

РОЗДІЛ 10. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІНА ПОРОЗІ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ
ON THE EVE OF THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

Четверта промислова революція продовжує Цифрову революцію і породжує різноманітні кіберфізичні системи. Її інновації супроводжуються креативною деструкцією майже в усіх галузях усіх країн світу. Зачіпаючи ринки праці, вона звужує середній клас і створює суспільні виклики. Людство відповідальне за інклюзивну відповідь на ці виклики. Така відповідь потребуватиме міжнародних довіри і співробітництва.

Ключові слова: промислова революція, кіберфізичні системи, середній клас, креативна деструкція, інформаційно-комунікаційні технології.

Четвертая промышленная революция продолжает Цифровую революцию и порождает разнообразные киберфизические системы. Ее инновации сопровождаются креативной деструкцией почти во всех отраслях всех стран мира. Касаясь рынков труда, она сужает средний класс и соз-

дает общественные вызовы. Человечество ответственно за инклюзивный ответ на эти вызовы. Такой ответ будет требовать международного доверия и сотрудничества. Ключевые слова: промышленная революция, киберфизические системы, средний класс, креативная деструкция, информационно-коммуникационные технологии.

The Fourth industrial revolution continues the Digital revolution and generates various cyber-physical systems. Its innovations are accompanied with creative destruction in almost all industries of all countries around the world. Affecting the labor markets, it narrows a middle class and creates social challenges. The humankind is responsible for inclusive response to these challenges. Such a response will need international trust and cooperation.

Key words: industrial revolution, cyber-physical systems, middle class, creative destruction, information and communication technologies.

УДК 519.8

Горбачук В.М.

д.ф.-м.н., старший науковий співробітник
Інститут кібернетики
імені В.М. Глушкова
Національної академії наук України

Постановка проблеми була визначена на Світовому економічному форумі (СЕФ) у Давосі (Швейцарія) у січні 2016 р. і полягає в тому, що людство дійшло до технологічної революції, яка безповоротно змінить наші способи життя, роботи і взаємостосунків. Ця революція буде особливою за своїми масштабом, сферою впливу та складністю. Не знаючи всіх наслідків революції, людство повинно відповідати на її виклики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій ґрунтується на порівняннях змісту спілкувань автора на двох визначних економічних форумах із 20-річним інтервалом: на Економічному форумі у Криниці-Здруй (Польща) у вересні 1996 р. і на Київському міжнародному економічному форумі у жовтні 2015 р. Спілкування стає дедалі глобальнішим завдяки швидкому поширенню інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). 9 листопада 2015 р. найвищу нагороду «Мислителі 50» у категорії «Цифрові мислителі» отримали Ерік Бриньольфссон (професор сім'ї Шуссель Массачусетського інституту технологій (MIT), директор Ініціативи MIT із цифрової економіки, директор Центру MIT з цифрового бізнесу) та Ендрю Макафі (співдиректор Ініціативи MIT із цифрової економіки, асоційований директор Центру MIT з цифрового бізнесу) за пояснення того, чому Четверта революція може вести до більшої нерівності, зачіпаючи ринки праці [1; 2]. Із заміною праці на автоматику по всій економіці результуюче витіснення працівників машинами може посилювати розрив між віддачею капі-

талу і віддачею праці. З іншого боку, теж можливо, що вивільнення працівників завдяки технологіям вестиме до результуючого збільшення безпечних робочих місць із високою винагородою.

Основна тема, за якою засновник і виконавчий голова СЕФ Клаус Шваб спілкувався з глобальними головними виконавчими директорами і старшими діловими керуючими, така: важко збагнути чи передбачити прискорення інновацій і швидкість руйнування традиційних галузей; інновації є джерелом постійних несподіванок, зокрема, для найбільш інформованих і контактних людей [3]. Авжеж, у всіх галузях є чітке свідчення того, що технології, які лежать в основі Четвертої промислової революції, мають сильний вплив на ділове середовище [4]. За офіційними даними Світової організації торгівлі, обсяг експорту телекомунікаційних, комп'ютерних та інформаційних послуг в Україні за 2011–2014 рр. зріс вдвічі, що підтвердило оцінки автора про перспективність таких послуг [5].

Постановка завдання. Мета статті полягає у розробці інтегрованої, всебічної та інклюзивної відповіді на виклики Четвертої промислової революції із залученням усіх учасників глобального світоустрою – від громадського і приватного секторів до наукової спільноти й громадянського суспільства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перша промислова революція розпочалася у 1784 р., використовуючи водну і парову енергію для механізації виробництва через механічне виробниче устаткування. Друга промислова революція почалася

у 1870 р., застосовуючи розподіл праці, електрику й масове виробництво. Третя промислова революція триває з 1969 р. виходячи з науковомістких досягнень електроніки, ІКТ, автоматизованого виробництва. Сучасна Четверта промислова революція характерна поєднанням технологій, що розмиває кордони між фізичною, цифровою і біологічною сферами [6].

Сьогоднішні перетворення не лише продовжують Цифрову революцію, але й започатковують Четверту промислову революцію, особливу за своїми швидкістю, сферою впливу і системністю. Якщо попередні три революції розвивалися з лінійною чи поліноміальною швидкістю, то Четверта революція створення кіберфізичних систем розвивається експоненційно. Подібні системи привернули мою увагу, коли готуючись до співбесіди при вступі на факультет управління і прикладної математики і регулярно читаючи щотижневик «За рубежом», купив книгу Г. Сакмана «Решение задач в системе «человек – ЭВМ» [7]. Якщо зараз міжміський телефонний зв'язок є справою секунд, то тоді це було справою годин, оскільки потребувало поїздки до головного державного поштамту спочатку електропоїздом, а потім автобусом і метро. Зараз Четверта революція впливає майже на кожну галузь у кожній країні світу, а мрії наукової фантастики стають фактами економічної історії.

Стають необмеженими можливості мільярдів людей, зв'язаних мобільними пристроями з безпрецедентними обчислювальною потужністю, об'ємом пам'яті й доступом до знань. Усі ці можливості посилюватимуться поступаючими технологічними проривами у таких областях, як штучний інтелект (ШІ), робототехніка, Інтернет речей, автономні транспортні засоби, 3D-друк, нанотехнології, біотехнології, матеріалознавство, акумуляція енергії, квантові обчислення.

ШІ оточує нас всюди – від самокерованих автомобілів і дронів (Dynamic Remotely Operated Navigation Equipment (DRONE) – динамічне устаткування з дистанційно діючою навігацією) до віртуальних помічників і програмного забезпечення (ПЗ), які перекладають із мови на мову чи інвестують. У третьому тисячолітті відбувається швидкий розвиток ШІ, що приводиться в дію експоненційним зростанням обчислювальної потужності, наявністю величезних обсягів даних, ПЗ для винайдення нових ліків, алгоритмами передбачення наших смаків і уподобань. Водночас цифрові виробничі технології щоденно взаємодіють із біологічним світом: інженери, проєктувальники й архітектори комбінують комп'ютерне моделювання, виробництво домішок, інженерію матеріалів та синтетичну біологію для започаткування симбіозу між мікроорганізмами, нашими тілами, продуктами споживання та помешканнями.

Подібно до попередніх промислових революцій Четверта промислова революція має потенціал для підвищення глобальних рівнів доходів і поліпшення якості життя народів по всьому світу. Найбільше

виграють споживачі, здатні отримувати цифрові продукти і користуватися цифровим світом. Технології уможливили нові продукти і послуги, які збільшують ефективність і зручність особистого життя таких споживачів. Зараз можна дистанційно замовляти таксі, бронювати квиток на літак, купувати продукт, здійснювати платіж, слухати музику, дивитися фільм або брати участь у грі.

У майбутньому технологічні інновації також вестимуть до дива з боку пропозиції, з довгостроковими виграшами за ефективністю і продуктивністю. Витрати на доставку і зв'язок упадуть, логістика і глобальні ланцюги постачання стануть ефективнішими, вартість торгівлі знизиться, що відкриє нові ринки і стимулюватиме економічне зростання.

Сьогодні неможливо передбачати, який саме сценарій вивільнення працівників виникне напевне, але досвід показує, що найімовірніший сценарій – це деяка комбінація песимістичного й оптимістичного. Однак можна бути впевненим, що в майбутньому талант буде критичнішим фактором виробництва, ніж капітал. Це породжуватиме сегрегацію ринку праці на два полярні сегменти: сегмент низьких кваліфікацій із низькими зарплатами і сегмент високих кваліфікацій із високими зарплатами, що, своєю чергою, вестиме до загострення соціальної напруженості.

Четверта промислова революція є не лише ключовим економічним питанням, але й найважливішим соціальним питанням унаслідок нерівності доходів у зазначених сегментах. Найбільші виграші від інновацій мають тенденцію надходити до провайдерів інтелектуального і фізичного капіталу – новаторів, акціонерів, інвесторів, – пояснюючи збільшення розриву у добробуті між представниками згаданих сегментів. Тому технологія є однією з основних причин того, чому доходи не зростають або спадають для більшості населення в країнах із високим середнім доходом: попит на висококваліфікованих працівників збільшується, а попит на працівників із меншою освітою і гіршими вміннями зменшується. Наслідок – ринок праці з підвищенням попиту на представників двох згаданих полярних сегментів і зниженням попиту на представників між цими сегментами.

Це допомагає пояснювати, чому багато працівників зневірюються у своїх реальних доходах, побоюються подальшого зниження власних таких доходів і доходів своїх нащадків. Це також допомагає пояснювати, чому середній клас у світі все більше зазнає постійного відчуття незадоволеності та несправедливості. Економіка, де все дістається переможцю, а середньому класу надається лише обмежений доступ, виявляє хиби і недуги демократії.

Невдоволення також може розпалюватися повсюдністю цифрових технологій і динамікою обміну інформацією через соціальні мережі. Понад 30% населення планети тепер використовує плат-

форми соціальних мереж для зв'язку, навчання і поширення інформації. В ідеальному світі ці взаємодії забезпечували б можливість міжкультурного порозуміння і злагодження. Однак ці взаємодії можуть також створювати і сіяти нереалістичні уявлення про те, у чому полягає успіх для людини чи групи людей, а також надавати можливості для поширення екстремістських ідей та ідеологій.

Із боку пропозиції у багатьох галузях упроваджуються нові технології, що створюють зовсім нові шляхи слугування існуючим потребам і суттєво змінюють існуючі ланцюги цінності галузі. Руйнування традиційних галузей також іде від спритних інноваційних конкурентів, які завдяки їхньому доступу до глобальних цифрових платформ для досліджень, розробок, маркетингу, продажів, дистрибуції можуть витіснити добре відомі наявні фірми швидше, ніж будь-коли, поліпшуючи якість, швидкість або ціну, з якими надається споживча цінність.

Із боку попиту також відбуваються великі зсуви з розвитком цифрової прозорості, залученням споживачів, нових зразків споживчої поведінки, яка все більше базується на доступі до мобільних мереж і даних. Ці зсуви у попиті змушують компанії підлаштовувати шляхи, якими вони проєктують, пропонують і постачають продукти та послуги.

Ключовий тренд – розробка платформ із підтримкою технологій, що поєднують попит і пропозицію для зміни існуючих галузевих структур. Такі платформи відповідають економіці попиту і поширення інформації. Ці технологічні платформи, що легко приводяться в дію через смартфон, збирають людей, активи і дані, створюючи, таким чином, нові шляхи споживання товарів і послуг у процесі користування смартфоном. Окрім того, ці платформи знижують бар'єри для індивідуумів і підприємств до створення багатства, змінюючи особисте і професійне середовище працівників. Підприємства з цими новими платформами швидко розповсюджуються на багато нових послуг – від прання до відвідування крамниць, від домашніх робіт до паркування, від масажу до подорожування.

Загалом, Четверта промислова революція впливає на підприємства чотирма основними шляхами: через споживчі очікування, поліпшення продуктів, колективні інновації, організаційні форми. Користувачі – споживачі чи підприємства – все більше стають в епіцентрі економіки, суть якої полягає у поліпшенні обслуговування користувачів. Міжнародною нормою став відомий вислів: «Клієнт завжди правий: коли не купує та особливо коли купує» [8, с. 211]. Більше того, фізичні продукти і послуги можна вдосконалювати цифровими спроможностями, підвищуючи їхню цінність. Нові технології сприяють збільшенню тривалості й стійкості активів, позаяк дані та аналітика змінюють форми утримання активів. Проте споживчі пізнання, базовані на даних послуги, основані на аналітиці оцінки активів, вимагають нових форм

співробітництва, зважаючи на швидкість інновацій і галузевих деструкцій у сучасному світі. Поява глобальних платформ та інших моделей нових підприємств означає, що варто переосмислювати роль талантів, культурних надбань, організаційних форм.

Теорію інновації та пов'язаної креативної деструкції обґрунтував Йозеф Шумпетер (1883–1950) [9]. Безумовним позитивом є відновлення в культурно-історичній пам'яті України імен таких всесвітньо відомих економістів, як Нобелівський лауреат 1971 р. Саймон Кузнець (1901–1985), міністр фінансів УНР Михайло Туган-Барановський (1865–1919), основоположник інноваційної теорії підприємництва Йозеф Шумпетер, автор відомого рівняння з підручників мікроекономіки Євген Слуцький (1880–1848) та ін. Про багатьох із них я вперше дізнався з книги, яку мені подарував іноземний академік НАН України Іван-Святослав Коропецький (1921–2012).

У 2000 р. ім'я основоположника теорії економічних циклів М. Туган-Барановського отримав Донецький національний університет економіки та торгівлі (зараз евакуйований до м. Кривий Пір), що тоді сприяло суттєвому підвищенню оцінки активів України. Слід зазначити, що мій колега Юрій Бажал, декан факультету економічних наук Києво-Могилянської академії (КМА), у 2003 р. започаткував поїздки-семінари до місць життя і діяльності економіста М. Туган-Барановського та філософа Г. Сковороди за маршрутом Київ – Чорнухи – Лохвиця – Київ (подібні заходи завжди охоче фінансуються). Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України висунув Ю. Бажала у складі групи інших науковців на здобуття Державної премії України 2012 р.

Щорічні Дні науки КМА, під час яких Ю. Бажал, член-кореспондент НАН України Михайло Михалевич (1956–2009), кандидати економічних наук Валерій Кузьменко, Ігор Макаренко та інші провідні вчені систематично викладали інноваційні теорії [10], вплинули на організацію з 2009 р. Шумпетерівських форумів у Чернівецькому національному університеті імені Ю. Федьковича, де в 1909–1911 рр. Й. Шумпетер розпочав свою кар'єру.

Однією з мотивацій Ю. Бажала є те, що Одеський національний економічний університет зберігає пам'ять про свого професора Миколу Бажала (1921–1984), батька Ю. Бажала. У 2011 р. за ініціативою професора Ю. Бажала у КМА відбулася міжнародна конференція, присвячена 110-річчю з дня народження С. Кузнеця. Восени 2013 р. ім'я С. Кузнеця отримав Харківський національний економічний університет.

Неухильний зсув від простого цифрування (Третьої промислової революції) до інновації, основаної на комбінаціях технологій (Четвертої промислової революції), змушує компанії переоцінювати свій спосіб ведення бізнесу. При цьому для компаній суть залишається незмінною: діловим лідерам і старшим керівникам треба розуміти

їхнє змінюване середовище, піддавати сумніву стереотипи своїх робочих команд, скрізь і всюди займатися інноваціями.

Коли фізичний, цифровий і біологічний світи продовжують зближуватися, нові технології і платформи все більше даватимуть громадянам змогу залучатися до урядів, виражати їхні думки, координувати свої зусилля й уникати нагляду з боку громадських влад. Водночас уряди діставатимуть нові технологічні потужності для збільшення свого контролю над населенням, базуючись на системах всеосяжного спостереження і здатностях керувати цифровою інфраструктурою. При цьому уряди все більше зіштовхуватимуться з тиском до зміни їхнього нинішнього підходу до залучення громадськості та розробки стратегій, бо центральна роль урядів у проведенні політики звужується внаслідок нових джерел конкуренції, перерозподілу і децентралізації влади, породженими новими технологіями.

Врешті-решт, здатність урядових систем і громадських влад до адаптації визначатиме їхнє виживання. Коли вони виявляться здатними скористатися світовою розривною зміною, налаштувавши свої структури до рівнів прозорості та ефективності, які дадуть їм змогу утримувати свою конкурентну перевагу, то вони витримуватимуть випробування часом. Коли вони не зможуть розвинутися, то стикатимуться з дедалі більшою скрутою.

Вищезазначене особливо стосується області регулювання. Нинішні системи громадської політики і прийняття рішень розвивалися з Другою промисловою революцією, коли особи, які приймають рішення (ОПР), мали час для вивчення окремого питання і розробки необхідної відповіді чи відповідні регуляторні рамки. Цілий процес прийняття рішень проектувався лінійним і механістичним способом із дотриманням ієрархічного підходу.

Однак такий підхід уже неможливий. Зважаючи на швидкий темп змін і широкий вплив Четвертої промислової революції, законодавці й регулятори стикаються з безпрецедентними викликами, до більшості з яких вони виявляються неготовими.

Тому законодавцям й регуляторам важко оберігати інтереси споживачів і громадськості в цілому, продовжуючи підтримку інноваційних і технологічних розробок, використовуючи настільки раціональне врядування, як і приватний сектор, та схилившись до конкурентної моделі реагування на розвиток ПЗ і ділових операцій загалом. Регулятори мають безперервно адаптуватися до нового швидко змінюваного середовища, постійно самовдосконалюючись для того, щоб бути справді здатними розуміти об'єкт регулювання. Для цього урядам і регуляторним установам треба тісно співпрацювати з діловою і громадською спільнотою.

Четверта промислова революція також глибоко впливатиме на держави, уряди, природу національної і міжнародної безпеки, ймовірності та

сенси конфліктів. Історія ведення війн і укладання мирних договорів завжди була історією технологічних інновацій. Сучасні міждержавні конфлікти стають усе більше гібридними за своєю природою, поєднуючи традиційні методи бойових дій з елементами, раніше властивими учасникам, які не перебувають на державній або військовій службі. Відмінність між миром і війною, воюючою та невоюючою сторонами, насиллям і ненасиллям стає дедалі розмитішою: наприклад, важко відрізнити кібератаки від кібервійни.

Коли такі нові технології, як автономні чи біологічні озброєння, стає легше використовувати, то індивідууми чи їхні групи все більше наближатимуться до рівня здатності завдавати масованих ударів, яка вважалася винятковим привілеєм державних і військових служб. Ця нова вразливість вестиме до нових загроз. Водночас просування технологій створюватиме потенціал до зниження масштабу чи впливу насилля шляхом розвитку нових способів захисту, скажімо, більшої точності прицілювання.

Нарешті, Четверта промислова революція змінить не лише те, що ми робимо, але й те, хто ми є. Вона торкнеться нашої ідентичності та всіх пов'язаних із нею питань: нашого сенсу приватності, наших понять власності, наших моделей споживання, часу, який ми відводимо праці та відпочинку, способів просування особистої кар'єри, набуття вмінь, спілкування з людьми, підтримання стосунків. Ця революція вже торкається охорони здоров'я і тотального вимірювання особистих показників, що може вести до людської модифікації швидше, ніж ми уявляємо.

Неухильна інтеграція технологій у наше життя може знижувати деякі притаманні нам спроможності, скажімо, здібності до співчуття та кооперації. Наприклад, постійна залежність від наших смартфонів може позбавляти нас однієї з найважливіших у житті речей – часу перепочити, поміркувати та долучитися до змістовної розмови.

Один з найбільших викликів, висунутих новими ІКТ, – приватність. Ми інтуїтивно розуміємо, чому вона дуже важлива за умов, коли відстежування і поширення інформації про нас є невід'ємною частиною нового цифрового взаємопоєднання. Наступними роками лише посилюватимуться обговорення таких фундаментальних питань, як вплив втрати контролю над нашими даними на наше внутрішнє життя. Подібним чином революції у біотехнологіях і ШІ дають нові визначення того, що значить бути людиною, змінюють нинішні межі тривалості життя, рівня здоров'я, пізнавальних здібностей, фізичних спроможностей, змушуючи людей давати нові визначення людських етичних і моральних кордонів.

Технологія або спричинене нею руйнування традиційних галузей не є екзогенною силою, над якою люди не мають контролю. За спрямування

технологічного розвитку відповідають рішення людей: громадян, споживачів, інвесторів. Отже, ми маємо усвідомлювати ці наші можливості та повноваження, щоб формувати Четверту промислову революцію і направляти її на майбутнє, яке відбиває наші спільні цілі й цінності.

Для цього нам слід розвивати всебічний і глобально поширений погляд на те, як технологія впливає на наше життя і видозмінює наше економічне, соціальне, культурне і людське середовище. Зараз настав час як найбільших перспектив, так і найбільших потенційних небезпек. Однак сьогодні ОПР дуже часто потрапляють у пастку традиційного лінійного мислення, є занадто зануреними у численні кризи, що потребують уваги ОПР, звужуючи можливості ОПР для стратегічного мислення про чинники деструкції та інноваційне формування нашого майбутнього.

Висновки з проведеного дослідження. Усе зводиться до людей та їхніх цінностей. Потрібно формувати майбутнє, яке працює для всіх людей, просуваючи та озброюючи громадян новими технологіями. У своїй найбільш песимістичній і нелюдській формі Четверта промислова революція може мати потенціал роботизувати людство, позбавившись, таким чином, наших сердець і душ. Революція також може доповнювати найкращі людські якості – творчість, співчуття, дбайливість, – підвищуючи рівень колективної і моральної свідомості виходячи зі спільного бачення людської долі. Ніхто, крім нас, не буде відповідальним за наслі

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Brynjolfsson E., McAfee A. Race against machine: how the Digital Revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy. – Digital Frontier Press, 2011. – 98 p.
2. Brynjolfsson E., McAfee A. The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. 1-st edition. – W.W.Norton and Company, 2014. – 320 p.
3. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond // Foreign affairs. – 2015, December 12 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>
4. Gorbachuk W. Leaders of the Information Era // The Muskie quarterly. – 2002, Winter-Spring. – P. 5.
5. Горбачук В.М., Лещинська Л.В. Міжнародні інтеграційні процеси та вимірювання рівня піратства / В.М. Горбачук, Л.В. Лещинська // Актуальні питання міжнародних відносин. – 2012. – Вип. 109 (I). – С. 40–42.
6. Горбачук В.М. Методи індустріальної організації. Кейси та вправи. Економіка та організація виробництва. Економічна кібернетика. Економіка підприємства / В.М. Горбачук. – К.: А.С.К., 2010. – 224 с.
7. Сакман Г. Решение задач в системе «человек – ЭВМ» / Г. Сакман. – М.: Мир, 1973. – 352 с.
8. Горбачук В. Макроекономічні методи: теорії та застосування / В. Горбачук. – К.: Київ, 2000. – 271 с.
9. Шумпетер Й. Капіталізм, соціалізм і демократія / Й. Шумпетер. – К.: Основи, 1995. – 528 с.
10. Бажал Ю.М. Економічна теорія технологічних змін / Ю.М. Бажал. – К.: Заповіт, 1996. – 240 с.