникам на місцях доводиться відшукувати нестандартні засоби й нестандартні ресурси в ситуаціях, коли звичайні активи або відсутні, або не працюють в нових умовах, що склалися.

Саме здатністю українського суспільства до самоорганізації та активним функціонуванням горизонтальних організаційних структур значною мірою обумовлені військові успіхи країни в перші місяці війни, а також функціональна стійкість її життєзабезпечувальних господарських систем. Кожен виконував свою роботу. Десятки тисяч

виконавців на місцях, включаючи керівний склад, самостійно забезпечували й забезпечують функціонування складних технічних і соціальних систем в неймовірно важких нестандартних умовах війни. Верхні ж рівні українського керівництва, не відволікаючись на конкретику місцевої роботи, змогли сконцентрувати свою увагу на вирішенні стратегічних завдань і питаннях зовнішньої політики.

Значною мірою підсилюється процес самофінансування суспільством різних заходів: підтримки армії, допомоги постраждалим, відбудови зруйнованих об'єктів, ін. Не випадково, що Україна посіла друге місце в світовому рейтингу за рівнем добродійності.

Немає сумніву, що на відносні успіхи, які досягла економіка України в умовах війни певним чином вплинули й зазначені зрушення назустріч нової економічної моделі. Зокрема, протягом 2023 року економіка країни демонструвала достатню стійкість. Зростання ВВП країни на кінець року оцінюється близько 5% після падіння у попередньому році на 29%. Інфляція знижувалася швидше, ніж очікувалося (7,1% у вересні 2023 р. у порівнянні з 26,6% у 2022 році). Внутрішні запозичення перевищили план і за 9 місяців досягли 11 мільярдів доларів. Це дало можливість акумулювати максимальні ресурси на сектор безпеки та оборони, а також створити умови для розвитку вітчизняного ОПК (Дячкіна, 2023). Україна продовжує поглиблення реформ у взаємодії з Єврокомісією, Світовим банком, країнами-членами G7 та іншими міжнародними організаціями.

Незважаючи на важкі випробування український бізнес продовжує розвиватися (ТОП-10, 2023; Щербина, 2022). За час війни було зареєстровано понад 32 тисячі компаній, а припинили свою роботу й стали неактивними близько 6 тисяч бізнесів (Савчук, 2023).

Особливості зазначеного переходу.

Надзвичайно важливою особливістю перехідних процесів до нових засад функціонування соціально-економічних систем є біфуркаційний характер трансформаційних процесів. Це означає, по-перше, що еволюційна траєкторія розвитку систем періодично начебто відтворюється заново, а по-друге, на віртуальному рівні актуалізується багатоваріантність продовження життєвого циклу розвитку систем. Інакше кажучи, з'являється можливість радикальної зміни принципів функціонування систем, зокрема, переходу на новий рівень застосування новітніх прогресивних технологій. Біфуркаційний характер розвитку господарських систем актуалізує питання запровадження поточного науково обґрунтованого моніторингу драйверів, механізмів та інструментів, що забезпечують динаміку реструктуризаційних процесів та актуалізацію стратегій розвитку, адекватних потребам часу та умовам функціонування.

Зазначена трансформація національної економіки носить системний характер. Вона не може обмежитися заміною лише технологічної основи виробництва, зокрема, на альтернативні джерела отримання енергії та технічні засоби 3D-принтинга. Соціально-економічна система країни має бути перебудована на всю глибину її внутрішніх зв'язків, включаючи складові ланки виробничого циклу (від отримання первинних ресурсів до утилізації відходів), економічні відносини, соціальні інститути, комунікації та форми побудови суспільних спільнот.

Перехід до адитивної економіки дозволяє значно скоротити тривалість економічних процесів. Можна назвати фактори, за рахунок яких слід очікувати зазначені трансформаційні зміни.

Адитивізація виробництва (3D-принтинг) зумовлює виключення виробничих стадій, які забезпечують: технологічну підготовку, виготовлення первинних моделей, інструментальну підготовку, збирання готових виробів (частково).

Перехід на альтернативні джерела енергії забезпечує виключення стадій: розвідки, видобутку первинних енергоносіїв, створення транспортної інфраструктури, транспортування, зберігання палива та усунення відповідних екологічних наслідків.

Інформатизація економіки веде до скорочення значної кількості ланок із виробництва відповідних матеріалів та стадій виготовлення необхідних для цього засобів виробництва.

Дематеріалізація процесів виробництва та споживання забезпечує прискорення процесів: просування предметів праці між виробничими ланками, транспортування, інших видів логістики.

Мережевізація економіки дає змогу прискорити процеси просування продукції від виробництва до споживачів.

Інтелектуалізація (кібергізація) економічних процесів зумовлює прискорення процесів прийняття рішень, підвищення ефективності та оптимізацію складових виробничих циклів та логістики.

Формування циркулярної економіки веде до скорочення тривалості циклів відтворення ресурсної основи та утилізації відходів.

Аналіз змісту, форми та специфіки окремих напрямів реструктуризації, а також причинно-наслідкових зв'язків їх виникнення дає можливість обґрунтовано визначати напрями витрачання суспільних ресурсів, ефективно планувати господарську діяльність, цілеспрямовано готувати людський капітал до вирішення майбутніх завдань.

Драйвери та інструменти. Розроблений економістами СумДУ практичний інструментарій (драйвери, моделі, індикатори, детермінанти) дає можливість виконувати необхідну аналітичну роботу, яка має бути базою для обґрунтування стратегій трансформаційних рухів. Серед

основних сформульованих драйверів та механізмів управління динамікою цифрових перетворень слід виділити:

- аналіз кількісних і якісних параметрів процесів, що відбуваються в економічних системах;
- діагностика проблем та ризиків бізнес-процесів;
- прогнозування трендів розвитку економічних систем;
- визначення напрямків пріоритетного інвестування та реінвестування;
- створення фондів запобігання виникненню можливих економічних і соціальних проблем;
- визначення напрямів розвитку необхідних інститутів та забезпечувальних економічних і соціальних сфер в регіонах, країнах, корпораціях;
- формування мотиваційних інструментів підвищення конкурентоздатності соціально-економічних систем.

Проведені дослідження дають підставу говорити про умовно два виміри визначення критеріїв для обґрунтування стратегій реалізації цифрових трансформацій: «точність» і «своєчасність». Точність визначає правильність вибору просторового алгоритму (кількість зв'язків, вид взаємодії, тип підпорядкування, функції елементів тощо) компановки (взаємодії) складових суспільних систем задля досягнення поставлених цілей чи вирішення певних завдань. Своєчасність обумовлює формування вивірених у часі параметрів програм (послідовність стадій, тривалість, темп операцій, швидкість процесів, рівень синхронізації, час переключення) просування у часі процесів реалізації відповідних трансформацій.

В умовах надвисоких темпів змін, що відбуваються у суспільстві, суттєво зростає ціна фактору часу й вагомість критеріїв своєчасності здійснення перетворень. Стратегічні завдання реалізації трансформацій, які могли б вважатися правильними за просторовими критеріями «точності» в один період часу, втрачають свою актуальність за межами цього періоду. В інші часові інтервали вони будуть повністю або частково неадекватними соціально-економічним умовам, які встигли змінитися відповідно до оптимального періоду.

З урахуванням цього механізм управління зазначеними змінами має будуватися на динамічній моделі обґрунтування трансформаційних стратегій за принципом: «стратегія – це не документ, а процес». В ході поточного корегування стратегії має відбуватися гнучка адаптація рішень, що приймаються відповідно до конкретних умов функціонування господарських систем, що формуються у просторі та часі.

Нова якість людського капіталу. Ведучи мову про перехід до нової соціально-економічної формації, слід розуміти, що людству насправді слід готуватися на найближчі десятки років до

безкінечної зміни базових виробничих принципів та соціальних інститутів. Це значить, що в постійному розвитку та трансформаційних зрушеннях належить бути й людському капіталу, який забезпечує не тільки функціонування технічних і екологічних систем, але й їх модифікацію в ході зазначених промислових революцій.

За задумами авторів концепції Industry 5.0, людина дійсно повинна полишити виробничі процеси, звідкіля її вже витісняють кіберфізичні системи та Інтернет речей. Саме вони виконуватимуть усю рутинну, стандартну, монотонну й нецікаву роботу. Але людина, яка піде з виробництва, буде людиною-трудо. Вона звикла до виконання стандартних операцій, на яких матеріалізуються стандартизовані товари для споживачів зі стандартними потребами та запитам.

На місце людини-трудо у виробництво повинна прийти зовсім інша людина – людина-особистість. Замість виготовлення виробів вона створюватиме інформаційні образи, які легко матеріалізуватимуть адитивні технологічні системи за допомогою 3D-принтерів. Саме так зараз 2D-принтери нам друкують на папері все, що ми вигадали на дисплеях своїх комп'ютерів. Причому матеріалізуватиметься кінцевий продукт буде вже за місцем його призначення, тобто за адресою споживача. І що важливо – продукт цей буде персоналізованим, тобто виготовленим за індивідуальними бажаннями й уподобаннями споживачів.

Це надзвичайно важливо. Адже головним споживачем також стане *людина-особистість*. А особистісний розвиток людства можливий лише там, де люди відрізняються один від одного, й ця відмінність все збільшуватиметься.

Але й це не головне. Основним завданням людини, озброєної штучним інтелектом, в економічній сфері має стати визначення ключових цілей і напрямів розвитку спільнот на основі прогнозування проблем і перспектив та аналізу викликів, що виникають.

Сьогодні, коли людство вступило в фазовий перехід до нової соціально-економічної формації, роль людського капіталу значно зростає. Стає все більш очевидним, що успіх економічних систем визначається не матеріальними активами (природні ресурси, засоби виробництва, фінансові фонди), а якістю людського капіталу. Все актуальнішими стають питання наповнення змістом трансформацій людського капіталу, які диктуються ходом сучасних промислових революцій (Industries 3.0, 4.0, 5.0), які визначають контури прийдешньої адитивної економіки.

Висновки. Винятково складний характер боротьби на фронті соціально-економічних перетворень обумовлюється безпрецедентним характером процесів фазового переходу до нової суспільної формації. На шлях цього переходу людство

вступило на початку XXI сторіччя. Проведені в даній статті дослідження дозволили сформулювати ключові особливості трансформаційних зрушень стану соціально-економічних систем в перехідний період. До основних з них слід віднести: по-перше, небачені темпи змін атрибутів суспільного життя; по-друге, біфуркаційність процесів зміни технологічної основи й соціальних інститутів; по-третє, системний характер перетворень національного господарства країни; по-четверте, радикальна зміна взаємовідносин людини і природи; по-п'яте, безпрецедентний характер трансформації сутнісних складових самої людини та процесів її життєдіяльності.

Зростаючі темпи трансформаційних процесів обумовлюють значну ціну фактору часу. Надшвидкі темпи появи нових технологічних рішень визначають безперервний характер відтворення інновацій у всіх сферах суспільного життя, включаючи нові інструменти управління процесами перетворень. Усе, що ефективно працювало й було актуальним учора, перестає працювати сьогодні, почне гальмувати процеси перетворень завтра й перетвориться на перешкоду для розвитку післязавтра. Зокрема, мінливий характер доцільності застосування економічних стимулів можна проілюструвати на прикладі зміни ефективності «зелених» тарифів на різних етапах впровадження альтернативної енергетики.

Просування до нової економіки шляхом зазначених перетворень дає шанс опинитися серед провідних країн світу за рівнем технічного й соціального прогресу, але прирікає на необхідність невпинного вирішення нових складних проблем. Втім, якщо це не здійснити, країна буде відкинута на периферію суспільного розвитку планети.

Один із головних векторів перебудови пов'язаний зі зміною ключових засад взаємодії виробничого комплексу з природними системами й біосферою планети. Вперше в історії своєї цілеспрямованої виробничої діяльності людство змінює базовий принцип відносин з природою. Узагальнюючи, це можна назвати переходом від субтрактивних до адитивних методів виробництва. Перші базуються на надлишковому вилученні з природи первинних ресурсів, більша частина яких після переробки повертається природі у вигляді відходів. Адитивні методи побудовані на вилученні з природи й використанні в процесах виробництва лише необхідної складової первинних ресурсів. Саме так побудовані, зокрема, процеси 3D принтингу.

Перехід до адитивного виробництва обумовлює формування цілісної системи адитивної економіки з її специфічними економічними відносинами, комунікаційними зв'язками та формами взаємовідносин між виробниками і споживачами продукції. Необхідними передумовами для побудови

адитивної економіки мають бути: мережевізація організаційних зв'язків, цифровізація процесів виробництва, транспортування, зберігання та споживання продукції, кібергізація процесів управління виробництвом та суспільним життям, креативізація праці людини та людського капіталу, синергетичне поєднання когнітивного потенціалу людини та штучного інтелекту.

Формування економіки нового типу висуває першочергове завдання перебудови самої людини, яка має виступати (у формі людського капіталу) не тільки реалізатором процесів відтворення та функціонування виробничих систем, але й замовником продукції, що їм належить виробляти. В ході зазначеного фазового переходу мають відбутися радикальні зміни в сутнісній тріаді людини (біо-трудо-соціо). В новій інформаційно-мережевій формі центри ваги поступово зміщується від «біо» через «трудо» до «соціо». Зрештою, розвиток саме соціального, тобто особистісного начала людини має стати як генеральною метою, так і засобом (драйвером) існування суспільства.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Additive manufacturing – a definition : what is additive manufacturing? *SPI Lasers*. URL: <http://www.spilasers.com/application-additive-manufacturing/additive-manufacturing-a-definition/>
2. Andreassen E. Additive manufacturing (AM) – Materials and material properties. *SINTEF*. URL: <https://www.sintef.no/en/expertise/sintef-industry/materials-and-nanotechnology/additive-manufacturing-am-materials-and-material-properties/>
3. Bromberger J., Ilg J., Miranda A.M. The mainstreaming of additive manufacturing. *Mc Kinsey & Company*. 15.03.2022. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/the-mainstreaming-of-additive-manufacturing>
4. Cost for onshore wind, solar and battery storage dipped: BNEF. *Greentechlead*. Renewable Energy. 29.04.2020 URL: <https://greentechlead.com/renewable-energy/cost-for-onshore-wind-solar-and-battery-storage-dipped-bnef-35985>
5. Vashchenko K. TOP 5 energy storage projects of 2020. *GETMARKET*. 2020. URL: <https://getmarket.com.ua/en/news/top-5-energy-storage-projects-of-2020>
6. В Україні вперше порахували кількість зарядних станцій для електромобілів: чотири машини на одну заправку. *AUTOGEEK*. 17.11.2021. URL: <https://autogeek.com.ua/zarydni-stancii/>
7. Галицький А. З прицілом на майбутнє: які електромобілі найчастіше купують українці. *Сьогодні*. 24.01.2022. URL: <https://economics.segodnya.ua/ua/economics/avto/s-pricelom-na-budushchee-kakie-elektromobili-chashche-vsego-pokupayut-ukraincy-1598026.html>
8. Даниленко Ю. ІТ в економіці України: як змінювалася його частка, вплив та тренди ринку за роки незалежності. *СПЕКА*. 24.08.2023. URL: <https://speka.media/it-v-ekonomici-ukrayini-yak-minyalasya-iogo-castka-vpliv-ta-trendi-rinku-za-roki-nezaleznosti-plrw0p>

9. Даниленко Ю., Миронович В. Скільки українців не мають доступу до інтернету і коли ми подолаємо цифровий розрив. *SPEKA*. 10.07.2023. URL: <https://speka.media/skilki-ukrayinciv-dosi-ne-mayut-dostupu-do-internetu-i-shho-robiti-z-cifrovim-rozrivom-plg4x9>

10. Домашні сонячні електростанції в 2021 році. *AVENSTON*. 14.09.2022. URL: <https://avenston.com/articles/private-solar-market-2021/>

11. Домогосподарства наростили потужність приватних СЕС у 2022 році на 78%. *Українська енергетика*. 25.11.2022. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/domohospodarstva-narostyly-potuzhnist-pryvatnykh-ses-u-2022-rotsi-na-78>

12. Дячкіна А. Зростання економіки України у 2023 році прискориться майже до 5% – Марченко. *Економічна правда*. 13.10.2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/10/13/705435/>

13. Жарикова А. Експорт ІТ-послуг з України цьогоріч скорочується. *Економічна правда*. 31.07.2023. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/07/31/702742/>

14. Зюзін В. 250 000 українців стали фрилансерами з початком війни. *Тренди*. 03.11.2023. URL: <https://mmr.ua/show/250-000-ukrayinciv-stali-frilanserami-z-pochatkom-vijni>

15. Куницький О. Армія друкарів: як Україна застосовує 3D-технології у війні. *DW*. 23.10.2023. URL: <https://www.dw.com/uk/armia-drukariv-ak-ukraina-zastosovue-3dtehnologii-u-vijni/a-67165996>

16. Мельник Л. Г. Аддитивна економіка (Економіка перетворень): Досвід ЄС щодо економічних перетворень в ході Industries 3.0, 4.0, 5.0 : монографія. Суми : Університетська книга, 2023. 208 с.

17. Мусієнко О. Коли технологія 3D-друку стане масовою. *Blog Imena.ua*. 15.03.2023. URL: <https://www.imena.ua/blog/when-will-3d-printing-become-mainstream/>

18. Подоляк А. «Зелені» вже не ті: чому виробників чистої електроенергії уже не так цікавить її продаж. *Економічна правда*. 22.11.2021. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/11/22/679785/>

19. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Енергетична безпека». Національна рада з відновлення України від наслідків війни. Липень, 2022. 164 с. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/energy-security.pdf>

20. Савчук Б. Бізнес під час війни – відкривається більше справ, ніж закривається. *Вікна*. 12.05.2023. URL: <https://vikna.tv/ru/dlia-tebe/biznes-vo-vremya-voynu-v-kakom-sostoyanii-on-sejchas-nahoditsya/>

21. Системи накопичення енергії – світова практика щодо балансування енергосистеми та рішення для України. *Держенергоєфективності*. 09.01.2020. URL: <https://www.saee.gov.ua/uk/news/3289>

22. ТОП-10 перспективних бізнес-ідей під час війни та після війни. 14.01.2023. *Inventure*. URL: <https://inventure.com.ua/analytics/articles/top-10-perspektivnyh-biznes-idej-vo-vremya-i-posle-voynu>

23. Щербина А. Ринок талантів: якою буде частка ІТ у ВВП України. *Mind.ua*. 31.08.2022. URL: <https://mind.ua/openmind/20246322-rinok-talantiv-yakoyu-bude-chastka-it-u-vvp-ukrayini>

24. Що таке Європейський зелений курс. *Екодія*. 26.04.2021. URL: <https://ecoaction.org.ua/eu-green-deal.html>

REFERENCES:

1. Additive manufacturing – a definition : what is additive manufacturing? Available at: <http://www.spilasers.com/application-additive-manufacturing/additive-manufacturing-a-definition/>

2. Andreassen E. Additive manufacturing (AM) – Materials and material properties. Available at: <https://www.sintef.no/en/expertise/sintef-industry/materials-and-nanotechnology/additive-manufacturing-am-materials-and-material-properties/>

3. Bromberger J., Ilg J., Miranda A.M. The mainstreaming of additive manufacturing. 15.03.2022. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/the-mainstreaming-of-additive-manufacturing>

4. Cost for onshore wind, solar and battery storage dipped: BNEF. 29.04.2020. Available at: <https://greentechlead.com/renewable-energy/cost-for-onshore-wind-solar-and-battery-storage-dipped-bnef-35985>

5. Vashchenko K. TOP 5 energy storage projects of 2020. 2020. Available at: <https://getmarket.com.ua/en/news/top-5-energy-storage-projects-of-2020>

6. V Ukraini vpershe porakhuvaly kilkist zariadnykh stantsii dlia elektromobiliv: chotyry mashyny na odnu zapravku [In Ukraine, the number of charging stations for electric cars was counted for the first time: four cars per gas station]. 17.11.2021. Available at: <https://autogeek.com.ua/zarydni-stancii/>

7. Halytskyi A. Z prytsilom na maibutnie: yaki elektromobili naichastishe kupuiut ukrainsi [With an eye on the future: which electric cars are most often bought by Ukrainians]. 24.01.2022. Available at: <https://economics.segodnya.ua/ua/economics/avto/s-pricelom-na-budushchee-kakie-eklektromobili-chashche-vsego-pokupayut-ukraincy-1598026.html>

8. Danylenko Yu. IT v ekonomitsi Ukrainy: yak zminiuvalasia yoho chastka, vplyv ta trendy rynku za roky nezalezhnosti [IT in the economy of Ukraine: how its share, influence and market trends changed during the years of independence]. 24.08.2023. Available at: <https://speka.media/it-v-ekonomici-ukrayini-yak-miny-alasya-iogo-castka-vplyv-ta-trendi-rinku-za-roki-nezalezhnosti-plrw0p>

9. Danylenko Yu., Myronovych V. Skilky ukrainsiv ne maiut dostupu do internetu i koly my podolaiemo tsyfrovyy rozryv [How many Ukrainians do not have access to the Internet and when will we overcome the digital divide]. 10.07.2023. Available at: <https://speka.media/skilki-ukrayinciv-dosi-ne-mayut-dostupu-do-internetu-i-shho-robiti-z-cifrovim-rozrivom-plg4x9>

10. Domashni soniachni elektrostantsii v 2021 rotsi [Home solar power plants in 2021]. 14.09.2022. Available at: <https://avenston.com/articles/private-solar-market-2021/>

11. Domohospodarstva narostyly potuzhnist pryvatnykh SES u 2022 rotsi na 78% [Households increased the capacity of private SPPs in 2022 by 78%].

25.11.2022. Available at: <https://ua-energy.org/uk/posts/domohospodarstva-narostyly-potuzhnist-pryvatnykhses-u-2022-rotsi-na-78>

12. Diachkina A. Zrostantia ekonomiky Ukrainy u 2023 rotsi pryskorytsia maizhe do 5% – Marchenko [The growth of Ukraine's economy will accelerate to almost 5% in 2023 – Marchenko]. 13.10.2023. Available at: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/10/13/705435/>

13. Zharykova A. Eksport IT-posluzh z Ukrainy tsohorich skorochuietsia [Export of IT services from Ukraine is decreasing this year]. 31.07.2023. Available at: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/07/31/702742/>

14. Ziuzin V. 250 000 ukraintsiv staly frylanseramy z pochatkom viiny [250,000 Ukrainians became freelancers at the beginning of the war]. 03.11.2023. Available at: <https://mmr.ua/show/250-000-ukrayinciv-stali-frilanserami-z-pochatkom-vijni>

15. Kynytskyi O. Armiia drukariv: yak Ukraina zasosovuje 3D-tekhnologii u viini [Army of printers: how Ukraine uses 3D technologies in war]. 23.10.2023. Available at: <https://www.dw.com/uk/armia-drukariv-ak-ukraina-zastosovue-3dtehnologii-u-vijni/a-67165996>

16. Melnyk L.H. (2023). Adytyvna ekonomika (Ekonomika peretvoren): Dosvid YeS shchodo ekonomichnykh peretvoren v khodi Industries 3.0, 4.0, 5.0 : monohrafiia [Additive economy (Economics of transformations): EU experience of economic transformations (Industries 3.0, 4.0, 5.0): monograph]. Sumy : Univer-sytetska knyha, 208 p.

17. Musiienko O. Koly tekhnolohiia 3D-druku stane masovoiu [When 3D printing technology becomes mass]. 15.03.2023. Available at: <https://www.imena.ua/blog/when-will-3d-printing-become-mainstream/>

18. Podoliak A. «Zeleni» vzhe ne ti: chomu vyrobnykiv chystoi elektroenerhii uzhe ne tak tsikavyt yii prodazh ["Greens" are no longer the same: why producers of

clean electricity are no longer so interested in its sale]. 22.11.2021. Available at: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/11/22/679785/>

19. Proekt Planu vidnovlennia Ukrainy. Materialy robochoi hrupy «Enerhetychna bezpeka». Natsionalna rada z vidnovlennia Ukrainy vid naslidkiv viiny [Project of the Recovery Plan of Ukraine. Materials of the "Energy Security" working group. The National Council for the Recovery of Ukraine from the Consequences of the War]. July, 2022. 164 p. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recovery-rada/ua/energy-security.pdf>

20. Savchuk B. Biznes pid chas viiny – vidkryvaietsia bilshе sprav, nizh zakryvaietsia [Business during the war – more things are opened than closed]. 12.05.2023. Available at: <https://vikna.tv/ru/dlia-tebe/biznes-vo-vremya-voyny-v-kakom-sostoyanii-on-sejchas-nahoditsya/>

21. Systemy nakopychennia enerhii – svi-tova praktyka shchodo balansuvannia enerhosystemy ta rishennia dlia Ukrainy [Energy storage systems – world practice in balancing the energy system and solutions for Ukraine]. 09.01.2020. Available at: <https://www.sae.gov.ua/uk/news/3289>

22. TOP-10 perspektyvnykh biznes-idei pid chas viiny ta pislia viiny [TOP 10 promising business ideas during the war and after the war]. 14.01.2023. Available at: <https://inventure.com.ua/analytics/articles/top-10-perspektivnyh-biznes-idej-vo-vremya-i-posle-voyny>

23. Shcherbyna A. Rynok talantiv: yakoiu bude chastka IT u VVP Ukrainy [Talent market: what will be the share of IT in Ukraine's GDP]. 31.08.2022. Available at: <https://mind.ua/openmind/20246322-rinok-talantiv-yakoyu-bude-chastka-it-u-vvp-ukrayini>

24. Shcho take Yevropeyskyi zelenyi kurs [What is the European Green Deal]. 26.04.2021. Available at: <https://ecoaction.org.ua/eu-green-deal.html>