

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ: ТРАНСФОРМАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

НАЦІОНАЛЬНИЙ БАНК УКРАЇНИ
Голова

ОДНА ТИСЯЧА
ГРИВЕНЬ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ ПРОМИСЛОВОСТІ

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ: ТРАНСФОРМАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

За редакцією
В.П. Вишневського, С.І. Князева

КИЇВ
АКАДЕМПЕРІОДИКА
2020

Автори:

В.П. ВИШНЕВСЬКИЙ, акад. НАН України, зав. відділу,

Інститут економіки промисловості (ІЕП) НАН України

О.М. ГАРКУШЕНКО, канд. екон. наук, старш. наук. співроб., пров. наук. співроб. ІЕП НАН України

С.І. КНЯЗЄВ, канд. екон. наук, старш. наук. співроб., уч. секр. Відділення економіки НАН України

Д.В. ЛИПНИЦЬКИЙ, канд. екон. наук, експерт i-Class Center

В.Д. ЧЕКІНА, канд. екон. наук, старш. наук. співроб., пров. наук. співроб. ІЕП НАН України

Рецензенти:

І.Г. МАНЦУРОВ, чл.-кор. НАН України, д-р екон. наук, проф.

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Ю.С. ЗАЛОЗНОВА, чл.-кор. НАН України, д-р екон. наук, проф. ІЕП НАН України

Монографію підготовлено за матеріалами наукового проєкту

«Трансформаційний потенціал цифровізації економіки України»

Цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України

«Реконструкція економіки України: історичні виклики та модерні проєкти»,

а також планової науково-дослідної роботи ІЕП НАН України

«Напрями становлення смарт-промисловості в Україні»

Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми

«Створення та розвиток науково-видавничого комплексу НАН України»

Затверджено до друку Постановою Вченої ради

Інституту економіки промисловості НАН України

(протокол від 21 грудня 2018 р. № 12)

Ц75 **Цифровізація** економіки України: трансформаційний потенціал: монографія / В.П. Вишневський, О.М. Гаркушенко, С.І. Князєв, Д.В. Липницький, В.Д. Чекіна; за ред. В.П. Вишневського та С.І. Князєва; НАН України, Інститут економіки промисловості. — Київ: Академперіодика, 2020. — 188 с.

ISBN 978-966-360-398-8

У монографії досліджено особливості сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та їх роль у розвитку цифрової економіки, визначено чинники впливу процесів цифровізації на результати економічної діяльності, проаналізовано методичні підходи до моніторингу та оцінювання цифрової економіки, побудовано функції залежності цифрових витрат і реальних результатів, кількісно оцінено трансформаційний потенціал цифровізації економіки України та обґрунтовано рекомендації щодо його підвищення.

Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів, студентів, усіх тих, хто цікавиться проблемами цифрової економіки, промислових революцій та інноваційного розвитку.

УДК 338.24.021.8

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
000100000011111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000101000001
010110000011101
100001001101000
000001101000000
100111000001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001000011
101000001001010
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І АБРЕВІАТУР

- IoT** — Інтернет речей (англ. *Internet of Things*)
- IIoT** — промисловий Інтернет речей (англ. *Industrial Internet of Things*)
- ISIC** — Міжнародна стандартна галузева класифікація всіх видів економічної діяльності (англ. *International Standard Industrial Classifications of All Economic Activities*)
- IT** — інформаційні технології (англ. *Information Technologies*)
- NRI** — індекс мережевої готовності (англ. *Networked Readiness Index*)
- PCT** — міжнародний договір у сфері патентного права (англ. *Patent Cooper Treaty*)
- STEM** — наука, технології, інженерія, математика (англ. *Science, Technology, Engineering and Math*)
- ВЕД** — вид економічної діяльності (англ. *Type of Economic Activity*)
- ВДВ** — валова додана вартість (англ. *Gross Value Added*)
- ВНД** — валовий національний дохід (англ. *Gross National Income*)
- ВВП** — валовий внутрішній продукт (англ. *Gross Domestic Product*)
- ДВ** — додана вартість (англ. *Value Added*)
- ІКТ** — інформаційно-комунікаційні технології (англ. *Information and Communication Technology*)
- КВЕД** — Класифікатор видів економічної діяльності (англ. *Standard Industrial Classification of Economic Activities*)
- МВФ** — Міжнародний валютний фонд (англ. *International Monetary Fund*)
- НДДКР** — науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи (англ. *Research and Development, R&D*)
- ОЕСР** — Організація економічного співробітництва та розвитку (англ. *Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD*)
- ПЗ** — програмне забезпечення (англ. *Software*)
- ПКС** — паритет купівельної спроможності (англ. *Purchasing Power Parity*)
- СБ** — Світовий банк (англ. *The World Bank*)


```
100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000101000001
010110000011101
100001001101000
000001101000000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011110000010000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110
```

ПЕРЕДМОВА

Розвиток цифрової економіки і заснованих на ІКТ кіберфізичних систем є пріоритетним напрямом глобальних техніко-технологічних трансформацій. В останні роки у провідних країнах світу відбувається перехід до нового технологічного укладу, відомого як «Індустрія 4.0» (Industry 4.0) або «смарт-промисловість» (*smart industry*). Характерною рисою цих змін є стрімка цифровізація економіки, яка швидко і кардинально змінює людину, виробництво, державу і суспільство.

Зі змістовного боку цифрова економіка охоплює цифрову техніку і технології (апаратні засоби, програмне забезпечення, обладнання зв'язку), навички людини в частині користування цими технікою та технологіями (цифрові навички), а також проміжні цифрові товари і послуги, які використовуються у виробництві валового внутрішнього продукту (ВВП). У багатьох провідних країнах світу її обсяги, виміряні через розміри сектору інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), перевищують 5 % ВВП (Measuring the Digital, 2018).

Упровадження сучасних цифрових технологій — мобільного Інтернету, Інтернету речей, Великих даних, блокчейн тощо — у діяльність підприємств і організацій, техніку та технологію, виробничі й невиробничі процеси дає змогу розширювати асортимент товарів і послуг, підвищувати їхню якість і відповідність запитам споживачів, збільшувати продуктивність праці та формувати нові ланцюжки і мережі створення доданої вартості. Валова додана вартість (ВДВ), сформована в усіх секторах глобальної економіки за допомогою ІКТ, уже складає понад 1/5 світового ВВП (Knickrehm, Berthn, Daugherty, 2016).

Проте ефективність процесів цифровізації в національних економіках є різною. Вона залежить, по-перше,

від того, наскільки ті чи інші країни готові до впровадження найсучасніших цифрових технологій. Тут мають значення такі чинники як ступінь розвинутоності ІКТ та їхньої інфраструктури, параметри накопичення і використання цифрового капіталу, цифрові навички населення тощо. По-друге, — наскільки економіки готові до сучасних виробничих трансформацій взагалі: яким є технічний і технологічний рівень виробництва, наскільки складними і різноманітними є його продукти, наскільки сприяє сучасному індустріальному розвитку національна сфера НДДКР тощо.

Очевидно, що цифровізація сама по собі не є економічною панацеєю, оскільки в умовах слабкої інноваційної сфери, застарілих виробничих технологій і зношених машин та устаткування, дефіциту *STEM*-персоналу вона має мало перспектив і може звестися, головним чином, до скорочення робочих місць у сфері послуг.

У світі вже виконано багато досліджень, присвячених процесам становлення та подальшого розвитку цифрової економіки. Проте вони часто приділяють увагу розкриттю економічного потенціалу нових цифрових технологій безвідносно до того, як цей потенціал реалізується на практиці в особливому техніко-технологічному, соціокультурному та інституційному середовищі різних країн, та чи дійсно він приносить надійно вимірювані позитивні результати, і за яких умов. У цьому сенсі давній скептицизм Нобелівського лауреата Р. Солоу, який зазначив, що: «Ви можете бачити комп'ютерний вік скрізь, окрім статистики з продуктивності» (Solow, 1987, с. 36), залишається актуальним.

Відповідно, все це підвищує значущість проблеми кількісної оцінки і ефективного використання потенціалу цифровізації економіки України з урахуванням специфічних обставин її готовності до цифрових і виробничих трансформацій. При цьому завдання полягає не просто у тому, щоб у черговий раз наголосити на важливості прискореного розвитку цифрової економіки, що є тепер загальносвітовою тенденцією, а у тому, щоб оцінити її реальні можливості у тих конкретних історичних умовах, які тепер склались в Україні, та визначити, що саме потрібно зробити для його подальшого підвищення й ефективного використання.

З цією метою в монографії проаналізовано теоретичні і практичні аспекти цифровізації у світі і в Україні та обґрунтовано шляхи посилення позитивного впливу процесів цифровізації на нову індустріалізацію і прискорення соціально-економічного розвитку країни.

Структурно монографія складається з чотирьох розділів, у яких послідовно розкривається складний комплекс питань, пов'язаних із визначенням, розвитком і використанням трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України.

Перший — теоретичний — розділ «Інформаційно-комунікаційні технології та їх роль у цифровізації національних економік» присвячено визначенню властивостей сектору ІКТ, їх правовим та економічним аспектам,

передумовам успішного розвитку ІКТ. Виходячи з аналізу складових терміна «інформаційно-комунікаційні технології» та сучасних тенденцій розвитку цифрової економіки, їх визначено як сукупність методів і процесів виробництва інформації, її зберігання, обробки, передання та сприйняття людиною або спеціальними пристроями, а також науковий опис таких методів і процесів. Сектор цих технологій складається з двох пов'язаних сегментів: ІКТ-послуг (рішень) та ІКТ-промисловості. У першому сегменті розробляють і впроваджують нові технології, надають послуги з передання, отримання, зберігання інформації тощо, у іншому створюється матеріально-технічна база таких технологій.

Як показали результати аналізування, на сьогодні країни-лідери з виробництва ІКТ-продукції та ІКТ-послуг належать переважно до кола країн із високими доходами на душу населення і рідше — з доходами вище від середнього рівня. Виняток становлять лише такі відомі постачальники ІКТ-послуг, як Індонезія та Індія, де доходи населення нижчі за середні. В Україні аналіз показників реалізації відповідної продукції свідчить, що її ІКТ-промисловість поки що не демонструє задовільних результатів.

Крім того, наявність ІКТ та відповідного динамічного сектору національної економіки самі по собі не є запорукою успішного розвитку. Багато чого залежить від загального рівня розвитку економіки країни, наскільки повно в ній використовують можливості, які надають сучасна техніка і технології. Сучасні ІКТ є хорошим інструментом точнішої діагностики проблем країни і розробки нових шляхів їх вирішення, але тільки у тому випадку, коли створено необхідні умови для їх використання: забезпечено високий рівень комп'ютерної грамотності населення, створено надійні інститути захисту прав інтелектуальної власності, працює дієве антимонопольне законодавство тощо.

У другому — аналітичному — розділі «Цифровізація економіки і сучасні цифрові технології» розглянуто проблеми переходу від традиційного до цифрового бізнесу, визначено фактори впливу процесів цифровізації на кінцеві результати економічної діяльності та показано, наскільки глибоко нові цифрові технології, зокрема такі «хайпові», як технології Великих даних і блокчейн, проникли у суспільне буття, бізнес і життя людей.

У сучасних умовах монетизація Великих даних відбувається шляхом створення більшої цінності компанії для клієнтів та покупців через розробку нових бізнес-моделей, створення пулів підприємств суміжних галузей, які використовують Великі дані, надання нових послуг, розробки нових напрямів і видів збуту продукції, підвищення рівня її якості тощо.

Установлено, що найбільшу віддачу від аналізу Великих даних підприємства отримують за рахунок скорочення виробничих витрат і створення більших можливостей для інновацій. Також аналіз Великих даних істотно змінює практику продажів і сферу маркетингу та суттєво впливає на сферу галузевих НДДКР.

Стрімко розвивається і новий напрям використання Великих даних у державному секторі економіки: упровадження результатів прогностичного моделювання надає нові можливості для економії часу і державних коштів в оподаткуванні і соціальному забезпеченні населення, для зменшення масштабів корупції та шахрайства у сфері фіскальних відносин, зокрема міжнародних.

Однією з найактуальніших сучасних цифрових технологій є блокчейн, представлений уже трьома поколіннями, які існують одночасно. Тепер ця технологія починає розкривати свій потенціал не тільки у сфері фінансів і торгівлі (криптовалюти, смарт-контракти), але й у матеріальному виробництві. Зокрема, обґрунтовано, що перспективним напрямом застосування блокчейн у промисловості може стати його симбіоз із технологіями Інтернету речей, який сприятиме підвищенню ступеня надійності і безпеки уже широко розповсюджених «розумних» пристроїв і устаткування.

У третьому — науково-методичному — розділі «Проблеми оцінки процесів цифровізації та їх впливу на економічний розвиток» виконано аналіз науково-методичних підходів і економіко-математичних моделей, які використовують для визначення впливу процесів цифровізації на реальну економіку. Установлено, що існують значні труднощі у цій сфері досліджень. Зокрема, недоліком багатьох методик розрахунку індикаторів розвитку цифрової економіки є те, що вони недостатньо враховують загальні соціально-економічні показники, макроекономічні, демографічні та інституційні особливості країн, а тому потребують подальшого розвитку і уточнення.

Аналіз економіко-математичних моделей показав, що для оцінювання впливу ІКТ на результати господарської діяльності переважно застосовуються модифікації виробничої функції Кобба — Дугласа, у тому числі запропоновані Р. Солоу. Їхніми недоліками є часто недостатнє врахування чинників зносу комп'ютерів та ІКТ, а також фаз технологічних циклів, що позначається на достовірності отриманих результатів. Крім того, оцінювання зазвичай виконують для однієї країни, що зменшує їх пояснювальний потенціал.

Виходячи з цього в роботі обґрунтовано, що моделювання впливу ІКТ на зростання тієї або іншої національної економіки доцільно здійснювати у порівнянні з іншими країнами, з урахуванням особливостей їхньої еволюції в часі й просторі та фактора життєвого циклу технологій.

Вирішення цього завдання потребує розробки комплексу моделей, у рамках якого можливо встановлювати чинники, від яких залежить розвиток ІКТ, розподіляти країни на групи залежно від наявності в них цих чинників, визначати вплив ІКТ на виробництво та продуктивність праці у кожній із виділених груп.

У четвертому — розрахунково-практичному — розділі «Оцінка трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України та шляхи його

підвищення» запропоновано принципи оцінювання і реалізовано новий науково-методичний підхід до моделювання трансформаційного потенціалу цифрової економіки, обґрунтовано шляхи його підвищення.

Цей підхід передбачає, по-перше, виконання кластерного аналізу з метою виокремлення груп країн, інтерпретованих як країни Індустрії 4.0, Індустрії 3.0 та Індустрії 2.0 (група, до якої входить Україна). І, по-друге, — побудову для кожної з цих груп функцій залежності ВВП на душу населення від традиційних факторів (капіталу, праці) і розмірів цифрової економіки.

Виконаний аналіз побудованих функцій засвідчив, що економічний вплив цифровізації може бути відчутним навіть у тих державах, що входять до групи Індустрії 2.0 (у тому числі в Україні), але він є суттєво меншим, ніж у державах, які досягли високого рівня розвитку виробничих технологій і високої якості суспільних інститутів.

Виходячи з цього обґрунтовано, що економічні ефекти цифровізації у вигляді зростання ВВП не забезпечуються автоматично. Отримані результати розрахунків слід інтерпретувати, беручи до уваги специфічні обставини місця і часу. З цієї причини досягнення кращих показників зростання ВВП за рахунок цифровізації в Україні потребує «підтягування» не тільки цифрових технологій, але й виробничої техніки та якості суспільних інститутів до рівня країн-лідерів, а також послідовного вирішення комплексу пов'язаних із цим проблем, передовсім — у сферах науково-технічній та інституційній.

Завершують монографію **висновки**, в яких підбито підсумки виконаного дослідження і виділено його найважливіші результати, які можуть бути використані у діяльності органів державної влади і управління, недержавних неприбуткових самоврядних організацій, промислових підприємств та їх об'єднань у процесі формування і реалізації політики подальшого розвитку і підвищення ефективності цифрової економіки України.

Монографію підготовлено за матеріалами наукового проєкту: «Трансформаційний потенціал цифровізації економіки України» Цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Реконструкція економіки України: історичні виклики та модерні проєкти», а також планової науково-дослідної роботи ІЕП НАН України «Напрями становлення смарт-промисловості в Україні».

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
000100000001111

1

ІНФОРМАЦІЙНО- КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ РОЛЬ У ЦИФРОВІЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНИХ ЕКОНОМІК


```
100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000010100001
010110000011101
100001001101010
000001101000000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001000011
101000001001010
000001101000001
111010000011010
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110
```

1.1. ВЛАСТИВОСТІ СЕКТОРУ ІКТ, ЙОГО СТРУКТУРА ТА ІНФРАСТРУКТУРА

Основою нового укладу «Індустрія 4.0» є орієнтовані на споживача виробництва, базовані на впровадженні кіберфізичних систем, широке використання Інтернету речей (англ. *Internet of Things* — *IoT*) і Промислового Інтернету речей (англ. *Industrial Internet of Things* — *IIoT*) та інформаційно-комунікаційних технологій (англ. *Information and Communication Technologies* — *ICT*¹) (Вишневський, Князев, 2017).

Ці терміни є порівняно новими, тому зазвичай використовуються як синоніми або як такі, що описують неявно пов'язані поняття. При цьому з їх аналізу не досить ясно, що становить структуру цих понять. Така неоднозначність термінології ускладнює сприйняття нових технологій не лише кінцевими споживачами, але і керівництвом підприємств, націлених на перехід до Індустрії 4.0, а також органами державної влади і управління, що може негативно позначитися на інвестиціях і розробці та реалізації державних концепцій і програм, спрямованих на переведення економіки країни на новий технологічний уклад. Тому актуальним є детальне розкриття сутності цих понять, їх взаємозв'язку і взаємозалежності та умов, за яких відбувається розвиток нових технологій як основного елемента, що забезпечує розвиток цифрової економіки і перехід до смарт-промисловості.

Кембриджський словник визначає ІКТ як «використання комп'ютерів та іншого електронного обладнання

¹ В англійській літературі щодо цього поняття поширена абревіатура *ICT*, у цій роботі буде використовуватися переклад терміна та, відповідно, скорочення ІКТ.

для зберігання та пересилання інформації» (Cambridge Dictionary, 2019); словник *Collins* визначає цей термін як «діяльність або дослідження з використанням комп'ютерів і інших електронних технологій» (Collins Dictionary, 2019). У цих визначеннях використано «інструментальний» підхід: ІКТ роз'яснено виключно як використання комп'ютерної техніки та іншої електронної апаратури для зберігання і передання інформації або будь-яких інших видів діяльності. При цьому технологічна і програмна складові не згадані, що скорочує сферу застосування таких визначень.

Ще є думка, що ІКТ охоплює сукупність усіх технологій, що використовуються для здійснення телекомунікації, теле- і радіомовлення, «розумних» систем управління спорудами і приміщеннями, систем аудіовізуальної обробки і передачі сигналів, а також засновані на використанні електронних мереж системи контролю і моніторингу (Techopedia, 2019; Tongia, Subrahmanian, Arunachalam, 2005). Дотримуються такого визначення з акцентом на освітніх процесах фахівці Інституту ЮНЕСКО з інформаційних технологій в освіті ООН (Дендев, 2013) та деякі інші вчені (Kaino, 2008; Kundishora, 2014).

У всіх цих визначеннях терміну ІКТ (за винятком (Techopedia, 2019; Tongia, Subrahmanian, Arunachalam, 2005)), окрім сукупності технологій, використовуваних для здійснення телекомунікації, теле- і радіомовлення, до складу ІКТ зараховано також електронні пристрої (мобільні телефони, планшети, комп'ютери) або їхні компоненти (мікросхеми). Тобто має місце змішування уявлень про технології та пристрої з прийому / передання, формування, обробки (принаймні — часткової) інформації.

Часто термін ІКТ використовують як синонім «інформаційних технологій» (англ. *Information Technologies — IT*). Зокрема, Дж. Мюррей зазначає, що на початку розвитку ІКТ це було виправдано (Murray, 2011). На його думку, визначення ІКТ істотно ширше за ІТ через включення в перше уніфікованих комунікаційних (англ. *Unified Communications — UC*) та низки інших технологій і технічних засобів. Він вважає, що на сьогодні ІКТ — це інтеграція телекомунікацій, комп'ютерів, проміжного програмного забезпечення і систем даних, які підтримують, зберігають і передають UC-зв'язки між системами. Тобто, що ІКТ охоплює не тільки технології збирання, обробки і передання даних, а й стандарти таких технологій, комп'ютерну техніку та відповідні технічні засоби.

Фахівці Інституту розвитку інформаційного суспільства (м. Москва) ІКТ та ІТ вважають синонімами. ІКТ вони визначають як сукупність методів, виробничих процесів, програмно-технічних і лінгвістичних засобів, інтегрованих з метою збирання, обробки, зберігання, поширення, відображення і використання інформації в інтересах її користувачів (Хохлов, 2009, с. 61). Таким чином, в своє визначення вони включають всі роботи з розробки методів, засобів роботи з інформацією (фактично — певні види економічної діяльності), що відрізняє цю інтерпретацію терміну ІКТ від наведених вище.

В Україні термін ІКТ не має уніфікованого визначення. Є два основні документи, що визначають напрями державної політики в частині використання інформаційних технологій і засобів зв'язку: Закон України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007—2015 роки»² і Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні»³. У кожному з цих документів вжито термін ІКТ, але не дано його визначення, а у названому Законі України ІКТ та інформаційно-аналітичні системи представлені як два різних, не пов'язаних один із одним об'єкти (див. ст. 1, абз. 2). Крім того, в Концепції розвитку цифрової економіки і суспільства України на 2018—2020 рр.⁴ термін ІКТ застосовано паралельно з терміном «цифрові технології».

На думку вітчизняних вчених (Фоміних, 2010, с. 14—28), в Україні одночасно співіснують два терміни: «інформаційні технології» та «інформаційно-комунікаційні технології». Під першими розуміють сукупність методів і технічних засобів збирання, організації, зберігання, обробки, передання та подання інформації, які розширюють знання людей і розвивають їхні можливості з управління технічними та соціальними процесами (тобто застосовано «інструментальний підхід», а також згадано неінструментальні методи роботи з інформацією). А ІКТ розуміють як сукупність різних технологічних інструментів і ресурсів (до яких зараховано комп'ютери, Інтернет, засоби і пристрої радіо- і телепередачі, телефонний зв'язок), які використовують для забезпечення процесу комунікації, а також створення, поширення, зберігання і управління інформацією. Тобто, фактично, у визначенні ІТ і особливо ІКТ акцент зроблено на інструментальних способах і засобах роботи з інформацією, тобто на тому, які технічні пристрої і засоби потрібно залучати для роботи з інформацією, що наближає таке визначення ІКТ до визначення ІКТ-інфраструктури у роботі (Kundishora, 2014).

Для точного визначення поняття ІКТ та урахування реалій, в яких воно використовується, доцільно здійснити його структурний та етимологічний аналіз. Так, технологія — це «сукупність виробничих методів і процесів у певній галузі виробництва, а також науковий опис способів виробництва» (Ожегов, Шведова, 2001, с. 797); інформація — «відомості про навколишній світ і події, що відбуваються у ньому, сприймаються людиною або спеціаль-

² Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007—2015 роки: Закон України від 09.01.2007 № 537-V. *Відомості Верховної Ради України*. 2007. № 12, ст. 102.

³ Про схвалення Стратегії розвитку інформаційного суспільства в Україні: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.05.2013 № 386-р. *Офіційний вісник України*. 2013. № 44, с. 79.

⁴ Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018—2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.01.2018 № 67-р. *Офіційний вісник України*. 2018. № 16, с. 70.

ним пристроєм», а також «повідомлення, що інформують про стан справ, про стан чого-небудь» (Ожегов, Шведова, 2001, с. 250); комунікація — «шлях повідомлення, лінія зв'язку», а також «повідомлення, спілкування» (Ожегов, Шведова, 2001, с. 287).

Оскільки в сучасному світі інформація є найважливішим виробничим ресурсом, а також товаром, то у визначенні ІКТ треба мати на увазі не окрему галузь, а весь комплекс наявних у країні галузей, всю економіку країни і, з урахуванням глобалізації, світову економіку. Таким чином, виходячи з визначення складових терміну ІКТ, його можна трактувати як *сукупність методів і процесів виробництва інформації, її зберігання, обробки, передання та сприйняття людиною або спеціальними пристроями, а також науковий опис таких методів і процесів.*

У цьому визначенні, на відміну від проаналізованих вище, немає акценту на конкретних засобах, технологіях, процесах збору інформації, шляхах і способах передання. У ньому головною складовою є виробництво інформації, її подальше просування до споживача та його відгук на неї. Тут окремо виділено науковий опис поведження з інформацією, який звичайно ігнорують попри те, що розробку стандартів і протоколів передачі, виробництва інформації, їх уніфікацію в глобальних масштабах можна вважати яскравим прикладом наукового підходу до виробництва і передачі інформації, який найчастіше супроводжений формалізованим описом.

У запропоноване вище визначення не включено «інструментальну» складову, як, наприклад, в роботах (Kaino, 2008; Kundishora, 2014; Murray, 2011; Фоміних, 2010), але враховано, що технічні засоби, за допомогою яких здійснюється виробництво, зберігання, обробка і передання інформації, існують. Це дає можливість за подальшого розвитку технологій, що тягнуть за собою істотні зміни в супутньому обладнанні, не змінювати визначення для збереження його актуальності.

Виходячи із запропонованого вище визначення, Інтернет як систему мереж зберігання та передання даних, побудовану на базі протоколів (правил) треба вважати складовою ІКТ, а не синонімом цього поняття. У свою чергу, *IoT* і *IIoT* також є різновидами ІКТ, за допомогою яких може створюватися не лише інформація, але і (опосередковано) об'єкти матеріального світу.

Положення про те, що *IoT* і *IIoT* є різновидами ІКТ, також підтверджує думка Американської Ради з питань енергоефективної економіки (англ. *American Council for an Energy-Efficient Economy — ACEEE*) (*The Internet of Things*, 2014).

Сучасним ІКТ притаманні специфічні властивості (концепція 4C): обробки даних (англ. *Computing*), комунікації (англ. *Communications*), наповнення (англ. *Content*), доступності для економічних агентів і їхньої здатності користуватися ІКТ (англ. *Capacity*)⁵ (Tongia, Subrahmanian, Arunachalam, 2005, с. 19).

⁵ Далі по тексту цю властивість будемо називати «доступність і здатність».

Перші дві властивості зрозумілі майже інтуїтивно: ІКТ мають забезпечити високу швидкість обчислювальних процесів і проведення оцінок, чітку передачу даних. Відносно решти все менш однозначно.

Спочатку ІКТ розробляли головним чином у США і поширювалися вони у найрозвинутіших країнах світу, де англійська мова є основним засобом міжнародного спілкування. Тому зміст інформаційних ресурсів, супровідної та технологічної документації було представлено саме англійською. У результаті в 2003 р. близько 80 % усіх вебсайтів представляли інформацію (*content*) тільки англійською мовою (Suoronta, 2004, с. 317). Ті, хто не знав цієї мови і не мав доступу до комп'ютерів з можливістю виходу в мережу Інтернет, були відрізані від переваг, які пропонують ІКТ.

У зв'язку з глобальним поширенням ІКТ виявилось, що не у всіх країнах світу знання англійської мови знаходиться на досить високому рівні для того, щоб значна частина населення (якщо не всі) могла користуватися ІКТ. Більше того, у багатьох країнах, що розвиваються, залишається актуальною проблема неписьменності. Для них гостро стоїть завдання наповнення ІКТ інформацією, поданою національними мовами, створення мультимедійних додатків (відео, графіки, їх поєднання), які не потребують від користувачів вміння читати і підвищення грамотності населення (звичайної і комп'ютерної). Крім того, наповнення ІКТ мовою (мовами) конкретної країни допомагає враховувати її національні і культурні особливості.

Остання з названих нами вище властивість ІКТ, яку часто ігнорують дослідники, — доступність і здатність — пов'язана з необхідністю підвищення комп'ютерної грамотності населення і створення умов, за яких технічні засоби, що використовуються для надання послуг ІКТ, стануть більш поширеними.

На думку фахівців Банку розвитку Азії (англ. *Asian Development Bank, ADB*) (Information and communication, 2010, с. 1), ІКТ будуть ширше використовуватися населенням (як в особистих, так і у виробничих цілях) за виконання декількох умов:

1) створення середовища, в якому електронні пристрої, засоби зв'язку та ІКТ стануть доступними з економічної та правової позицій;

2) розвиток навчальних програм і ресурсів, спрямованих на підвищення загальної комп'ютерної грамотності населення і його професійних навичок у частині використання і створення ІКТ;

3) розвиток національного наповнення ІКТ країнами.

ІКТ не можуть існувати самі по собі, вони повинні розміщуватися на матеріальних носіях, бути пов'язані пристроями і пристосуваннями для того, щоб виробляти, зберігати, обробляти, передавати інформацію та давати можливість її сприймати. Тому в низці міжнародних організацій (ООН (Дендев, 2013), ОЕСР (Mickoleit, 2010), *Global e-Sustainability Initiative*

(Accenture Strategy, 2015)) окрім поняття ІКТ також застосовують поняття «сектор ІКТ», «ІКТ-промисловість», «ІКТ-інфраструктура».

Так, у 1998 р. країни-члени ОЕСР дійшли згоди про те, що сектор ІКТ є комбінацією видів економічної діяльності (ВЕД), спрямованих на виробництво і надання послуг з отримання, передачі та відображення інформації в електронній формі (Measuring, 2002, с. 81). Промислове підприємство входить до сектору ІКТ (і є частиною ІКТ-промисловості), якщо вироблена ним продукція: 1) спрямована на виконання функції обробки інформації, її передачі та відображення; 2) використовує електронну обробку для виявлення, вимірювання та / або запису фізичних явищ або контролю фізичних процесів. Підприємство сфери послуг є частиною ІКТ-сектору, якщо його продукція призначена для забезпечення можливості обробки і передання інформації за допомогою електронних засобів.

В ОЕСР вважають, що до складу ІКТ-промисловості входять підприємства таких ВЕД: «Виробництво офісної, бухгалтерської та електронно-обчислювальної техніки», «Виробництво проводів і кабелів в ізоляційній оболонці», «Виробництво електронних клапанів, трубок та інших електронних компонентів», «Виробництво телевізійних і радіоприймачів, звукозаписних або відтворювальних пристроїв і супутніх товарів», «Виробництво телевізійних і радіопередавачів й апаратів для лінійної телефонії та лінійної телеграфії», «Виробництво приладів для вимірювання, перевірки, випробування, навігації та інших цілей, за винятком промислового технологічного обладнання», «Виробництво промислового технологічного обладнання».

Підприємство сфери послуг належить до ІКТ-сектору, якщо воно здійснює такі ВЕД: «Оптовий продаж комп'ютерів, комп'ютерного периферійного обладнання та програмного забезпечення»; «Оптовий продаж електронних і телекомунікаційних деталей та устаткування»; «Оренда офісної техніки та обладнання (включаючи комп'ютери)», «Телекомунікації», «Комп'ютерна та суміжна діяльність»⁶ (Measuring, 2002, с. 81). Проте в ОЕСР не виключають змін у цій класифікації в майбутньому.

Підсумовуючи дослідження фахівців ОЕСР, *Accenture Strategy ma Global e-Sustainability Initiative* (Accenture Strategy, 2015; Mickoleit, 2010) можна дійти висновку, що сектор ІКТ складається з двох пов'язаних напрямів: ІКТ-послуг (рішень) та ІКТ-промисловості. У першому розробляють і впроваджують нові технології, надають послуги з передання, отримання, зберігання інформації та ін., а в ІКТ-промисловості створюється матеріально-технічна база таких технологій (рис. 1.1).

Відповідно до запропонованого в цій монографії визначення, ІКТ є і продукцією сектору ІКТ-послуг, і технологіями, що реалізуються на базі

⁶ Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007—2015 роки: Закон України від 09.01.2007 № 537-V. *Відомості Верховної Ради України*. 2007. № 12. ст. 102.

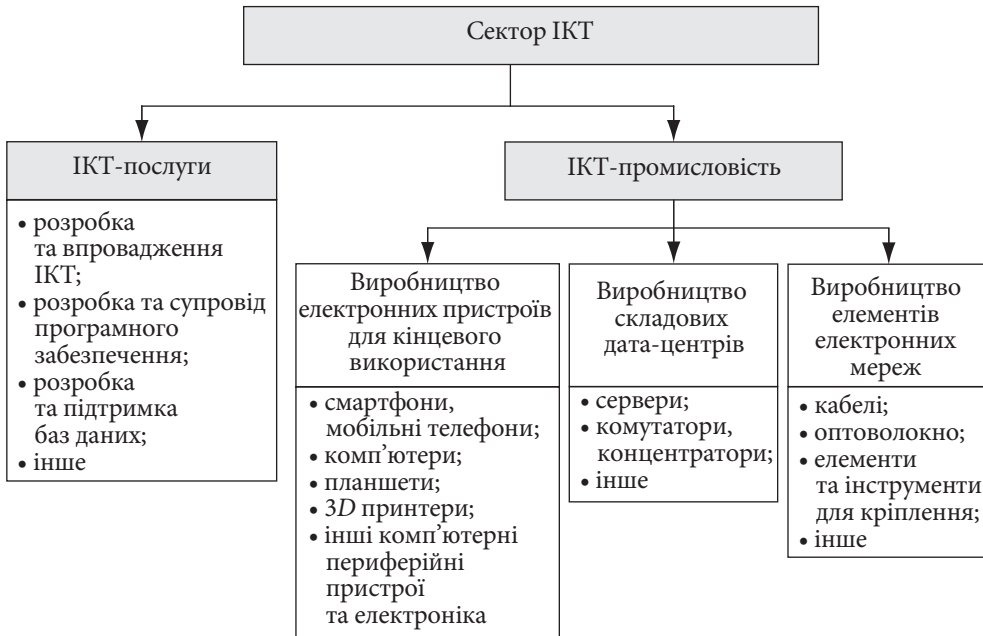


Рис. 1.1. Структура сектору ІКТ і його елементне наповнення
Складено за даними: Accenture Strategy, 2015; Mickoleit, 2010.

продукції ІКТ-промисловості. З урахуванням запропонованого визначення ІКТ, структури сектору ІКТ та визначення кіберфізичних систем як «нового покоління систем з інтегрованими обчислювальними і фізичними властивостями, здатних взаємодіяти з людьми за допомогою безлічі нових способів» (Baheti, Gill, 2011), можна стверджувати, що кіберфізичні системи є частиною сектору ІКТ, засновані на ІКТ та продукції ІКТ-промисловості з мінімальним залученням до їх функціонування людини (Wolf, 2009), тобто вони є результатом функціонування всього сектору ІКТ.

Розвиток і поширення ІКТ визначається передовсім (оскільки технології та обладнання можна експортувати) розвитком ІКТ-інфраструктури, визначення якої в науковій літературі є різними.

Так, у роботі (Kundishora, 2014) ІКТ-інфраструктура — це система комунікацій (система кабелів, вишок для трансляції сигналу тощо), енерго-система і транспорт, а також комп'ютерна техніка і периферійні пристрої типу принтерів. Тобто, змішуються категорії (ІКТ та вся економіка) і рівні використання (кінцеві користувачі, вся економіка та ІКТ-сектор). У дослідженні (Tongia, Subrahmanian, Arunachalam, 2005, с. 22) ІКТ-інфраструктура визначена опосередковано як система комунікацій і організації доступу до ІКТ. Глосарій з інформаційного суспільства визначає ІКТ-інфраструктуру як «сукупність засобів обчислювальної техніки, телекомунікаційного об-

ладнання, каналів передачі даних та інформаційних систем, засобів комутації та управління інформаційними потоками, а також організаційних структур, правових і нормативних механізмів, що забезпечують їх ефективне функціонування» (Хохлов, 2009, с. 61).

Якщо виходити із запропонованого визначення ІКТ і того, що інфраструктура — це «галузі економіки, науково-технічних знань, соціального життя, які безпосередньо забезпечують виробничі процеси і умови життєдіяльності суспільства» (Ожегов, Шведова, 2001, с. 250), то найкоректнішим із наведених вище є визначення ІКТ-інфраструктури, запропоноване в Глосарії з інформаційного суспільства (Хохлов, 2009, с. 61).

Проте це визначення треба розширити за рахунок включення до нього системи підготовки та перепідготовки кадрів у сфері ІКТ і комп'ютерної грамотності населення країни. Це, зокрема, створюватиме можливості щодо подальшої освіти і самоосвіти населення та поліпшення рівня його життя.

Крім цього, відсутність фахівців, здатних працювати з ІКТ, розробляти продукцію для сектору ІКТ, як і системи з їх професійної підготовки, ставить країну в положення постійного покупця (або реципієнта) зарубіжних ІКТ та обладнання. Це пов'язано зі значними економічними витратами, ризиками втрати частини національного суверенітету (оскільки країна стає залежною від зарубіжних партнерів), та втратою конкурентоспроможності продукції національного виробництва, оскільки широке використання найсучаснішої продукції сектору ІКТ, адаптованої під конкретні умови господарювання і ринки, допомагає значно скорочувати виробничі витрати і заощаджувати ресурси. Також, оскільки ІКТ самі по собі можуть бути товаром, то відсутність у секторі ІКТ здатних до створення інновацій фахівців обмежує можливості отримання країною доходів.

Тому пропонуємо таке визначення терміну «ІКТ-інфраструктура» — *це сукупність засобів обчислювальної техніки, телекомунікаційного обладнання, каналів передачі даних та інформаційних систем, засобів комутації та управління інформаційними потоками, організаційних структур, правових і нормативних механізмів, що забезпечують їх ефективне функціонування, а також системи забезпечення комп'ютерної грамотності населення, професійної підготовки і перепідготовки фахівців у секторі ІКТ.*

Відповідно до цього визначення, використану на практиці продукцію ІКТ-промисловості можна вважати частиною ІКТ-інфраструктури.

1.2. ПРАВОВІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ІКТ

Національні та наднаціональні правові рамки та організації є необхідною частиною ІКТ-інфраструктури, оскільки вони задають для економічних агентів, пов'язаних із виробництвом і споживанням ІКТ, правила поведінки, сприяють вирішенню спірних питань, можуть визна-

чати, стимулювати або дестимулювати розвиток сектору ІКТ. Ці проблеми особливо відчутні в країнах, що розвиваються. Так, в 2002 р. вартість біта широкопосмугового Інтернету в штаті Бангалор (вважається індійською Силіконовою Долиною) для кінцевих користувачів була в 300 разів вищою, ніж в Японії (Tongia, Subrahmanian, Arunachalam, 2005, с. 23).

Висока вартість доступу до Інтернету викликана значною платою за ліцензію, що стягується з провайдерів, імпортного мита на ІКТ-устаткування, правових обмежень щодо надання ІКТ-послуг, яких у країнах, що розвиваються, більше, ніж у розвинених (Tongia, Subrahmanian, Arunachalam, 2005, с. 23). Для порівняння: у 2002 р. в розвинених країнах практично не стягувалася плата за ліцензію з операторів, що здійснюють бездротову передачу даних (96 % із них звільнені від її сплати), а в країнах, що розвиваються, від неї звільнялося до 41 % (Tongia, Subrahmanian, Arunachalam, 2005, с. 37). Більше того, в Індії, наприклад, планується підвищити плату за ліцензію з Інтернет-провайдерів з 6 % скоригованого валового доходу, що стягувалася з 2007 р., до 8 % (Aulakh, 2014). Це ще більше підвищить вартість цих послуг для споживачів.

Ускладнюють розвиток сектору ІКТ у частині можливості реалізації на практиці такої властивості ІКТ, як доступність і здатність, проблеми, що стосуються розвитку конкретної країни.

Бідність населення не сприяє поширенню ІКТ, як і постійні збої в енергосистемах або відсутність енергопостачання в населених пунктах. Це особливо актуально для країн із низьким рівнем доходів на душу населення: до віддалених населених пунктів можуть не бути підведені лінії енергопостачання, а технології отримання енергії з нетрадиційних джерел (наприклад, сонячна енергія, енергія вітру) пов'язані із занадто високими витратами (Tongia, Subrahmanian, Arunachalam, 2005, с. 38).

Проблеми безперебійного забезпечення електричною енергією залишаються вкрай актуальними і для таких країн, що стрімко розвиваються, як Індія і Китай. Але в цих країнах проблеми енергетики викликані значною кількістю споживачів енергії (населення і підприємств) та обсягами її споживання. Ці країни вирішують проблеми свого енергетичного сектору шляхом значних інвестицій у відновлювану енергетику, зниження втрат енергії в діючих мережах і їх модернізацію, розробку і впровадження пристроїв і технологій економії електроенергії (передовсім ІКТ). Ці заходи в Індії і Китаї реалізують у рамках розроблених на період до 2030 р. державних програм і планів (Chittilapally, 2017; Buckley, Nicholas, Brown, 2018; Taxing energy, 2015, с. 95—96; The 2016 Big Data 100, 2016; The 2017 Big Data 100, 2017; The 2018 Big Data 100, 2018; The Database, 2017; The Digital Competence, 2015).

Що стосується зв'язку між загальним розвитком країн і ІКТ, то, наприклад, на початку 1997 р. в світі число користувачів Інтернету становило май-

же 60 млн осіб, але вже у 2002 р. — приблизно 580 млн. Проте кількість користувачів Інтернету суттєво розрізнялася за регіонами: близько 200 млн із них мешкало в США та Канаді, 185 млн — в Європі, на частку Східної Азії та Тихоокеанського регіону в сумі припадало 170 млн⁷, на Латинську Америку — 33, на Африку — близько 6 млн користувачів, половина з яких — у Південно-Африканській Республіці, у Західній Азії — до 5 млн (Suoronta, 2004, с. 318). Як відомо, в останніх із чотирьох перерахованих вище регіонах знаходяться переважно країни з доходами на душу населення нижче від середніх і низькими (World Bank Country, 2018).

Аналізуючи залежність поширення ІКТ від розвитку економіки країн слід зазначити, що оцінити поширення та обсяг сектору ІКТ все ще проблематично. По-перше, це пов'язано з тим, що підприємства, які декларують свою приналежність до ВЕД, що не відносяться до сектору ІКТ, як «побічний» продукт або продукт для використання всередині компанії розробляють та випускають ІКТ. Такі підприємства не входять до статистики сектору ІКТ. По-друге, як зазначено вище, уявлення про те, які ВЕД входять до сектору ІКТ, все ще зазнає змін, і в цьому відношенні немає стандартизації та уніфікації по країнах. По-третє, якщо ІКТ-інфраструктура і комп'ютерна грамотність (як одна з невід'ємних умов поширення ІКТ в країні) хоча б частково вимірюються, то оцінок контенту в світі поки що немає. Тому відомі оцінки ІКТ і сектору ІКТ не можна вважати достатньо надійними, оскільки методика їх визначення не стандартизована і упроваджена не у всіх країнах світу (Tongia, Subrahmanian, Arunachalam, 2005, с. 25).

Як відомо, фахівці Світового банку на 2017—2018 рр. запропонували таку градацію країн за рівнем доходів: країни з низьким рівнем доходів (*Low income countries*) — до \$1005 валового національного доходу (ВНД) на душу населення в поточних цінах; країни з доходом нижче за середній (*Lower-middle income*) — \$1006—3955; країни з доходом вище за середній (*Upper-middle income*) — \$3956—12235; країни з високим рівнем доходу (*High income*) — понад \$12236 (New country, 2017).

У табл. 1.1 наведено 10 країн-лідерів із виробництва доданої вартості у сфері ІКТ-послуг і доходи населення у них за класифікацією Світового банку.

У табл. 1.2 названо 10 країн-лідерів із виробництва комп'ютерної техніки, електроніки, оптичної продукції та рівень доходів населення у них.

Як випливає з даних, наведених у табл. 1.1 і 1.2, серед країн-лідерів з виробництва продукції сектором ІКТ майже відсутні країни з дохода-

⁷ Тут знаходяться Японія, Південна Корея, Австралія, Сінгапур (країни з високим рівнем доходів на душу населення), а також країни-виробники електроніки з доходами населення вище за середній — Тайвань, Китай і його особливі території (Гонконг, Макао). Тому можна припустити, що основна маса користувачів Інтернету зі Східної Азії та Тихоокеанського регіону припадала саме на названі країни.

Таблиця 1.1. Країни-лідери з виробництва доданої вартості у сфері ІКТ-послуг, 2015 р.

| Позиція | Країна | Обсяг виробництва доданої вартості, \$ млрд | Частка у ВВП країни, % | Рівень доходів населення за класифікацією Світового Банку |
|---------|----------------|---|------------------------|---|
| 1 | США | 1106 | 6,2 | Високий |
| 2 | ЄС-28 | 697 | 4,3 | » |
| 3 | Китай | 284 | 2,6 | Вище середнього |
| 4 | Японія | 223 | 5,4 | Високий |
| 5 | Індія | 92 | 4,5 | Нижче середнього |
| 6 | Канада | 65 | 4,2 | Високий |
| 7 | Бразилія | 54 | 3 | Вище середнього |
| 8 | Південна Корея | 48 | 3,5 | Високий |
| 9 | Австралія | 32 | 2,4 | » |
| 10 | Індонезія | 30 | 3,5 | Нижче середнього |

Складено за даними: World Bank Country, 2017; Information Economy, 2017, с. 23.

Таблиця 1.2. Лідери з виробництва доданої вартості в частині комп'ютерної, електронної та оптичної продукції, 2014 р.

| Позиція | Країна | Обсяг виробництва доданої вартості, \$ млрд | Частка у ВВП країни, % | Рівень доходів населення за класифікацією Світового Банку |
|----------------------------|----------------|---|------------------------|---|
| 1 | Китай | 558 | 5,4 | Вище середнього |
| 2 | США | 267 | 1,5 | Високий |
| 3 | ЄС-28 | 135 | 0,7 | » |
| 4 | Південна Корея | 107 | 7,6 | » |
| 5 | Японія | 21 | 0,4 | » |
| 6 | Тайвань | 17 | 3,4 | » |
| 7 | Малайзія | 17 | 5,0 | Вище середнього |
| 8 | Сінгапур | 16 | 5,1 | Високий |
| 9 | Мексика | 9 | 0,7 | Вище середнього |
| 10 | Бразилія | 7 | 0,3 | » » |
| Разом у 10 країнах-лідерах | | 1154 | | |
| Разом у світі | | 1725 | | |

Складено за даними: World Bank Country, 2017; Information Economy, 2017, с. 23.

ми населення нижче від середнього. Країни-лідери з виробництва ІКТ-продукції та ІКТ-послуг — це переважно країни з високими доходами і рідше — доходами, вищими за середній рівень. Виняток становлять лише такі виробники ІКТ-послуг, як Індонезія та Індія, доходи населення в яких нижчі від середнього. Крім того, цікаво, що 2014 року 66,9 %

Таблиця 1.3. Рейтинг мережевої готовності і рівень доходів населення за класифікацією Світового Банку (вибірково), 2016 р.

| Місце | Країна | Значення <i>NRI</i> | Рівень доходів населення |
|-------|-----------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | Сінгапур | 6,0 | Високий |
| 2 | Фінляндія | 6,0 | » |
| 3 | Швеція | 5,8 | » |
| 4 | Норвегія | 5,8 | » |
| 5 | США | 5,8 | » |
| 6 | Нідерланди | 5,8 | » |
| 7 | Швейцарія | 5,8 | » |
| 8 | Велика Британія | 5,7 | » |
| 9 | Люксембург | 5,7 | » |
| 10 | Японія | 5,6 | » |
| 11 | Данія | 5,6 | » |
| 12 | Гонконг | 5,6 | » |
| ... | ... | ... | ... |
| 31 | Малайзія | 4,9 | Вище середнього |
| ... | ... | ... | ... |
| 41 | Росія | 4,5 | Вище середнього |
| 42 | Польща | 4,5 | Високий |
| ... | ... | ... | ... |
| 59 | Китай | 4,2 | Вище середнього |
| ... | ... | ... | ... |
| 64 | Україна | 4,2 | Нижче середнього |
| ... | ... | ... | ... |
| 72 | Бразилія | 4,0 | Вище середнього |
| 73 | Індонезія | 4,0 | Нижче середнього |
| ... | ... | ... | ... |
| 91 | Індія | 3,8 | Нижче середнього |
| ... | ... | ... | ... |
| 135 | Мадагаскар | 2,6 | Низький |
| ... | ... | ... | ... |
| 138 | Бурунді | 2,4 | Низький |
| 139 | Чад | 2,2 | » |

Складено за даними: World Bank Country, 2017; Networked Readiness, 2017.

всього світового виробництва доданої вартості комп'ютерної техніки, електроніки та оптичної продукції припадало на 10 країн-лідерів у цій сфері (табл. 1.2).

Для оцінки ступеня готовності населення країни отримувати вигоди від розвитку ІКТ у світі широко застосовують Індекс мережевої готовності (англ. *Networked Readiness Index, NRI*). У табл. 1.3 наведено значення цього індексу країн-лідерів за ним, країн-лідерів з виробництва ІКТ-продукції, України, деяких держав, що межують з Україною, країн із мінімальним значенням *NRI*. Вибірку зроблено із загального переліку зі 139 країн.

З табл. 1.3 видно, що перші 20 місць за значенням *NRI* посідають країни з високим рівнем доходів на душу населення, а країни з нижчим від середнього і низьким доходом замикають рейтинг.

Україна, маючи доходи населення нижчі за середні, хоч і не входить до кола світових лідерів з виробництва ІКТ-послуг (табл. 1.1) та ІКТ-продукції (табл. 1.2), за значенням *NRI* займає місце після Китаю, але перед Бразилією, Індонезією та Індією.

Загалом, дані табл. 1.1—1.3 підтверджують положення про те, що для країн з рівнем доходів населення нижче за середній і низьким у комбінації з високим рівнем неписьменності ІКТ стають просто недоступними.

Тому, якими б досконалими та передовими не були ІКТ, електроніка та інша продукція сектору ІКТ, у разі бідності переважної частини населення країни або нерозвиненості її економіки, потенціалом ІКТ просто неможливо буде скористатися. Тобто, одна з властивостей сучасних ІКТ — доступність і здатність — виявиться нереалізованою на практиці.

З цього можна зробити висновок, що ІКТ і сектор ІКТ самі по собі не визначають загального розвитку країни. Лише від уже досягнутого рівня господарського розвитку країни залежить, наскільки повно в ній буде використано можливості, які надають ІКТ (Suoronta, 2004, с. 317, 319, 329). ІКТ є інструментом точнішої діагностики проблем держави, допомоги в розробці нових напрямів їх вирішення тоді, коли створено необхідні умови для їх використання.

В Україні доходи населення нижчі за середні, а значення *NRI* наближене до *NRI* Китаю. Попри складне економічне становище в країні наявні та функціонують підприємства, які можна віднести до сектору ІКТ (Гаркушенко, 2018b). Так, за КВЕД (Національний класифікатор, 2010) ними є підприємства щонайменше п'яти ВЕД: «Виробництво комп'ютерів, електронної, оптичної продукції» (С 26), «Виробництво проводів, кабелів і електромонтажних пристроїв» (С 27.3), «Телекомунікації» (J 61), «Комп'ютерне програмування, консультування та пов'язана з ними діяльність» (J 62), «Надання інших інформаційних послуг» (J 63).

У табл. 1.4 наведено відомості про обсяги реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) за деякими із цих ВЕД у 2010—2016 рр., при

Таблиця 1.4. Обсяг реалізованої промислової продукції (товарів, послуг) за деякими ВЕД сектору ІКТ в Україні

| Рік | ВЕД | | | | | |
|------|---|----------|--|----------|---|----------|
| | Виробництво комп'ютерів, електронної, оптичної продукції (С 26) | | Виробництво електроустаткування (С 27) | | Інформація і телекомунікації (J 61 + J 62 + J 63) | |
| | млн грн | частка * | млн грн | частка * | млн грн | частка * |
| 2010 | 6691,4 | 100 | 15755,2 | 100 | 73015 | 100 |
| 2011 | 10095,4 | 150,9 | 14637,1 | 92,9 | 72362,4 | 99,1 |
| 2012 | 6398,3 | 63,4 | 17985,3 | 122,9 | 73167,2 | 101,1 |
| 2013 | 5847,8 | 91,4 | 17003,3 | 94,5 | 73424,7 | 100,3 |
| 2014 | 5465,4 | 93,5 | 14115,1 | 83,0 | 71019,8 | 96,7 |
| 2015 | 4244,1 | 77,7 | 11629,3 | 82,4 | 72314,8 | 101,8 |
| 2016 | 5108,8 | 120,4 | 10987,1 | 94,5 | 71896,5 | 99,4 |
| 2017 | 4663,6 | 91,3 | 11161,3 | 101,6 | 64191,3 | 89,3 |
| 2018 | 4908,3 | 105,2 | 12478,3 | 111,8 | н/д** | н/д** |

Примітки: дані наведено в порівняльних цінах (2010 р. — базовий) без урахування тимчасово окупованої території АР Крим, м. Севастополь, за 2014—2016 рр. — без частини зони проведення Операції Об'єднаних сил; * частка — відсоток до попереднього року; ** н/д — немає даних. Дані за 2018 рік попередні.

Складено за матеріалами Державної служби статистики України (Жук, 2016; Статистична інформація, 2018).

цьому не виокремлено дані за ВЕД «Виробництво проводів, кабелів і електромонтажних пристроїв» (С 27.3), оскільки є відомості тільки щодо всього ВЕД «Виробництво електроустаткування» (С 27).

Як видно з табл. 1.4, в Україні сумарний обсяг реалізованої продукції у ВЕД «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» та «Виробництво електроустаткування» у період з 2010 до 2016 р. скорочувався (у порівняльних цінах). У 2017—2018 р. відбулося деяке зростання обсягу виробництва продукції у ВЕД «Виробництво електроустаткування». Значення цього показника у ВЕД «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» не було стабільним: з 2014 р. спостерігалось то його збільшення, то зменшення.

У відносному виразі обсяг реалізованої продукції у ВЕД «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» та «Виробництво електроустаткування» у сумі не перевищував 2,17 % ВВП України (2011), а у 2018 р. за попередніми оцінками становив лише 1,67 % ВВП.

Відносні показники діяльності зазначених вище ВЕД можуть здатися вищими, ніж у деяких країн-лідерів (табл. 1.2), але в табл. 1.2 проаналізовано відсоток створення доданої вартості в ІКТ-промисловості, а не обсяг реалізованої продукції. Тобто за даними табл. 1.2 і 1.4 можна робити тільки приблизні порівняння тенденцій розвитку ІКТ-промисловості в Україні на тлі країн-лідерів.

Також із даних табл. 1.4 можна зробити висновок про нерівномірний розвиток ВЕД «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» та «Виробництво електроустаткування». Після 2013 р. показники реалізації продукції в них скорочуються і поки що є істотно нижчими за показники 2010 р. Через це можна стверджувати, що нині ІКТ-промисловість в Україні занепадає.

Інша картина складається у результаті аналізування показників діяльності ВЕД «Телекомунікації» (J 61), «Комп'ютерне програмування, консультації і пов'язана з ними діяльність» (J 62), «Надання інших інформаційних послуг» (J 63). З табл. 1.4 можна дійти висновку, що в порівняльних цінах обсяг реалізації товарів і послуг у цих ВЕД у 2010—2016 рр. залишався практично незмінним, а 2017 року відбулося досить значне (порівняно з тенденціями змін цього показника у 2010—2017 рр.) скорочення його значення — на 7,7 млрд грн у порівняльних цінах.

У відносному виразі частка обсягу реалізації послуг зазначеними ВЕД у 2010 р. становила 6,74 % ВВП країни, проте у 2011 р. вона скоротилася до 6,35 %. У 2011—2015 рр. відбувалося зростання цього показника (до 7,55 %), а у наступні два роки тенденція змінила напрям на протилежний: 2016 року значення цього показника становило 7,3 % ВВП країни, 2017 — лише 6,36 %.

Якщо порівняти ці відомості з даними табл. 1.1, то такі значення показників (але доданої вартості, а не обсягів реалізованої продукції) в країнах-лідерах з надання ІКТ-послуг спостерігалися ще 2014 року.

У цілому наведена вище інформація суперечить поширеному уявленню про бурхливий розвиток в Україні ВЕД «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції», «Виробництво електроустаткування», «Телекомунікації», «Комп'ютерне програмування, консультації і пов'язана з ними діяльність» та «Надання інших інформаційних послуг» (Люди, 2017). З урахуванням того, що продукція трьох останніх із перерахованих ВЕД орієнтована на зарубіжні, а не вітчизняний, ринки (Люди, 2017), то така динаміка надання ІКТ-послуг видається несприятливою для України в порівнянні з розвиненими зарубіжними країнами, а також Китаєм і Індією.

За таких умов підприємства країни можуть не отримати нових рішень і продуктів для виробничих цілей, що негативно позначиться на їх конкурентоспроможності та соціально-економічному розвитку країни загалом.

1.3. ПЕРЕДУМОВИ УСПІШНОГО РОЗВИТКУ ІКТ

Підсумовуючи дослідження розвитку ІКТ та сектору ІКТ, а також деякі роботи, що аналізують роль держави в упровадженні інновацій (Голиченко, 2017), можна зробити висновок, що даний сектор у країні буде розвиватися за дотримання низки попередніх умов.

Стабільна економіка, розвиток якої є передбачуваним. У країні має бути досягнуто стабільне економічне зростання, законодавство мусить бути прозорим і зрозумілим економічним агентам, із нечастими змінами у ньому, про які їм повідомляють заздалегідь. У державі мають бути створені такі економічні умови, що дадуть населенню і підприємствам можливості купувати продукцію сектору ІКТ. Для населення країн із доходами нижче за середні і низькими, а також для найбідніших верств населення у заможніших країнах полегшенню доступу до ІКТ може сприяти допомога національних, міжнародних неприбуткових організацій та урядових агенцій, які створюють пункти доступу до Інтернету загального користування. Наприклад, в Індії під егідою уряду країни та Міністерства комунікацій створено спеціальний Фонд універсальних послуг зв'язку (англ. *Universal Service Obligation Fund*). Його завданням є забезпечення надійним і якісним зв'язком та доступом до ІКТ населення, що проживає в сільських та віддалених місцевостях. Для цього за рахунок коштів фонду фінансується ремонт і розвиток енергомереж у зазначених районах, будуються елементи ІКТ-інфраструктури (About USOF, 2019).

Уряд Індії усвідомлює важливість розвитку та поширення ІКТ у країні та знаходить можливості для виділення коштів із бюджету на програми цифровізації суспільства. Для тих країн, де таких можливостей немає, виходом може стати донорська техніко-технологічна допомога з боку економічно розвинутіших держав. Проте така опція є можливою тільки за виконання наступної умови.

Високий рівень освіченості населення країни, зокрема — комп'ютерної грамотності. Для забезпечення цього потрібно розвивати систему освіти, зокрема — в сфері розробки ІКТ та ІКТ-продукції. Високий рівень комп'ютерної грамотності населення уможливить ефективне використання наявних ІКТ, а система професійної підготовки та перепідготовки кадрів створить потенційні можливості для інновацій в ІКТ-секторі, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності продукції конкретної країни на міжнародних ринках та її незалежності від імпортованої високотехнологічної продукції. Також потрібно забезпечити умови, за яких отримані знання трансформуватимуться в науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР). Наприклад, Україна займає досить високі позиції в світових рейтингах у частині якості освіти та рівня освіченості населення, які, однак, не трансформуються в НДДКР (Vishnevsky, Knjazev, 2018). Для по-

долання цього недоліку система освіти має будуватися у тісному зв'язку з наукою і виробництвом, а не у відриві від них.

Для найбідніших країн одним із варіантів пом'якшення гостроти проблеми може стати отримання інформації та послуг через мобільний зв'язок. Зокрема, багато країн Африки належать до числа найбідніших у світі, проте навіть у них неписьменне населення активно користується послугами мобільного зв'язку, завдяки чому цей сегмент ринку швидко розвивається. Причому мобільний зв'язок використовують не лише для спілкування, але і для здійснення фінансових розрахунків. Наприклад у Кенії оператор *Safaricom* у 2009 р. надавав послуги мобільного банкінгу 7 млн користувачів. Аналогічні приклади використання мобільного зв'язку є в Південно-Африканській Республіці, на Філіппінах (Spence, Smith, 2010). Тобто навіть за умови бідності та неписьменності переважної частини населення країни є такі види ІКТ, якими воно може користуватися, зокрема задля отримання освіти.

Надійний інститут прав інтелектуальної власності. ІКТ є об'єктом технологічних спіловерів, тобто — піратства. З одного боку, через це розробники ІКТ утрачають значну частину своїх потенційних доходів і можливість здійснювати подальші інвестиції в НДДКР, створювати нові ІКТ. З іншого, оскільки ІКТ допомагають отримати нові знання або самі є знаннями, інформацією, — відбувається поширення знань серед більшої кількості користувачів, ніж за відсутності піратства. Без сумніву, неправомірне привласнення результатів чужої праці є злочином. У випадку з ІКТ боротися з такими злочинами необхідно шляхом розвитку інституту прав інтелектуальної власності. Потрібно враховувати, що сувора охорона прав на об'єкти інтелектуальної власності в державі стимулює їх подальший розвиток і виникнення нових ІКТ, оскільки дає можливість підприємствам-розробникам отримувати кошти і знову вкладати їх у виробництво. Але менш сувора охорона прав на об'єкти інтелектуальної власності сприяє значному поширенню ІКТ і нових знань у суспільстві. Тому у процесі розробки державної політики у сфері охорони інтелектуальної власності необхідно знаходити баланс між цими двома крайнощами, який залежить від рівня розвитку економіки.

Так, для високорозвинених економік (США, Японія, країни ядра ЄС) головним є створення принципово нових інноваційних продуктів, для чого потрібні значні кошти. Тому в таких економіках пріоритет віддається суворій охороні прав на об'єкти інтелектуальної власності. Для країн, що розвиваються та бажають вивести свою економіку на найвищий рівень, щонайменше на перших етапах важливим є максимально можливе поширення знань. Тому в них зазвичай практикується менш жорсткий підхід до охорони прав на об'єкти інтелектуальної власності. Такої позиції, зокрема, дотримуються Індія та Китай (Голиченко, 2017). Можливо, вона буде виправдана і для України за умови, що ІКТ-сектор у країні буде розвиватися прискореними темпами.

Розвинутий ринок ІКТ — уряд за допомогою державних закупівель і замовлень може стимулювати розвиток ринку ІКТ, віддаючи перевагу найдосконалішим зі створюваних національними виробниками ІКТ-продуктів або продукції, виробленої з використанням найсучасніших ІКТ.

Більше того, ІКТ самі можуть бути використані для оптимізації процесу державних закупівель. Так, в ЄС в рамках електронного уряду (англ. *e-government*) поширюється електронна система державних закупівель (англ. *e-procurement*) — використання електронних комунікацій та обробки транзакцій урядовими установами та іншими організаціями державного сектору для закупівлі товарів та послуг або проведення тендерів на громадські роботи (Frequently Asked Questions, 2012). Система е-закупівель використовує електронний зв'язок, спеціальне програмне забезпечення для проведення онлайн-аукціонів, а також застосовує ІКТ для реалізації ряду етапів процесу закупівель (пошук необхідних товарів, послуг та їх продавців, переговори, замовлення, отримання та огляд після покупки).

Вважається, що система е-закупівель скорочує витрати часу та коштів, необхідних на організацію процесу державних закупівель, допомагає обрати найдешевший варіант із усіх можливих та сприяє більшій прозорості і конкуренції між продавцями товарів (послуг). Наприклад, система е-закупівель у Словаччині у 2012 р. дала змогу заощадити від 9 % (в енергетиці) до 21 % (юридичні та консалтингові послуги) вартості товарів та послуг порівняно з попередніми (без використання системи е-закупівель) державними закупівлями (Svidronova, Mikus, 2015).

Держава може посилювати стандарти на ІКТ-продукцію, змушуючи виробників удосконалювати її. Однак в умовах нерозвиненості національного сектору ІКТ такі заходи можуть призвести до витіснення з ринку національної ІКТ-продукції імпортними аналогами. Тому в даному випадку найдоцільнішими є описані нижче заходи, які можуть провадитися в рамках державної політики розвитку та підтримки сектору ІКТ (Гаркушенко, 2018а).

Державна підтримка підприємств сектору ІКТ, яка може проявлятися як у прямому фінансуванні конкретних НДДКР, що виконують конкретні підприємства або їх об'єднання з сектору ІКТ, так і надання цільових грантів та / або податкових пільг із податку на прибуток підприємств сектору ІКТ тощо.

Прикладом такої підтримки можуть слугувати уряди Південної Кореї та Японії, які фінансують ініціативи у сфері ІКТ (розвиток ІКТ-інфраструктури, створення середовища, що сприяє розвитку та використанню ІКТ, освітні програми у сфері розробки ІКТ та підвищення комп'ютерної грамотності населення в цілому, створення нових ІКТ та інформаційних ресурсів національними мовами) не лише в рамках власних країн, але і всього Азійського регіону та навіть Близького Сходу і Грузії. При цьому уряд Південної Кореї безпосередньо здійснює внески у спеці-

альний Трстовий фонд ІКТ (англ. *ICT Trust Fund*) та Фонд з партнерства з розповсюдження знань (англ. *Knowledge Partnership Fund*), а уряд Японії (який здійснює найбільші фінансові внески) спочатку виділяє кошти у Японський Фонд з ІКТ, який перераховує кошти на конкретні програми з ІКТ у Трстовий фонд ІКТ і Фонд з партнерства з розповсюдження знань (ICT: Funding, 2019).

ІКТ можуть бути спрямовані на підвищення добробуту всього суспільства (наприклад, програми аналізу стану навколишнього природного середовища, метеорологічних умов, системи оповіщення про повені або землетруси, безкоштовні освітні платформи, покликані охопити широкі верстви населення). У цих випадках ІКТ, принаймні частково, стають суспільними благами, належне постачання яких потребує державного регулювання.

Але при цьому важливо враховувати, що у разі надання прямого державного фінансування або грантів можливим є виникнення невинуватених преференцій, пов'язаних, зокрема, з нелегальними методами отримання державної допомоги з боку керівництва деяких підприємств. Тому особливо актуальною стає розробка максимально прозорих умов отримання такого фінансування та звітності, чому сприятиме розвиток у країні систем е-закупівель. Надання податкових пільг підприємствам сектору ІКТ принаймні на обмежений період часу допомагає таким фірмам компенсувати свої витрати на НДДКР, а в комбінації з суворим захистом прав на об'єкти інтелектуальної власності — отримати прибуток, який пізніше можна буде спрямувати на створення нових ІКТ та ІКТ-продукції.

Крім того, треба зважати на те, що масштабне надання податкових пільг національним підприємствам сектору ІКТ за одночасного їх ненадання іноземним підприємствам або підприємствам з іноземними інвестиціями може сприйматися як політика протекціонізму і призвести до відтоку іноземних інвестицій із країни. Це необхідно враховувати у ході розробки збалансованої державної політики у сфері розвитку сектору ІКТ.

Антимонопольне регулювання і створення конкурентного середовища між підприємствами сфери ІКТ. Оскільки одним із завдань розвитку сектору ІКТ є поширення знань, то надмірна охорона прав на об'єкти інтелектуальної власності упродовж тривалого періоду за незначної кількості підприємств-конкурентів може призвести до монополізації ринку і завищення цін на ІКТ (ліцензії на право використання). Саме в такій поведінці Департамент юстиції США підозрює гігантів у сфері ІКТ — *Google, Facebook* та *Amazon* (і, можливо, до цього переліку увійде також корпорація *Apple*): з липня 2019 р. по відношенню до цих підприємств розпочато антимонопольне розслідування, яке має визначити, чи вони дійсно завищують ціни на свою продукцію, не задовольняють права споживачів та своєю діяльністю підривають основи конкуренції (Pietsch, 2019).

У цьому зв'язку доцільно нагадати, що антимонопольні заходи Департамент юстиції США вже вжив до корпорації *Microsoft* на початку 2000-х рр. (на той час — великого виробника ІКТ та ІКТ-устаткування), що призвело до розділення компанії на дві частини та застосування до неї жорстких обмежень (Economides, 2001).

Зважаючи на викладене, особливо важливо одночасно з розвитком інституту права інтелектуальної власності розвивати антимонопольне законодавство і створювати простіші умови для входу і виходу на ринок нових підприємств сектору ІКТ. Суворе охорона прав на об'єкти інтелектуальної власності в комбінації з податковими пільгами, наприклад, упродовж трьох років від моменту створення ІКТ із подальшим повним або частковим скасуванням податкових пільг для підприємства-розробника і ослаблення режиму охорони прав на об'єкти інтелектуальної власності, може сприяти поширенню нових знань і подальшого розвитку сектору. При цьому впродовж дії зазначених заходів підприємство-розробник зможе компенсувати власні витрати, а його клієнти — зміцнити свої конкурентні позиції на ринку за рахунок упровадження нових продуктів сектору ІКТ.

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111

2

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ І СУЧАСНІ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ


```
100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000010100001
010110000011101
100001001101000
000001101000000
100111000001001
101000001100001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011110000010000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110
```

2.1. ПЕРЕХІД ВІД ТРАДИЦІЙНОГО ДО ЦИФРОВОГО БІЗНЕСУ

Цифровізація економіки — нове соціально-економічне і техніко-технологічне явище, яке змінює реальність. Комп'ютери та інші цифрові досягнення стимулюють роботу мозку людини у напрямі кращого розуміння і подальшого формування нового, поліпшеного середовища життєдіяльності, а розширення доступу до Інтернету допомагає робити все це швидше. Ці зміни впливають на людей у всьому світі, як у побуті, так і на виробництві. Новітні розробки дають змогу автоматизувати складні бізнесові завдання, знижувати обсяги виробничих витрат, виходити на нові ринки, кастомізувати продукцію, розвивати нові навички та здібності, формувати нові бізнес-моделі. У звіті Світового економічного форуму «Глибокий зсув. Критичні точки технологій та соціальні наслідки» (Deep Shift, 2019, с. 4) зазначено, що у світі спостерігається експоненціальна швидкість змін унаслідок зростання обсягу програмного забезпечення і цифрових послуг. Тому вкрай актуальним є виявлення тенденцій у цифровій сфері, визначення цифровізації як складової частини діяльності бізнесу, встановлення її місця у традиційній класифікації видів економічної діяльності.

Нова парадигма цифрової економіки продовжує формуватися, тому існує певна неузгодженість у визначенні термінів, які з'являються та застосовуються для розкриття змісту цього явища. Тому, перш ніж розпочати аналіз факторів впливу цифровізації на випуск продукції, доцільно визначитись: який зміст ми вкладаємо у терміни «цифровізація», «цифрова економіка», «циф-

ровий сектор економіки» тощо. Це є необхідним для того, щоб уникнути непорозуміння, пов'язаних із різним трактуванням нових понять.

Сьогоднішній перехід від традиційного до цифрового бізнесу описується термінами «оцифровування», «цифровізація», «цифрова трансформація» тощо. Важливо розрізняти ці поняття задля того, щоб краще розуміти сутність і важливість цифрових перетворень, які кардинально змінюють не тільки економіку, але й особисте життя кожної людини.

«Оцифровування» було першим терміном, з якого почалося знайомство людини з цифрою в контексті ІКТ. У широкому розумінні це процес переходу від аналогової до цифрової форми сигналів, тобто перетворення рукописного або машинописного тексту та іншої інформації (аудіо, відео) у цифровий формат. Результатом оцифровування є цифрове зображення для об'єкта або цифрова форма для сигналу у вигляді двійкових чисел (двійкового коду або з використанням іншої системи чисел). Використовується оцифровування для обробки, зберігання та передання будь-якої інформації. Прикладами є сканування аналогових фотографій або аудіо- та відеозаписів зі збереженням на комп'ютері для редагування, 3D-сканування або моделювання, створення електронних географічних карт шляхом сканування традиційних паперових географічних карт і супутникових зображень, створення електронних книг та інших текстових і графічних матеріалів шляхом сканування паперових носіїв.

Цифровізація (дигіталізація) тісно пов'язана з оцифровуванням, але на відміну від нього охоплює оцифровування не тільки інформації, але й економічних відносин і процесів за допомогою цифрових технологій, що надають нові можливості для створення вартості і отримання доходів (Digitalization, 2012). Сюди можна віднести, наприклад, автоматизацію процесів виробництва, підготовку та перепідготовку персоналу для роботи у нових умовах, використання онлайн-платформ тощо. Цінність цифровізації для підприємств також полягає у збільшенні продуктивності та зниженні витрат. Найчастіше це визначення використовують для бізнес-процесів, але у реальності цифровізація також змінює взаємовідносини між фізичними особами, фізичними та юридичними особами, змінює формат та знаряддя роботи («світ праці» (Muro, 2017)), адже цифрові навички та цифрові пристрої вже стали частиною сучасної культури людини. Інфографіка, розроблена Statista, показує, що відбувалося за 1 хвилину у світі цифрових технологій у 2017 р. (рис. 2.1). І це тільки невеликий приклад того, як цифровізація увійшла у життя людини.

Прикладом цифровізації процесів виробництва є використання датчиків та інших цифрових пристроїв для підключення обладнання та механізмів до промислового Інтернету речей з метою збору інформації, обробки і передачі даних для обрання рішень, а також для дистанційного управління різноманітними завданнями та функціями. За прогнозами

2.1. Перехід від традиційного до цифрового бізнесу

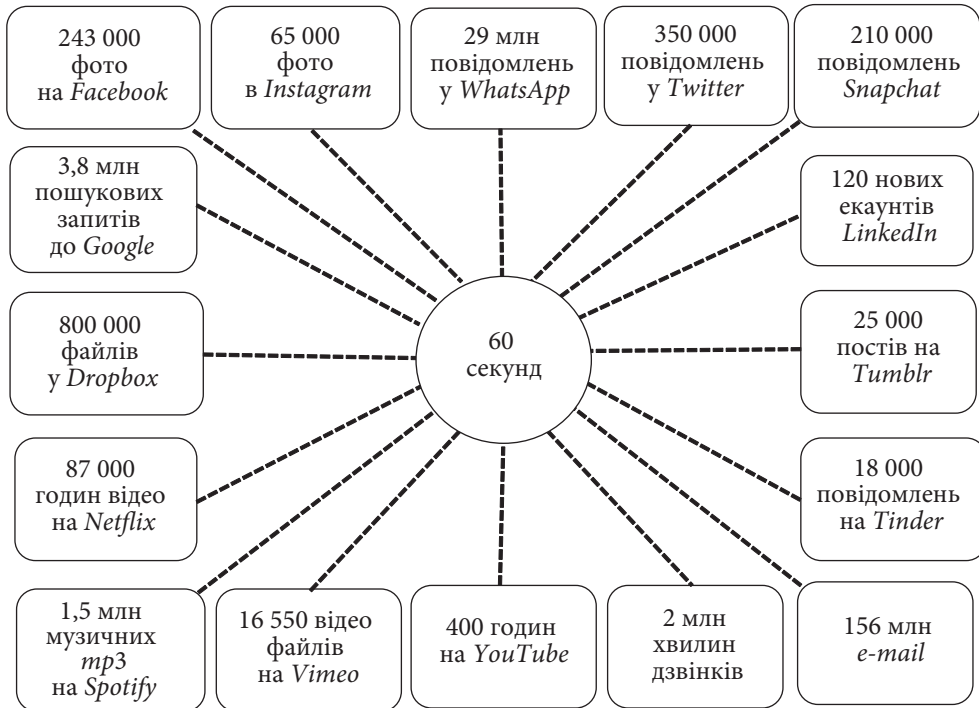


Рис. 2.1. Результати однохвилинної цифрової діяльності людини у 2017 р.
Складено за даними Statista (Digital Economy Compass, 2018).

Gartner, до 2020 р. кількість підключених до промислового IoT пристроїв перевищить 20 млрд (Gartner, 2019). Також цифровізація дала змогу розпочати роботи зі створення автономних транспортних засобів, на дослідження і розробку яких 2015 року автомобільною промисловістю світу було витрачено близько \$46 млрд (Viereckl, Koster, Hirsh, Ahlemann, 2016). У сучасних автомобілях встановлюють датчики, які передають інформацію про функціонування автомобіля, його використання та механічний стан. Доступ до даних клієнтів допоміг компаніям удосконалити та розширити можливості надання послуг, використовувати індивідуальний підхід, кастомізувати продукцію, а також розширити ринки збуту.

Глибшим цифровим перетворенням бізнесу є *цифрова трансформація* бізнес-процесів, компетенцій, бізнес-моделей із метою повного використання можливостей цифрових технологій та їхнього впливу на діяльність підприємств, їхніх клієнтів і стан ринків. Вона вносить кардинальні зміни в організацію функціонування бізнесу, його стратегію, та впровадження цілої системи цифрових технологій, що змінюють підходи до ведення бізнесу, основними з яких є гнучкість і клієнт-орієнтованість. Прикладом такої цифрової трансформації можна назвати використання Великих даних

(англ. *Big Data*) для формування нових бізнес-моделей, заснованих на масивах інформації, у тому числі — неструктурованої, які здатні значно поліпшити компетенції та результати діяльності. Великі дані та їх аналітика допомагають компаніям обирати оптимальні рішення щодо процесів виробництва, продукції, послуг, співробітників, стратегії розвитку тощо.

Відомою цифровою трансформацією є зміна бізнес-моделі роздрібних продавців, які почали використовувати вебсайти та мобільні додатки для онлайн-продажів, охоплюючи все більше клієнтів за допомогою різних каналів зв'язку. Додатково для поліпшення обслуговування та збільшення обсягу продажів збирають та аналізують дані про клієнта (наприклад, через соціальні мережі) та інформацію про історію покупок. Таким чином з появою цифрових технологій стало можливим охопити ширше коло економічних, соціальних, культурних та інших аспектів життєдіяльності.

У четвертій версії Міжнародної стандартної галузевої класифікації всіх видів економічної діяльності (англ. *International Standard Industrial Classifications of All Economic Activities — ISIC*), яка слугує зразком для розроблення національних класифікаторів видів економічної діяльності (КВЕД) та використовується для збору, систематизації, аналізу та зберігання даних для економічного аналізу, з'явилося визначення *сектору ІКТ* як складової інформаційної (цифрової) економіки. Згідно з наведеними даними, до цього сектору належить виробництво товарів і послуг відповідної галузі, призначене насамперед для обробки та поширення інформації за допомогою електронних (цифрових) засобів (табл. 2.1).

Діяльність цього сектору економіки може групуватися за підгалузями, що займаються виробництвом ІКТ, торгівлею ІКТ і галузями, що обслуговують ІКТ. Також до галузей, які окреслюють цифрові види діяльності, згідно з *ISIC* належить сектор інформаційного контенту та медіа. Але внесені зміни не враховують стрімкого розвитку цифрової діяльності, функціонування цифрових платформ, аналіз Великих даних, доповнену реальність тощо. Тому часто цифрова економіка визначається доволі вузько: враховуються тільки сектори, які безпосередньо стосуються інформації та телекомунікацій. Проте це є найбільш достовірною оцінкою.

На думку фахівців Інституту Банку розвитку Азії (*Asian Development Bank Institute, ADBI*) (Juswanto, Simms, 2017, с. 2), цифрова економіка поєднує в собі електронну комерцію, магазини додатків, онлайн-рекламу, сервіси онлайн-платежів, «хмарні» обчислювальні технології, а також інформаційні та інші платформи. Такий опис цифрової економіки сконцентровано на конкретних видах діяльності, що отримали розвиток із поширенням Інтернету та підвищенням швидкості передачі даних.

У 1986 році лише 1 % всієї інформації, що існувала в глобальному масштабі, зберігалася в електронній формі, решта — в аналоговій, а у 2002 році вже 50 % всієї глобальної інформації зберігалася в електронній формі.

2.1. Перехід від традиційного до цифрового бізнесу

Таблиця 2.1. Складові сектору ІКТ за Міжнародною стандартною галузевою класифікацією всіх видів економічної діяльності (International Standard, 2008, с. 278)

| Код | ICT manufacturing industries | ІКТ- промисловість |
|------------|---|---|
| 2610 | Manufacture of electronic components and boards | Виробництво електронних компонентів та плат |
| 2620 | Manufacture of computers and peripheral equipment | Виробництво комп'ютерів та периферійного обладнання |
| 2630 | Manufacture of communication equipment | Виробництво засобів зв'язку |
| 2640 | Manufacture of consumer electronics | Виробництво побутової електроніки |
| 2680 | Manufacture of magnetic and optical media | Виробництво магнітних та оптичних носіїв |
| | ICT trade industries | ІКТ-торгівля |
| 4651 | Wholesale of computers, computer peripheral equipment and software | Оптова торгівля комп'ютерами, периферійним комп'ютерним обладнанням та програмним забезпеченням |
| 4652 | Wholesale of electronic and telecommunications equipment and parts | Оптова торгівля електронним і телекомунікаційним обладнанням та запчастинами |
| | ICT services industries | ІКТ-послуги |
| 5820 | Software publishing | Випуск програмного забезпечення |
| 61 | Telecommunications | Телекомунікації |
| 6110 | Wired telecommunications activities | Дротова телекомунікаційна діяльність |
| 6120 | Wireless telecommunications activities | Бездротові телекомунікації |
| 6130 | Satellite telecommunications activities | Супутниковий зв'язок |
| 6190 | Other telecommunications activities | Інша телекомунікаційна діяльність |
| 62 | Computer programming, consultancy and related activities | Комп'ютерне програмування, консультування та інша пов'язана з цим діяльність |
| 6201 | Computer programming activities | Комп'ютерне програмування |
| 6202 | Computer consultancy and computer facilities management activities | Комп'ютерні консультаційні послуги та управління комп'ютерною технікою |
| 6209 | Other information technology and computer service activities | Інша діяльність, пов'язана з інформаційними технологіями та комп'ютерними послугами |
| 631 | Data processing, hosting and related activities; web portals | Обробка даних, хостинг та пов'язана з ними діяльність; вебпортали |
| 6311 | Data processing, hosting and related activities | Обробка даних, хостинг та пов'язана з ними діяльність |
| 6312 | Web portals | Вебпортали |

| Код | ICT manufacturing industries | ІКТ-промисловість |
|------|--|---|
| 951 | Repair of computers and communication equipment | Ремонт комп'ютерів та обладнання зв'язку |
| 9511 | Repair of computers and peripheral equipment | Ремонт комп'ютерів та периферійного обладнання |
| 9512 | Repair of communication equipment | Ремонт обладнання зв'язку |

Значні трансформації відбулись і зі швидкістю завантаження: у 2001 р. кінофільм середнього об'єму потрібно було завантажувати приблизно 26 годин, в 2009 р. це займало 6 хвилин, очікується, що у 2020 р. на це знадобиться лише 3,6 секунди. Також передбачають, що у 2020 р. у світі нараховуватиметься 60 млрд пристроїв із виходом в Інтернет. Тобто в кожного мешканця планети буде щонайменше шість електронних пристроїв, підключених до глобальної мережі (CES, 2019).

Викладені вище факти свідчать про значні зміни, що тепер відбуваються у суспільстві та економіці. Вони також є каталізаторами і продукцією цифрової економіки. Це означає розширення видів діяльності, пов'язаних із подальшим розвитком цифрової економіки. Вірогідно, запропонований фахівцями Інституту Банку розвитку Азії опис цифрової економіки не враховує всіх потенційних можливостей та потребує уточнення.

Очевидно, що у широкому сенсі усі види економічної діяльності, які використовують оцифровані дані та цифрові технології, можна вважати складовими цифрової економіки. Отже, цифрова економіка — це економічна діяльність (всі економічні процеси, дії, транзакції), яка заснована або ґрунтується на цифрових технологіях, на мережі безлічі зв'язків, створених за допомогою цих технологій між фізичними та юридичними особами, обладнанням, виробничими і невиробничими процесами та інфраструктурою. Іншими словами, з позицій охоплення видів економічної активності у широкому сенсі цифрова економіка — це валова додана вартість, створена в усіх секторах економіки за допомогою ІКТ-технологій та ІКТ-інфраструктури. А у вузькому (який є більш операціональним) цифрова економіка — це валова додана вартість, створена тільки у секторах ІКТ-послуг та ІКТ-промисловості.

Зрозуміло, що ці визначення не є остаточними і також будуть уточнені, оскільки, як зазначено вище, широкомасштабна цифрова трансформація економічного життя тільки розгортається, а визначення понять є відображенням часу і тенденцій, із яких вони виникають. У Додатку А наприкінці книги наведено деякі визначення «цифрової економіки» у роботах зарубіжних та вітчизняних дослідників.

Цифрова економіка уже змінила напрями, обсяги, пріоритети та динаміку розвитку багатьох сфер бізнесу. Так, наприклад, вона посприяла активізації використання Інтернету та інтенсифікації робіт, пов'язаних із підвищенням швидкості передачі даних. Саме з появою цифрової економіки розпочалося масове зростання кількості та якості цифрових технологій, обсягів інвестицій у всі сфери, пов'язані з апаратним та програмним забезпеченням, послугами та зв'язком тощо. Інтернет не просто залишився як зв'язок, він став веббізнесом із високими показниками доходів. Підприємці та підприємства сфери торгівлі, які адаптували свою діяльність до сучасних цифрових умов, почали займатися веббізнесом. У 2018 р. продажі електронної комерції у категорії B2C (бізнес — споживач) склали \$2,8 трлн, забезпечуючи товарами близько 1,8 млрд людей у всьому світі. За деякими прогнозами, обсяги електронної комерції до 2021 р. можуть зрости до \$4,8 трлн (Торіс: E-commerce, 2019). Зростання обсягів електронної комерції, а саме використання мобільних пристроїв для різних покупок у мережі Інтернет, збільшило обсяги виробництва смартфонів. Станом на четвертий квартал 2018 р. за їхньою допомогою було здійснено половину електронних покупок (Торіс: E-commerce, 2019).

У зв'язку з поширенням оцифровування фото, музики, відео майже зник ринок *CD* та *DVD* дисків як матеріальних носіїв інформації, менше купують газет та журналів. Те ж стосується і сфери послуг — усе більше клієнтів банків використовують мобільні додатки, здійснюючи транзакції онлайн, замовляючи продукти або ліки, бронюючи номери у готелях або білети на літаки, поїзди, автобуси тощо. Таким чином у цифровій економіці відбулося зникнення деяких матеріальних і поява цифрових товарів та послуг.

Окрім позитивних зрушень, які несе цифрова економіка, є і негативні. До них найчастіше відносять ризики скорочення зайнятості у сферах діяльності, найбільше схильних до цифровізації, зниження попиту на низько- та середньокваліфікованих працівників, подальше зростання нерівності у доходах. Стурбованість, спричинену змінами на ринку праці, у численних дослідженнях висловили провідні міжнародні організації — ООН, Міжнародна організація праці, Міжнародний валютний фонд, Світовий банк та ін. (Chang, Huynh, 2016; Partington, 2019; The economic, 2016).

У процесі пристосування до новацій, що несе цифровізація економіки, багато професій і спеціальностей кардинально трансформуються або взагалі можуть зникнути. Упровадження нових технологій підштовхує уряди до реформування системи освіти, визначення та зосередження на порівняльних перевагах і навичках населення. Навчання протягом життя в умовах нової цифрової економіки — це вже не примха і розвага, а нова необхідність, яка дасть людині змогу комфортніше себе почувати у безперервному потоці нових знань і змін технологій.

Разом із появою цифрових інструментів з'являються й нові робочі місця, пов'язані з розробкою, впровадженням та обслуговуванням нових технологічних рішень, і, відповідно, нові вимоги до потенціальних працівників. Також цифрова економіка потребує розвиненої інфраструктури, стабільного функціонування Інтернету, мобільних мереж і телекомунікацій. Для цього необхідний великий обсяг інвестицій, які у країнах із нижчими за середні доходами є проблематичними.

Цифрові технології — Інтернет-зв'язок, Інтернет речей, аналітика Великих даних, бездротові мережі, мобільні пристрої та соціальні мережі, змінюють діяльність людей і підприємств, а також уявлення про традиційні речі. Якщо, наприклад, донедавна підприємство розглядали як сукупність матеріальних та нематеріальних активів і робочої сили, розташованих на певній території, то у цифровій економіці підприємство може не мати деяких традиційних складових, але функціонувати успішно та отримувати прибутки.

Використання цифрових технологій трансформує бізнес-моделі, постійно з'являються нові товари та послуги, змінюється зміст праці та формат робіт (аутсорсинг, онлайн-платформи, розвинута автоматизація та роботизація), оцифровування даних та робота у режимі реального часу кардинально змінюють способи управління, виробництва, реалізації та використання продукції.

Таким чином, цифрова економіка вже охоплює велику частину практично усіх традиційних галузей та створює нові види економічної діяльності, що у комплексі породжує нові виклики і відкриває перспективи економічного розвитку і формування нового «розумного» суспільства — суспільства 5.0 (Report, 2015).

2.2. ФАКТОРИ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІ НА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Через відсутність уніфікованого підходу до визначення внеску цифрової економіки у світову, дані про її розмір дуже розрізняються. Наприклад, за даними *Global Connectivity Index* вже у 2017 р. цифрова економіка складала \$12,9 трлн, тобто 17,1 % ВВП світу (Tap into New Growth, 2018). У доповіді висловлено припущення про те, що у разі щорічного інвестування країн в ІКТ-інфраструктуру на рівні 8 % у 2025 р. цифрова економіка буде оцінюватися на рівні \$23 трлн. За розрахунками *UNCTAD*, виробництво товарів і послуг у сфері ІКТ складає приблизно 6,5 % світового ВВП (Information Economy, 2018).

У звіті *World Economic Forum* та консалтингової компанії *Accenture* прогнозується, що цифрові технології до 2025 р. зможуть забезпечити зростання світової економіки до \$100 трлн (Digital Transformation, 2016). І хоча циф-

рова економіка перебуває тільки на початковому етапі еволюції, результати її розвитку уже більш ніж значущі, і вже тепер доцільно мати інструменти та методи, за допомогою яких можна оцінювати вплив «цифри» на економічні показники діяльності бізнесу. Адже «системи виміру формують наші переконання та висновки» (Стиглиць, Сен, Фитусси, 2016, с. 44) і «те, що ми вимірюємо, впливає на те, що ми робимо; якщо наші вимірювання помилкові, рішення можуть бути перекручені» (Report by the Stiglitz, 2009).

Упродовж останніх років з'явилося багато досліджень, присвячених визначенню факторів, що впливають на кінцеві результати діяльності в умовах цифрової економіки.

Так, у звіті «Цифрове втручання. Розв'язка розвитку. Примноження інновацій, співпраця та вплив через цифру на міжнародний розвиток» (Ford, Lobo, 2018) консалтингової компанії *Accenture* виділено п'ять нових цифрових технологій, які можуть трансформувати світовий розвиток економіки:

1) Інтернет речей — мережа фізичних об'єктів, систем, платформ та програм, що містять вбудовані датчики, які фіксують та обмінюються інформацією в режимі реального часу;

2) штучний інтелект — інформаційні системи та програми, які можуть відчувати, розуміти і діяти; інтелектуальні машини, що виконують важливу обробку швидше і точніше за людей;

3) технологія блокчейн (англ. *blockchain*) — технологія передання даних, яка створює децентралізовані спільні бази даних (книги) для безпечного переміщення вартості активів, валюти, інформації за результатами укладених угод;

4) Великі дані (англ. *Big Data*) — агрегація джерел даних в одну систему для економічно ефективного збору, аналізу та обміну інформацією;

5) автоматизація робототехнічних процесів — використання цифрових технологій для автоматизації виконання завдань, що повторюються.

У вказаній роботі наголошено, що цифрові технології мають великий потенціал для надання високоякісних та стабільних результатів у країнах, що розвиваються, та сприятимуть подоланню технологічного розриву і бар'єрів для забезпечення стійкого економічного зростання.

Спеціалісти *Boston Consulting Group* у дослідженні «Індустрія 4.0: майбутнє продуктивності та зростання в обробній галузі» (Gerbert et al., 2015) визначили, що цифрова трансформація промисловості ґрунтується на дев'яти базових технологіях:

1) автономні роботи (англ. *Autonomous Robots*);

2) промисловий Інтернет речей (англ. *The Industrial Internet of Things, IIoT*);

3) горизонтальна та вертикальна системна інтеграція (англ. *Horizontal and Vertical System Integration*);

4) адитивне виробництво (англ. *Additive Manufacturing*);

- 5) доповнена реальність (англ. *Augmented Reality*);
- 6) моделювання (англ. *Simulation*);
- 7) Великі дані та аналітика (англ. *Big Data and Analytics*);
- 8) хмарні обчислення (англ. *The Cloud computing*);
- 9) інформаційна безпека (англ. *Cybersecurity*).

Результати анкетування керівників фірм показали, що 46,6 % опитаних висловили думку про те, що загрозу «зриву» їхніх фірм, яка може статися в найближчі десятиліття, можна відвести шляхом упровадження нових технологій, зокрема штучного інтелекту та машинного навчання (88,5 %), цифрових технологій (75,4 %), хмарних розрахунків (65,6 %), блокчейн (62,3 %) та фінтех рішень (57,4 %).

Аналітик G. Press із *Forbes*, проаналізувавши звіт *Forrester* «Найкращі новітні технології для цифрових «хижаків» (Press, 2018), виділив п'ять факторів, які розглядаються як рушійна сила для стрімкого зростання бізнесу в умовах цифрової економіки:

1) інтелектуальні агенти (англ. *Intelligent Agents*) — продукти штучного інтелекту, які можуть взаємодіяти з користувачами, вивчати їхню поведінку і розуміти потреби, а також обирати рішення від їхнього імені, підвищуючи продуктивність, лояльність клієнтів і зменшуючи витрати;

2) доповнена та віртуальна реальність, що створює нове інтерактивне цифрове середовище, яке радикально змінює якість обслуговування клієнтів та обладнання;

3) Інтернет речей як спосіб ведення бізнесу, що надає компаніям постійну інформацію про те, що відбувається з їхнім обладнанням, продукцією, операціями та клієнтами;

4) когнітивні технології для розвитку штучного інтелекту — імітуючи природні людські пізнавальні функції, створюють унікальну, диференційовану клієнтську цінність і значно покращують внутрішні процеси виробництва;

5) гібридні бездротові технології як інтерфейси та програмне забезпечення, які забезпечують пристроям можливість одночасно використовувати і транслювати інформацію між двома або кількома різними бездротовими провайдерами, протоколами та смугами частот (рис. 2.2).

Фахівці *Deloitte* у дослідженні «Цифрове втручання у 2017 р. Проблеми та можливості приватних компаній» (*Private Company*, 2018) виділили три цифрові технології, здатні створити ефективну цифрову культуру для розвитку бізнесу: віртуальна та доповнена реальність, технологія блокчейн та «темні» дані (англ. *Dark Data*).

І якщо про перші дві технології сказано вже багато, то «темні» (або «пилові») дані ще не знайшли глибокого відображення у дослідженнях впливу цифровізації на результати діяльності бізнесу. Причина полягає у тому, що тільки недавно з'явилися нові цифрові розробки, які допомагають

2.2. Фактори впливу цифровізації на результати економічної діяльності

| | | | | | |
|---------------|------------------------|--|---|--|---------------------|
| Зміни у світі | | | Інтернет речей Інтелектуальні агенти Доповнена та віртуальна реальності | Когнітивні технології для розвитку штучного інтелекту | |
| | Зміни у промисловості | Хмарні платформи | Інтерактивне управління в режимі реального часу | Аналітика Інтернету речей | Граничні обчислення |
| | Проривні удосконалення | Програмне забезпечення для управління контейнерами | <i>Insight</i> платформи Автоматизація безпеки | Персональна ідентифікація та управління даними Аналітика запитів клієнтів | |
| | | До 1 року | 1—3 роки | 3—5 років | Понад 5 років |

Рис. 2.2. Найвпливовіші фактори цифрової трансформації бізнесу
Складено за даними Forrester (Fenwick et al., 2017).

об'єднувати дані різних корпоративних систем і працювати з величезною кількістю неструктурованих та необроблених даних⁸ — текстових повідомлень, документів, електронної пошти, відео- та аудіофайлів і нерухомих зображень, а також інформацією з анонімних недоступних донедавна сайтів «темної мережі» *Darknet* (Kambies, Roma, Mittal, Sharma, 2018), що можуть надати нові ідеї для поліпшення бізнес-процесів, оцінки поведінки клієнтів, збору інформації про конкурентів, ціни тощо.

Цифрова трансформація вимагає інших підходів до управління, «цифрової дорожньої карти» — від створення безперервного процесу вдосконалення до інноваційного менеджменту та формування інноваційної культури. А це, у свою чергу, змінює менталітет, стратегічне бачення, формує нові правила бізнес-відносин. Для того, щоб скористатися перевагами цифрових технологій повною мірою, компанії повинні інтегрувати їх у повсякденні процеси.

Фахівці з *MIT Sloan Management Review* та *Deloitte* опитали 4800 керівників компаній, менеджерів та аналітиків зі 129 країн, які працюють у 27 галузях економіки щодо ролі стратегування у цифровому розвитку компаній (Kane et

⁸ Загально визнано, що «темні» дані складають близька 80 % від усіх даних у мережі Інтернет, хоча деякі оцінки показують, що ця цифра наближається до 90 % (див. більше: (Big Data Analytics, 2017)).

al., 2015). Вони виявили, що лише 15 % респондентів із компаній, які щойно розпочали цифровізацію бізнесу, підтвердили, що їхні компанії мають стратегію цифрового перетворення. При цьому 81 % лідерів цифрових трансформацій — компаній, які вдосконалили та розширили свій бізнес шляхом упровадження цифрових технологій — поєднують чітку та послідовну «цифрову» стратегію з «цифровою» культурою та системою управління знаннями. В цих компаніях цифрові технології чіткіше використовують для досягнення стратегічних цілей, удосконалення рішень та інновацій.

Фахівці *McKinsey & Company*⁹ стверджують (*Mastering the duality*, 2019), що для успіху компаній унесення поступових змін у традиційні бізнес-моделі недостатньо, а одним із тих рішень, які можуть позитивно вплинути на розвиток підприємств у епоху цифрової економіки, є впровадження цифрових інновацій з одночасним оцифруванням основних активів. За їхніми даними компанії, які спромоглися оцифрувати свій бізнес на 20 %, змогли відкрити новий цифровий бізнес та отримали зростання доходів на 25 % і більше.

Перелік цифрових технологій, які, за даними провідних аналітичних організацій, мають або будуть мати значний вплив на економічний результат підприємств, можна продовжити і далі. Кожного року з'являються нові дослідження щодо впливу цифрових технологій на сучасні економічні процеси; фахівці у цій сфері виділяють «проривні» фактори, що найбільше впливають або впливатимуть у найближчому майбутньому на результати діяльності підприємств.

Наприклад, існують методики, за якими можна визначити результативність цифрової маркетингової кампанії й розрахувати ефективність і рентабельність цифрового маркетингу (Takiguchi, 2018; Tyagi, 2017a; Tyagi, 2017b). Деякі методики дають змогу розрахувати інвестиційну привабливість хмарних технологій (*How to measure*, 2018) та Великих даних (Mello, Leite, Martins, 2014), перевірити цифрові навички (Van Deursen, Helsper, Eynon, 2014). Джерелами інформації для таких розрахунків, як правило, слугують результати роботи з Великими даними (наприклад, *Google Analytics*, *AdWords*, *Adobe Analytics*, *Webtrends*, інструменти контент- і відеомаркетингу тощо), експертні оцінки та результати анкетування. Таке оцінювання не є системним, його виконують для певних компаній, тому воно не допомагає скласти повне уявлення про розвиток цифрових технологій та їхній вплив на результати діяльності бізнесу.

Таким чином, можна констатувати, що наразі існує не так багато робіт, де виконано кількісну оцінку впливу цифровізації, наведено розрахунки та дані, що відображають ступінь упровадження «цифри» в національну еко-

⁹ *McKinsey* — міжнародна консалтингова фірма, яка обслуговує широкий спектр приватних, державних і соціальних інституцій. Спеціалізується на вирішенні завдань, пов'язаних зі стратегічним управлінням. Разом із *Bain & Company* та *BCG* входить до «Великої трійки».

номіку, а тому роботу у цьому напрямі потрібно продовжувати, зокрема, на основі побудови залежностей цифрових витрат і реальних результатів економічної діяльності.

2.3. РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ (НА ПРИКЛАДІ ВЕЛИКИХ ДАНИХ І БЛОКЧЕЙН)

2.3.1. Великі дані та їх аналітика

За даними дослідження *Boston Consulting Group*¹⁰ (BCG) «Промисловість 4.0: майбутнє виробництва та зростання у галузях промисловості», однією з базових технологій, на якій ґрунтується цифрова трансформація економіки, є Великі дані та їх аналіз (*Big Data and Analytics*) як одна з компонент ІКТ (Gerbert et al., 2015).

Поступово цифрові технології увійшли у життя кожної людини. Великі дані не є винятком, адже оцифрування надало можливості накопичувати і зберігати великі масиви структурованої та неструктурованої інформації. І якщо спочатку таку інформацію використовували лише для маркетингу, кредитування та логістики, то тепер в інформаційних потоках виділяють конкретні дані, які допомагають зосереджуватися на удосконаленні конкретних виробничих процесів.

Так, наприклад, у дослідженні *McKinsey* наведено інформацію про те, що за допомогою аналізування Великих даних можна підвищити ефективність роботи вітряної електростанції шляхом правильного налаштування турбін. Вони виробляють енергії на 10 % більше за тих самих параметрів вітру (How companies, 2016). Використання Великих даних виробником напівпровідників *Infineon Technologies* наведено у звіті BCG: шляхом зіставлення даних чипів із технологічними даними, зібраними у процесі виробництва, на підприємстві змогли побудувати моделі, які допомагають ідентифікувати пошкоджені чипи на початку процесу виробництва та поліпшити якість продукції (Gerbert et al., 2015).

За даними опитування *NewVantage Partners*, близько 85,5 % підприємств планують або вже використовують аналіз Великих даних, проте тільки 37,1 % досягли успіху в цьому напрямі (Partners LLC, 2017, с. 10). Відповідно до звіту *Dresner Advisory Services* «Дослідження ринку аналітики Великих даних», у 2017 р. такі дані у своїй діяльності використовували 53 % компаній, що на 36 % більше, ніж у 2015 р. (Big Data Analytics, 2017, с. 20) (рис. 2.3).

¹⁰ *Boston Consulting Group* — міжнародна консалтингова компанія з понад 80 офісами по всьому світу. Надає консультації провідним організаціям з питань інноваційного розвитку, трансформації, управління ланцюгами поставок, стратегій створення вартості тощо. Займає друге місце серед 100 кращих компаній «Fortune's 100 Best Companies to Work For».

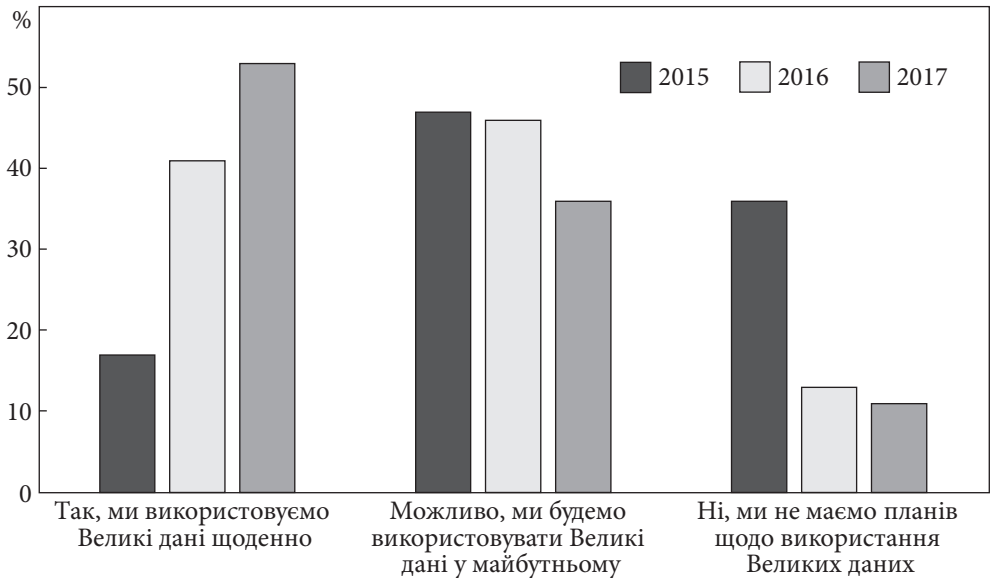


Рис. 2.3. Упровадження Великих даних у 2015—2017 рр., %
Складено за даними: *Big Data Analytics*, 2017.

Найактивніше Великі дані використовують у таких галузях як технології (14 %), охорона здоров'я, фінансові послуги (12 %), телекомунікації (7 %), освіта, послуги консультування (5 %), енергетика, промисловість і бізнес-послуги (3 %) (рис. 2.4).

Найбільшу віддачу від аналізу Великих даних (рис. 2.5) підприємства отримують за рахунок скорочення витрат і створення нових можливостей для інновацій: 49,2 % підприємств зазначили, що змогли зменшити обсяг операційних витрат за рахунок інвестицій у Великі дані, 44,3 % — знайти нові можливості для інновацій, 27,9 % підприємств вдалося створити та налагодити ефективну систему їх використання (англ. *Data-Driven Culture*) (*Big Data Analytics*, 2017, с.15).

Фахівці з *McKinsey Analytics* у глобальному огляді «Аналітика досягла повноліття» визначили сфери бізнесу, на які Великі дані мають найбільший вплив (*Analytics comes of age*, 2018). Дані було зібрано шляхом онлайн-опитування 530 керівників компаній вищої ланки із різних регіонів і галузей. За їхніми оцінками, аналіз Великих даних суттєво змінив практику продажів і сферу маркетингу та значно вплинув на сферу галузевих науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт (НДДКР). Також ці цифрові технології використовують у ланцюжках постачання, управлінні персоналом, виробництві та інших сферах діяльності підприємств.

За результатами огляду, усе більша частка компаній використовує Великі дані для генерування доходів (або отримання «нових» доходів). Їх

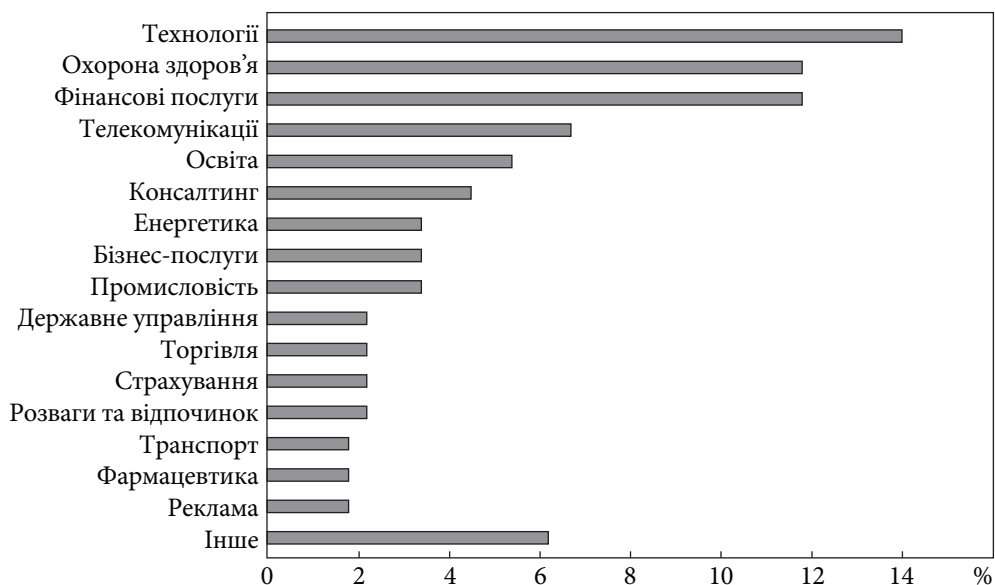


Рис. 2.4. Сфери упровадження Великих даних у діяльність підприємств
Складено за даними: (Big Data Analytics, 2017).

монетизація відбувається шляхом створення більшої цінності компанії для клієнтів і бізнесу через розробку нових бізнес-моделей, створення пулів із компаній суміжних галузей, що використовують Великі дані, додавання нових послуг, нових напрямів і видів збуту продукції, підвищення рівня якості продукції тощо. Було встановлено, що частка монетизованих Великих даних у загальних доходах компаній, які використовують їх аналіз для генерування доходів, може перевищувати 20 % (Analytics comes of age, 2018).

Із кожним роком усе стрімкіше розвивається новий напрям використання Великих даних — упровадження результатів прогностичних моделей (аналітики Великих даних) у державний сектор економіки. Урядові організації по всьому світу вже давно оцінили значущість володіння великими масивами інформації. Тепер, коли з'явилася можливість управління ними, держави отримали інструмент для ефективного використання Великих даних із метою побудови безпечнішого суспільства, удосконалення адміністративних функцій, прогнозування та зменшення державних витрат.

Аналіз Великих даних дає змогу прогнозувати поведінку людини в суспільстві, її реакцію на форс-мажорні обставини, що надає органам поліції та органам управління з питань надзвичайних ситуацій нові можливості для розробки предиктивної політики та коригування власних планів і завдань — від рейдів по ігрових залах до прогнозування можливих місць загоряння об'єктів. Тут варто додати, що Великі дані можуть бути корисними

Важливо, що економія державних коштів може відбуватися навіть на рівні контролю за роботою урядових чиновників, їх відрядженнями тощо.

Проте разом із успішним досвідом використання Великих даних фахівці вказують на завади їх упровадженню: недостатньо підготовлена організаційна структура (42,6 %), відсутність розуміння на середньому рівні управління (41,0 %), опір чи нерозуміння (41,0 %), відсутність узгодженої стратегії (29,5 %), відсутність спільного бачення (26,2 %), відсутність політики та практики управління Великими даними (21,3 %) (Partners LLC, 2017, с. 10). Тому багатьом підприємствам допомагають компанії, які пропонують технічну підтримку й інші послуги, пов'язані з використанням Великих даних.

У даний час новий напрям бізнесу, заснований на управлінні Великими даними та їх аналізуванні, є найдинамічнішим сегментом сектору ІКТ, що швидко зростає. Клієнтами компаній, які спеціалізуються на Великих даних, є як великі корпорації, так і малі підприємства. За прогнозами статистичного порталу *Statista* (Big data market, 2018), ринок Великих даних (продаж комерційних технологій, обладнання, програмного забезпечення та послуг, що стосуються отримання, обробки тощо Великих даних) у 2027 р. перевищить \$100 млрд (рис. 2.6).

Для оцінки розвитку ринку Великих даних було складено перелік п'яти найуспішніших компаній у цій сфері діяльності за даними журналу *CRN*, який щорічно публікує список «*Big Data 100*», (табл. 2.2).

Перша п'ятірка — це компанії, що спеціалізуються на бізнес-аналізі та розробці програмного забезпечення для бізнес-аналізу, аналітики і візуалізації.

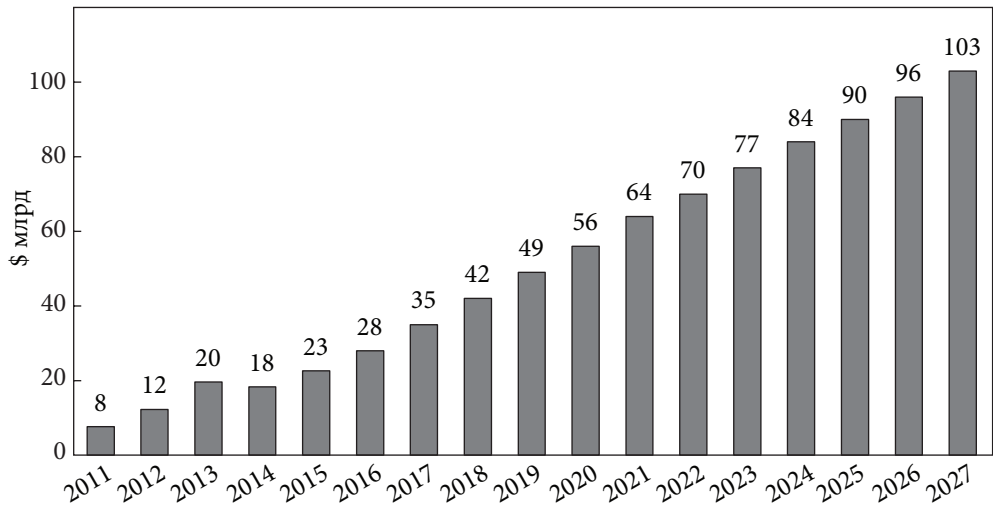


Рис. 2.6. Прогноз розвитку ринку Великих даних від *Statista*
Складено за даними: (Big data market, 2018).

Друга п'ятірка — компанії, що розробляють технології для управління Великими даними та їх інтеграції. Програмне забезпечення, яке пропонують компанії, використовується для багатомірного аналізу, бізнес-аналітики й управління даними.

Третя п'ятірка — це компанії, які пропонують підприємствам обладнання (апаратні сервери) та програмне забезпечення (програмні платформи, електронні додатки, хмарні сервіси тощо), а також інфраструктурні технології обробки Великих даних.

Як видно з табл. 2.2, ринок Великих даних є дуже динамічним — щороку відбувається зміна лідерів, які нарощують капітал і мають високі фінансові показники. Так, наприклад, доходи компанії *Alteryx* — лідера у сфері бізнес-аналітики — у 2016 р. становили \$85,8 млн, у 2017 р. — \$136,1 млн (Collins Dictionary, 2019), а за I квартал 2018 р. — \$42,8 млн (Calif, 2018). Другий рік по-

Таблиця 2.2. П'ять найуспішніших компаній ринку *Big Data* (2016—2018)

| Позиція | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Бізнес-аналітика | | | |
| 1 | <i>Algorithmia</i> | <i>Alpine Data Labs</i> | <i>Alteryx</i> |
| 2 | <i>Alpine Data Labs</i> | <i>Alteryx</i> | <i>Anodot</i> |
| 3 | <i>Alteryx</i> | <i>Anodot</i> | <i>Arcadia Data</i> |
| 4 | <i>Arcadia Data</i> | <i>Arcadia Data</i> | <i>Attivio</i> |
| 5 | <i>Attivio</i> | <i>Attivio</i> | <i>Birst</i> |
| Управління даними та інтеграція | | | |
| 1 | <i>Alation</i> | <i>Alation</i> | 1010 Data |
| 2 | <i>AtScale</i> | <i>AtScale</i> | <i>Action</i> |
| 3 | <i>Attunity</i> | <i>Attunity</i> | <i>Alation</i> |
| 4 | <i>Bedrock Data</i> | <i>Bedrock Data</i> | <i>AtScale</i> |
| 5 | <i>Confluent</i> | <i>Confluent</i> | <i>Attunity</i> |
| Платформа Великих даних | | | |
| 1 | <i>Altiscale</i> | <i>Amazon Web Services</i> | <i>Amazon Web Services</i> |
| 2 | <i>Amazon Web Services</i> | <i>BlueData Software</i> | <i>BlueData Software</i> |
| 3 | <i>BlueData Software</i> | <i>Cazena</i> | <i>Cazena</i> |
| 4 | <i>BlueTalon</i> | <i>Cloudera</i> | <i>Cloudera</i> |
| 5 | <i>Cazena</i> | <i>Dell Technologies</i> | <i>Dell Technologies</i> |

Складено за даними: (The 2016 Big Data 100, 2016; The 2017 Big Data 100, 2017; The 2018 Big Data 100, 2018).

спіль тримають позиції компанії-лідери у сфері хмарних технологій¹¹. Доходи *Amazon* від *Amazon Web Services* 2016 р. склали \$12 387 млн, 2017 р. — \$17 458, за I квартал 2018 р. — \$5 442 млн (Quarterly revenue, 2018). Саме *Amazon Web Services* є основним засобом отримання прибутку корпорації *Amazon*.

Тобто з'явився новий сегмент економіки, що генерує додану вартість. У Повідомленні Комісії Європейському парламенту та Раді «Час для створення сучасного, справедливого та ефективного стандарту оподаткування в цифровій економіці», яке було оприлюднено у березні 2018 р., наведено дані про те, що цінність економіки Великих даних у ЄС у 2020 р. становитиме близько €739 млрд, що дорівнюватиме 4 % загального обсягу ВВП ЄС (Time to establish, 2018). Визначаючи вплив цифровізації на обсяг ВВП доцільно враховувати такий показник, як доходи підприємств, що працюють у сфері програмного забезпечення, обладнання та послуг Великих даних.

Однак за таким запитом знайти інформацію у державних статистичних управліннях не вдалося. При цьому комерційні статистичні платформи, типу *Statista* (Big Data, 2019), а також великі аналітичні корпорації, такі як *Gartner* (100 Data, 2018), *IDC* (Worldwide Big Data, 2018), *Forrester Research* (Big Data market, 2018) та ін., дослідження яких базуються на даних клієнтських баз (а це сотні та тисячі корпорацій і підприємств), таку інформацію мають і надають, проте вартість деяких матеріалів може становити до \$5 тис. за один звіт. Утім, уже з'являються компанії, створені як співтовариства фахівців-практиків і консультантів, які спільно використовують відкриті довідкові матеріали з відкритим вихідним кодом, наприклад, *Wikibon* (Kobielus, 2018).

Доцільно зазначити, що оскільки монетизація Великих даних розпочалася не так давно, і цей процес швидко поширюється, урядам країн варто замислитися над тим, щоб розробити визнану на державному рівні методику оцінювання впливу Великих даних на збільшення доходів, створення доданої вартості та ВВП загалом. Основними показниками для такої методики можуть стати:

а) для оцінки постачальників Великих даних — кількість компаній, що працюють у сфері Великих даних (вендорів *Big Data*), обсяг доходів цих компаній від виробництва програмного забезпечення для Великих даних та їх аналізування, а також вартість послуг, пов'язаних зі збором, зберіганням й аналізом Великих даних;

б) для оцінки споживачів Великих даних — кількість компаній і підприємств, що використовують їх у своїй діяльності (розмір, види економічної діяльності, регіони), обсяг витрат підприємств на Великі дані,

¹¹ До групи *Big Data Platform* (платформа Великих даних) потрапили тільки компанії, основною діяльністю яких є розробка та реалізація обладнання і програмного забезпечення для обробки Великих даних у хмарному просторі. Через це гіганти-провайдери хмарних сервісів, такі як *Microsoft* або *IBM*, не увійшли до списку «*Big Data 100*».

частка доходу компаній та підприємств, створена за рахунок використання Великих даних тощо.

Таким чином, у розпорядженні статистичних управлінь з'явилася б інформація, яку можна було б використовувати для оцінки розвитку національних ринків Великих даних, аналізу діяльності підприємств на сучасному етапі та розробки прогнозів розвитку економіки в умовах цифровізації (Вишневський та ін., 2018).

Якщо така методика та отримувані оцінки Великих даних будуть уніфіковані між країнами, у вчених, національних статистичних агенцій і міжнародних організацій та об'єднань (наприклад, ОЕСР, ЄС) з'явиться можливість зіставлення рівня цифровізації між країнами та розроблення (або удосконалення) нових напрямів подальшої цифровізації економіки своєї країни на цій основі.

Для збирання показників діяльності підприємств — споживачів Великих даних національним статистичним агенціям, наприклад, Держкомстату України, потрібно буде розробити нові статистичні форми, а підприємствам — виокремлювати, можливо, оціночним методом, частку доходів, отриманих завдяки Великим даним.

Зі збиранням статистичної інформації в Україні щодо нового бізнесу, створеного у сфері Великих даних, ситуація є складнішою, оскільки в переліку кодів у національному КВЕД такого виду діяльності поки що не існує. Проте така діяльність могла б бути віднесена до розділу 62 «Комп'ютерне програмування, консультування та пов'язана з ними діяльність» секції J «Інформація та телекомунікації».

2017 року МВФ опублікував дослідження, в якому було запропоновано класифікацію Великих даних (продукції), що відповідає макроекономічній та фінансовій статистиці (Herrero, Xu, 2018). Серед них: соціальні мережі (інформація про людські ресурси), традиційні бізнес-системи, Інтернет речей (машинні дані).

Для отримання детальнішої інформації про діяльність компаній — постачальників Великих даних можна скористатися досвідом німецької компанії *Experton Group*, яка розробила Методику оцінювання вендорів Великих даних та застосовує її для щорічного моніторингу цього ринку, наприклад, «*Big Data Vendor Benchmark 2015*» (Landrock, Schonschek, Gadatsch, 2015).

Так само доцільно виправити визначення терміну «товар», адже унаслідок стрімкої цифровізації товари вже давно є не тільки матеріальними об'єктами — оцифровані товари та програмне забезпечення не потрібно транспортувати, проте вони є предметом купівлі, продажу або обміну і не належать до послуг.

Оскільки національні класифікатори розробляють згідно з уже згадуваною Міжнародною стандартною галузевою класифікацією всіх видів економічної діяльності (*ISIC*), можна прогнозувати, що через бурхливий розвиток цифровізації та зростання ролі інформаційної індустрії в не-

далекому майбутньому деякі ВЕД буде переглянуто, а деякі додано до переліку. Також будуть розроблені методики вимірювання впливу Великих даних (та інших технологій цифровізації) на розвиток економіки. Проте все це стане можливим тільки після того, як буде узгоджено та ухвалено визначення терміну «цифрова економіка» (або «інформаційна індустрія», або «цифровий сектор економіки»), розроблено його класифікацію та класифікацію його продуктів.

2.3.2. Блокчейн

Розвиток сучасної «розумної» промисловості (смарт-індустрії, Індустрії 4.0) ґрунтується на нових цифрових технологіях, чільне місце серед яких посідає блокчейн. Експертні думки щодо майбутнього цієї технології різні — від захоплених до вельми стриманих. Так, генеральний директор Google Е. Шмідт однозначно визнав перспективи блокчейн і *Bitcoin* блискучими: «біткоїн — чудове досягнення в області криптографії, і його здатність створити те, що неможливо дублювати (підробити) в цифровому світі, має величезне значення... безліч людей побудують бізнес на його основі» (Rosulek, 2017).

П. Кругман, Нобелівський лауреат з економіки 2008 року, пояснює свою критику *Bitcoin* особливостями і обмеженнями технології блокчейн, що є його основою: «Ентузіасти криптовалют за допомогою передової технології намагаються відправити грошову систему на 300 років назад». Замість того, щоб знижувати трансакційні витрати, *Bitcoin* потребує безперервного нарощування витрат на утримання в адекватному стані блокчейн системи: «Висока вартість створення нового біткоїна або передавання наявного необхідна для того, щоб у децентралізованій системі існувала довіра» (Krugman, 2018).

Цікавість до блокчейн довго залежала від успіху породжених ним криптовалют. 17 грудня 2017 р. ціна *Bitcoin* сягнула рекордного рівня — понад \$19,7 тис. До цього моменту існувало близько 11 млн відкритих *Bitcoin*-гаманців, інтерес до блокчейн був ажіотажним. Але на початку 2018 року сталось обвальне падіння курсу практично всіх криптовалют (у березні 2019 р. курс *Bitcoin* становив \$4,2 тис.). Після того, як луснула ця спекулятивна бульбашка, супротивників блокчейн побільшало. Деякі експерти поставили під сумнів перспективи технології як такої. Багато хто рішуче засуджував технологію, як-от засновник компанії *True Link Financial* К. Стінчкомб. Він стверджував, що блокчейн не реалізувала себе за минуле десятиліття ніде, крім «пісочниці» ентузіастів і неоднозначних цифрових валют, тож не варто чекати на її вагомій досягнення і надалі (Stinchcombe, 2017).

На тлі злетів і падінь цифрових грошей набагато скромніше виглядають новини про досягнення блокчейн в інших сферах діяльності, де йому також

пророкували блискуче майбутнє: реформування державних органів, протидія ухиленню від сплати податків і оптимізація бізнес-операцій. Так, уряд Грузії оголосив у 2018 р. початок переходу реєстру земельного кадастру на блокчейн, проте офіційна інформація про завершення проекту поки що відсутня (Земельный кадастр, 2019). Оголошене тоді ж Венесуелою створення власної криптовалюти *El Petro*, схоже, обернулося авантюрою (Венесуельська криптовалюта, 2018). Використання блокчейн у деяких країнах для голосування, зокрема у Швейцарії, перебуває на стадії тестування (Blockchain, 2018). Існує безліч пілотних проєктів у сфері медичних послуг (Ізраїль), обліку електроенергії (Чилі), надання державних послуг (США, штат Делавер) (Howells-Barby, 2019). Але про успішне і масштабне впровадження блокчейн у торгівлі, на виробництві та у сфері державних послуг говорити зарано.

Очевидно, що амбітний проєкт переходу блокчейн від криптовалютової до генералізованої технології зіткнувся з низкою труднощів. Нині блокчейн представлений трьома поколіннями, що існують одночасно, але жодне повною мірою не задовольняє потреб реального сектору економіки. Індустриальні версії блокчейн розвиваються вкрай повільно, а увагу інвесторів і розробників, як і раніше, привертають криптовалюти (рис. 2.7).

Труднощі значною мірою пов'язані з інвестиційною пасткою. Біржам і виробникам обладнання для майнінгу — драйверам перших поколінь блокчейн — не вигідно вкладати кошти в індустриальний блокчейн, де показники окупності істотно менші за показники криптовалюти. «Бджолиний рій» дрібних інвесторів (переважно з Китаю і США), мобілізованих за рахунок *ICO* (англ. *Initial Coin Offering* — первинна пропозиція монет, використання блокчейн для залучення інвестицій) теж захоплений криптовалютами більше, ніж універсальними технологіями, на яких розуміється мало. Довгострокові інвестиції в НДДКР можуть дозволити собі лише великі гравці ринку програмного забезпечення (ПЗ) разом із глобальними фінансовими і торговими корпораціями. Характерний приклад — консорціум *R3* (його розглянуто нижче).

Завдяки ентузіазму деяких інвесторів і розробників, зокрема відкритого ПЗ, склалася досить велика екосистема трьох поколінь.

Перше покоління блокчейн — це власне *Bitcoin* і подібні криптовалюти. Архітектури блокчейн, що обслуговують їх, здатні виконувати лише найпростіші транзакції, їхня продуктивність швидко деградує.

Друге покоління постало зі створення блокчейн для криптовалюти *Ethereum* і забезпечило учасникам можливість не просто здійснювати перекази токенів один одному, а й укладати між собою повноцінні «розумні» контракти (англ. *smart contracts*). Самовиконувані контракти, але з обмеженим функціоналом, були можливі і в *Bitcoin*, проте практично не застосовувалися. «Розумні» контракти — це алгоритми автоматизації виконання транзакцій, написані спеціальними мовами (як *Solidity*

2.3. Розвиток технологій цифрової трансформації економіки

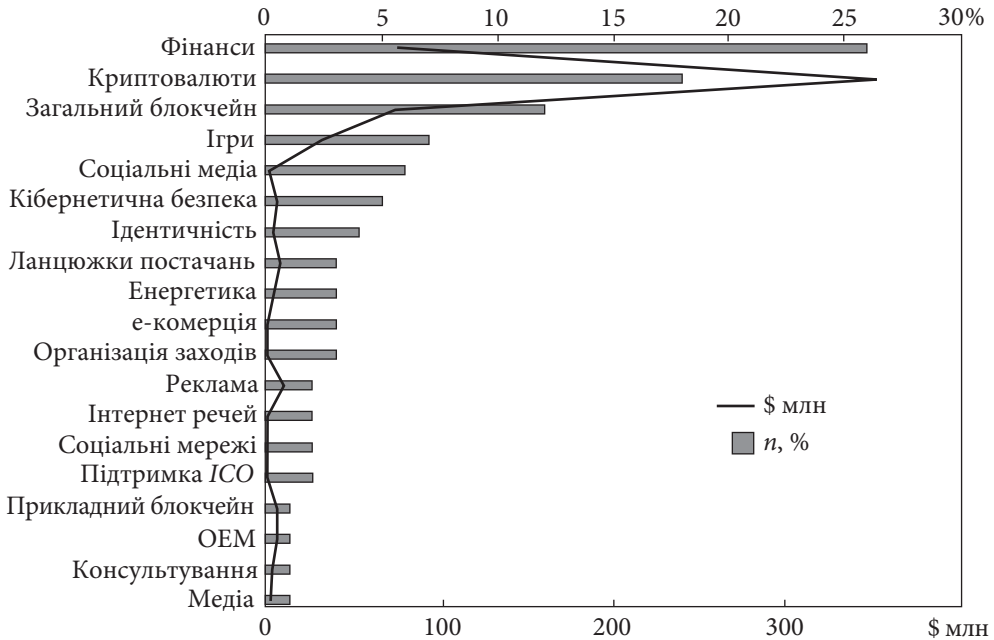


Рис. 2.7. Інвестиції в блокчейн проекти у 2018 р. (BGX, 2019)

для *Ethereum*), що зберігаються в блокчейн і виконуються в середовищі віртуальних машин (частина блокчейн другого покоління). Можна стверджувати, що друге покоління «відкрило двері» для масштабної цифровізації реальної економіки, адже на основі «розумних» контрактів теоретично можливо оцифровувати не тільки найпростіші транзакції, а й технологічні процеси, логістичні ланцюжки, юридичні конструкції та законодавчі норми. У розробці нових поколінь блокчейн віднедавна беруть активну участь провідні гравці світової промисловості, торгівлі і фінансів. *Forbes* опублікував список 50 найкращих дослідників блокчейн, куди увійшли *Toyota, Samsung, Oracle, IBM, Apple, Bank of China, Bank of America, IMG, Alibaba* (Castillo, 2019).

Проте нині це виглядає так, наче гора вродила мишу. Потенціал другого покоління був недостатнім для прориву, тож проникнення блокчейн у реальний сектор економіки є незначним. Це підтверджено результатами опитування ІТ-директорів, серед яких тільки 14 % засвідчили, що враховують блокчейн у планах на майбутнє (BGX, 2019). Більшість опитаних компанією *Deloitte* респондентів свідчать про втому від набридлої технології, бо після гучного дебюту її «дозрівання» затяглося (Arnold, 2018).

Надмірну популярність блокчейн сформувала маса «наївних» інвесторів. Експерти одностайні у думці, що для таких інвесторів блокчейн є радше привабливою ідеєю, ніж конкретним її втіленням. Тому найчасті-

ше вони вкладали кошти виключно в саму ідею «блокчейнізації» (57 %), а не в необхідний ринку продукт. Тільки 7 % проектів, профінансованих у IV кварталі 2018 р., орієнтовані на конкретних клієнтів. Більшість (59 %) проектів, які зібрали венчурне фінансування в 2018 р., взагалі не мали продукту (BGX, 2019). Це пояснює причини банкрутства близько 85 % проектів, що збирали кошти через ICO.

Окрім інвестиційної пастки існує технологічна. Після початкового сплеску оптимізму стало зрозуміло, що перехід від криптовалютного призначення блокчейн до універсального потребує глибшої за очікувану трансформації технологічного ядра. Вона складніша та триваліша за трансформацію між першим і другим поколіннями.

Далеко не всі вузькі місця блокчейн були усунені в другому поколінні. Проекти, що нині формують екосистему третьої генерації, спрямовані насамперед на подолання глибинного протиріччя, «родової травми» технології, яку творець *Ethereum* В. Бутерін назвав «трилемою» блокчейн (Ometorowa, 2019). Ця «трилема» характеризує внутрішнє обмеження блокчейн, що унеможлиблює одночасну продуктивність, розподіленість і безпечність. Досягнення будь-яких двох цілей суперечить третій.

Зусилля дослідників і розробників зосереджені на пошуку компромісних рішень «трилеми»: наприклад, збільшення продуктивності технології без істотного збитку для децентралізації та безпеки. Специфічні завдання, що постали перед третім поколінням, — це зростання універсальності технології для застосування її в різних галузях, спрощення взаємодії різних систем блокчейн шляхом запровадження міжсистемних «розумних» контрактів, а також повноцінна інтеграція блокчейн із зовнішнім фізичним світом (наприклад, створення тригерів для зв'язування виконання «розумних» контрактів із подіями ззовні) (How it works, 2019).

Обриси третього покоління тільки формуються, тож альтернативні рішення мають пройти природний відбір. Одним із перспективних кандидатів у новому поколінні блокчейн є «шардінг» (англ. *shard* — осколок, уламок), що використовують для створення розподіленої системи. На відміну від запровадженого нині зберігання на кожному вузлі повної копії бази даних, «шардінг» пропонує зберігати на окремих вузлах (нодах) тільки її фрагмент. Тоді повна база формуватиметься як мозаїка з окремо збережених фрагментів. «Шардінг» істотно збільшує продуктивність системи (Jordan, 2018), що особливо важливо для застосування у фінансовому і в реальному секторах економіки.

2015 року було розроблено *Lightning Network* і подібні підходи, названі дворівневими протоколами (Lightning, 2018). На відміну від «шардінгу», вони вирішують проблему низької продуктивності блокчейн за рахунок зниження вимог безпеки для приватних транзакцій. Так, безліч транзакцій, індивідуально не критичних, дрібних, із допустимим ризиком (на

практиці таких більшість), виконується поза блокчейн (англ. *off-chain*), тобто без консенсусу. І тільки після завершення групи дрібних завдань їх зливають у одну мегатранзакцію, яку перевіряють і виконують класично, тобто уміщують у блокчейн за загальними правилами через консенсус. Навантаження на систему падає, а продуктивність зростає. Згідно з законом великих чисел, очікувано, що ціна ризику для безлічі дрібних транзакцій, виконуваних *off-chain*, не перевищить вигреш від підвищення швидкості блокчейн у сотні і тисячі разів.

Цікавим прикладом виходу з глухого кута «трилеми» є проєкт *Exonum* компанії *Bitfury* — одного з лідерів виробництва обладнання для блокчейн і майнінга (Земельный кадастр, 2019). Цей проєкт — децентралізована система з лімітованою кількістю активних вузлів. Завдяки обмеженому масштабуванню і використанню оригінальних алгоритмів консенсусу досягнуто високої продуктивності (до 15 тис. операцій за секунду). Розуміючи, що криптостійкість у такій системі може опинитися під загрозою, творці *Exonum* вирішили подбати про посилення безпеки по-своєму: час від часу система створює точки синхронізації, що зберігають контрольні суми стану свого блокчейн у розподіленому блокчейн *Bitcoin* (максимально безпечному сьогодні). Таку процедуру назвали «якоріння» (анкоринг). Укладачі проєкту твердять, що хоча фабрикація даних в їхній системі потенційно можлива, її однозначно помітять і істину надалі можна буде легко відновити. Переваги *Exonum* дали йому змогу взяти участь у проєкті переходу земельного кадастру Грузії на блокчейн.

Окрім наявних внутрішніх протиріч технології, впровадження її гальмує і традиційне несприйняття змін. Реінжиніринг бізнесу з метою переходу на блокчейн є досить ризикованим і високовартісним заходом для нормально налагодженої компанії. Через це упровадження блокчейн, на думку *Deloitte*, цікавіше бізнесу, створюваному «з чистого аркуша» (Arnold, 2018).

Утім, вже є проєктні рішення «під ключ», що максимально полегшують упровадження блокчейн у компаніях, що працюють. Одним із лідерів у сфері B2B (англ. *business-to-business* — операції між юридичними особами-підприємствами) є *Hyperledger Fabric* (Hyperledger, 2018), заснований 2015 року *Linux Foundation* за участю *IBM* і переданий спільноті вільного ПЗ. Проєкт відповідає другому поколінню блокчейн і безперервно розвивається, розширюючи сфери індустріального застосування. *Hyperledger Fabric* мало подібний до розподіленого публічного блокчейн на кшталт *Bitcoin* чи *Ethereum*: він є реалізацією криптографічно захищеного децентралізованого реєстру транзакцій на обмеженій кількості вузлів. Існує низка подібних обмежено масштабованих закритого доступу (англ. *permissioned*) «квазіблокчейн»-проєктів, названих так на протигагу відкритим і розподіленим «істинним» блокчейн.

Розробники пропонують їх для застосування у сферах фінансових розрахунків, кредитування, проходження митних процедур, медицини, оподат-

кування тощо. Найвідоміший приклад — *Corda*, створена консорціумом R3 (200 фірм, серед яких гіганти *Barclays*, *Credit Suisse*, *Goldman Sachs*, *JP Morgan*) (Welcome to Corda, 2018). *Corda* була впроваджена *Cargill* для контролювання переміщення товарів і розрахунків із партнерами, що дало транснаціональній компанії змогу збільшити прозорість і безпеку міжнародних торгових і фінансових операцій, прискорити отримання акредитивів (Noble, 2018).

Такі системи не повністю відповідають філософії блокчейн (безпека зберігання інформації за високої масштабованості та відкритості систем), але можуть бути легше упроваджені. Ці проекти складно розглядати як революцію чи каталізатор розвитку економічних інститутів, вони радше є складнішими інструментами (протоколами) зберігання та обміну інформацією. Подеколи практики розглядають їх як надмірну та неефективну в експлуатації надбудову традиційних баз даних, що нерідко призводить до відмов від упровадження.

Однак є спільна риса «квазі»-продуктів (нерозподілених і закритих) і класичного блокчейн, яка надає першим переваги, що ставлять їх нарівні з другими. Це токенизація — створення унікального, криптографічно захищеного цифрового представлення активу в реєстрі. Токенизація як частина загальної тенденції цифровізації економіки може бути застосована не тільки для засобів платежів, а й для товарів, послуг, прав, персоналій тощо. Токенизація значно полегшує ідентифікацію в цифровому просторі та унеможливорює багаторазове використання одного предмета для забезпечення платежу або застави. Це актуально не тільки для матеріальних цінностей. Зокрема, токенизація сервісних потужностей, сервісних годин, орендних площ і тому подібного, дасть змогу значно підвищити довіру інвесторів і полегшити попередні продажі та фінансування розробників і виробників. Те, що зараз відбувається як бум первинної пропозиції монет (*ICO*) для IT та вебпроектів, може стати практикою інвестування в матеріальні активи.

Завдяки подібним можливостям блокчейн формує середовище для залучення інвестицій і для оптимізації робочого капіталу. Найвідоміший приклад — прискорення кредитування виробничих і торгових операцій за допомогою фінансування ланцюжка поставок (англ. *Supply Chain Finance*). Використання блокчейн як інформаційної платформи для формування податкової і бухгалтерської документації — *e-Invoicing* (англ. *Electronic Invoicing*) допомагає мінімізувати ризики сторін за рахунок підвищення якості інформації (відкритість і взаємний аудит), тобто знизити вартість залучення кредитів у схемах факторингу. У низці публікацій розглянуто приклади того, як компанії масштабу *IBM*, *Maersk*, *Dianrong* упроваджують міжнародні системи фінансування ланцюжка поставок, заснованих на блокчейн (Hofmann, Strewе, Bosia, 2018).

Можна вважати симбіоз *e-Invoicing* і блокчейн однією з найперспективніших інновацій: *e-Invoicing* — спільна «розшарена» (від англ. *sharing* — спільно використовувати, ділитися) електронна бухгалтерія для сторін, що

торгують, точніше — частина бухгалтерського обліку, пов'язана з обігом товарів (eInvoicing, 2018). Це технологія випуску і передавання рахунків-фактур, товарних і податкових накладних торговими партнерами один одному, а також фіскальним органам у цифровому вигляді, на відміну від паперових або навіть сканованих «безпаперових» документів.

Технології *e-Invoicing* і блокчейн розвивалися незалежно, але, досягнувши зрілості, стали комплементарними. Оцифрування рахунків-фактур, введення їх у блокчейн і зв'язок із «розумними» контрактами спростять сторонам торгових угод моніторинг дотримання договірних і законодавчих норм. Очікується, що в найближчі роки з'явиться більше прикладів успішної реалізації *e-Invoicing* на платформі блокчейн третього покоління. Таке упровадження блокчейн може створити передумови для подальшого переходу до цифрового оподаткування (ПДВ-валюти, *VATCoin*) (Ainsworth, Alwohaibi, 2017).

Ще один перспективний напрям застосування блокчейн у промисловості — його симбіоз із технологіями Інтернету речей (Groorpan, Owyang, 2018). Виробництво й удосконалення «розумних» приладів відбувається майже у всіх галузях промисловості: промисловий Інтернет речей у системах планування ресурсів підприємств, самодіагностоване обладнання, яке виконує самообслуговування, створення мереж мініатюрних пристроїв, що формують «павутину» органів почуттів для потужного штучного інтелекту і багато іншого. З огляду на низьку довіру до таких *IoT* девайсів, блокчейн може стати рішенням проблем безпеки, що потребуватиме одночасної високої продуктивності і масштабованості (трилеми блокчейн). Якщо в третьому поколінні будуть запропоновані розумні компромісні рішення цієї головоломки, то об'єднання *IoT* і штучного інтелекту з блокчейн може спричинити новий потік революційних промислових інновацій.

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111

3

ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ПРОЦЕСІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ЇХ ВПЛИВУ НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
000100000011111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000101000001
010110000011101
100001001110100
000001101000000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011110000010000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110

3.1. АНАЛІЗ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

Цифрова революція йде країнами світу, триває цифровізація багатьох секторів економіки, розкриваючи позитивні та негативні наслідки для суспільства, бізнесу і людей. Тому багато країн та їх об'єднань вже не перший рік розробляють та удосконалюють власні стратегії розвитку цифрової економіки, що спираються на методики її моніторингу та оцінювання.

За останні роки було розроблено декілька індексів, що характеризують процеси цифровізації та їхній вплив на економіку. До них, наприклад, можна віднести такі: *Digital Economy and Society Index (DESI)* та *Digital Skills Indicator (DSI)* від Єврокомісії, *ICT Development Index* від спеціалізованого підрозділу ООН в галузі інформаційно-комунікаційних технологій — Міжнародного союзу електров'язку, *Digital Economic Opportunity Index* від *Accenture* та *Oxford Economics*.

Digital Economy and Society Index (DESI) є індексом, що узагальнює показники цифрової продуктивності в країнах Європи. Він складається з оцінки п'яти факторів:

1) підключення, яке вимірюється через обсяги розгортання широкопasmової інфраструктури й оцінки її якості та охоплює дев'ять індикаторів;

2) людський капітал / цифрові навички, які необхідні для використання цифрових можливостей — чотири індикатори;

3) користування громадян мережею Інтернет, де оцінюються різні дії людей в мережі Інтернет (відеоконтент, інтернет-магазини, веббанкінг тощо) — сім індикаторів;

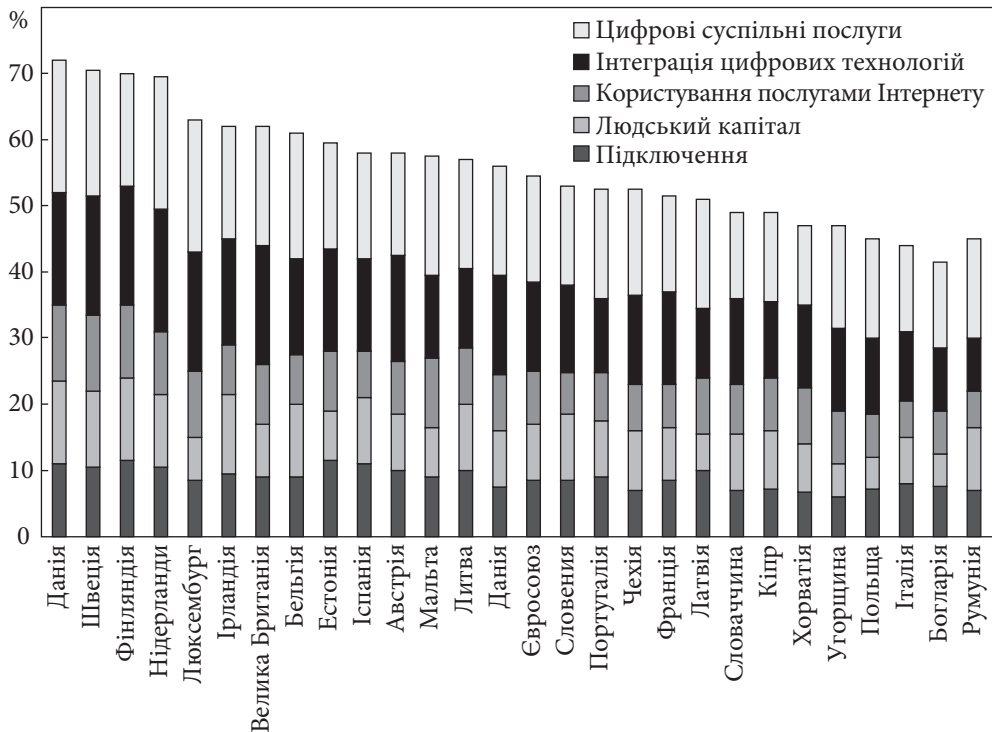


Рис. 3.1. Результати розрахунку *Digital Economy and Society Index* у 2018 р. (The Digital Economy, 2018)

4) інтеграція цифрових технологій у діяльність підприємств, тобто цифровізація бізнес-процесів та упровадження електронної комерції — вісім індикаторів;

5) наявність та розвиток цифрових публічних послуг (електронний уряд, оцифрування державних послуг) — шість індикаторів.

Детальніша інформація щодо визначення цих показників, кількості індикаторів, суб'єктів та джерел інформації представлена у Додатку Б наприкінці цієї книги та у методичному посібнику «*DESI 2018. Digital Economy and Society Index. Methodological note*» (DESI, 2018).

При цьому показники мають різну вагу для обчислення, %:

- ◆ підключення до Інтернету — 25;
- ◆ людський капітал / цифрові навички — 25;
- ◆ використання Інтернету — 15;
- ◆ інтеграція цифрових технологій — 20;
- ◆ електронне урядування — 15.

Підключення до Інтернету та володіння цифровими навичками за методикою оцінки *DESI* вважають найвідповіднішими вимірами цифровізації, оскільки вони представляють інфраструктуру цифрової економіки та

суспільства. Отже, їм надано найвищої ваги, а використанню Інтернету громадянами та надання цифрових публічних послуг — найнижчої.

Основними вимогами до збору даних за методикою *DESI* є такі: регулярність (щорічно або, принаймні, із заздалегідь визначеною регулярністю); індекс має бути релевантним (показники мають відповідати конкретним сферам політики); індекс не повинен бути зайвим (не можна надмірно навантажувати комплекс показників).

Згідно з положеннями методичного посібника з розрахунку цього індексу, оновлення та виправлення даних дозволено, що є частиною життєвого циклу та характеру статистичних даних.

Для того, щоб правильно розрахувати *DESI* сукупність показників, які виражені звичайно у різних одиницях, нормалізується за допомогою методу *min—max*, який полягає у лінійній проекції кожного індикатора за шкалою від 0 до 1. Для показників з позитивним напрямом значення 0 на нормованій шкалі прив'язано до мінімального значення індикатора, а значення 1 — до максимального.

Цей індекс уможливорює виконання чотирьох основних типів аналізу, а саме:

- ◆ загальна оцінка результативності цифровізації держав — членів ЄС;
- ◆ аналіз зміни масштабу (географічного розповсюдження) цифровізації держав — членів ЄС;
- ◆ аналіз розвитку цифровізації окремих держав-членів ЄС у часі;
- ◆ порівняльний аналіз етапів цифровізації у країнах-членах.

Наприклад, за підрахунками *DESI* у 2018 р. Данія, Швеція, Фінляндія та Нідерланди мали найрозвиненіші цифрові економіки в ЄС, а Румунія, Греція та Італія отримали найнижчі оцінки (рис. 3.1).

Наявність інформації про розвиток цифровізації у Європі допомогла виявити, що фіксований широкосмуговий доступ до Інтернету мають 98 % європейців, а 80 % будинків покриті швидким широкосмуговим доступом (не менше 30 Мбіт/с), не менше 100 Мбіт/с мають 58 % європейських будинків. 91 % населення ЄС користуються 4G мобільним Інтернетом (Connectivity Broadband, 2018). 81 % європейців регулярно виходять в Інтернет, проте 43 % мешканців Європи як і раніше мають недостатні цифрові навички (Human Capital, 2018).

У сфері інтеграції цифрових технологій лідерами є підприємства Данії, Фінляндії та Ірландії, а найменше розвинені в цьому напрямі підприємства в Румунії, Польщі та Болгарії. Найактивніше упроваджуються такі цифрові технології: використання програмного забезпечення для електронного обміну інформацією (з 26 % у 2013 р. до 34 % підприємств у 2017 р.), відправка електронних рахунків-фактур (з 10 % у 2013 р. до 18 % підприємств у 2016 р.), соціальні мережі для взаємодії з клієнтами і партнерами (з 15 % у 2013 р. до 21 % підприємств у 2017 р.). Також незнач-

но виросла електронна комерція з боку малих та середніх підприємств (з 14 % у 2013 р. до 17 % у 2017 р.) (Integration, 2018).

Електронний уряд (англ. *e-government*) успішно впроваджено у Фінляндії, Естонії та Данії. Експерти відмічають те, що якість європейських урядових онлайн-сервісів в останні роки значно покращилась (Digital Public, 2018), і що все це стає можливим завдяки тому, що тільки за програмою «Горизонт 2020» було виділено за перші чотири роки €5,7 млрд на фінансування ЄС (1969 проектів у сфері ІКТ із залученням 6250 організацій). У 2015 р. додана вартість сектору ІКТ зросла до €632 млрд, проте на глобальному рівні її частка у ВВП ЄС ще є незначною у порівнянні з Японією, США та Китаєм (The EU ICT, 2018).

Таким чином, маючи інформацію про рівень цифровізації в країнах ЄС, кожна країна-член або країна, що бажає увійти до ЄС, може ухвалювати рішення про розробку або удосконалення деяких положень національних програм і стратегій щодо подальших кроків у напрямі розвитку цифрової економіки.

Digital Skills Indicator (DSI) було розроблено для вимірювання обсягу цифрової компетентності в Європі як одного з заходів *Digital Agenda for Europe*. Цей індекс було створено на базі Цифрової системи компетенцій (англ. *Digital Competence Framework*) шляхом дослідження використання ІКТ домашніми господарствами та окремими особами.

DSI охоплює чотири параметри (сфери цифрових компетенцій) — інформаційну грамотність, комунікацію, створення контенту та вирішення проблем за допомогою використання цифрових технологій:

- ◆ інформаційна грамотність — уміння формулювати потреби в Інтернеті, знаходити цифрові дані, інформацію та Інтернет-контент, відрізнити перевірену інформацію від підробленої, недостовірної, зберігати та використовувати цифрові дані, інформацію та контент;
- ◆ комунікація та співпраця оцінюють уміння взаємодіяти, спілкуватися та співпрацювати за допомогою цифрових технологій, усвідомлюючи культурне та загальне різноманіття, зокрема через надання публічних і приватних цифрових послуг; зберігання та управління цифровою ідентичністю і репутацією;
- ◆ створення цифрового контенту — параметр, що показує рівень навичок населення зі створення й редагування цифрового контенту, удосконалення та інтеграції інформації до наявної сукупності знань, розуміння того, як застосовуються авторські права, ліцензії тощо;
- ◆ безпека та вирішення проблем — показник захисту пристроїв, вмісту, персональних даних і конфіденційності у цифрових середовищах, уміння визначати потреби і проблеми, а також усувати проблемні ситуації у цифровому середовищі (The Digital Competence, 2015).

Згідно з положеннями посібника з розрахунку цього індексу, через те, що характер обстеження використання ІКТ не дає змоги вивчати рівень

кваліфікації для кожної дії, було обрано три рівні навичок («відсутні», «базові» та «вище базових»), що обчислюються для кожного з чотирьох параметрів, а загальний складовий показник має обчислюватися за подібним логічним підходом.

Ця методологія вперше була застосована за результатами дослідження 2015 р., а дані загального індикатора *DSI* Єврокомісія використовує як частину Індексу цифрової економіки та суспільства (*DESI*, див. вище), що представлено в інструменті візуалізації цифрової програми. Детальніше ознайомитися з методологією розрахунку цього індексу можна у «*Digital Skills Indicator — derived from Eurostat survey on ICT usage by Individuals. Methodological note — 2015*» (*Digital Skills Indicator*, 2015).

Переважними джерелами даних для розрахунку індексів, розроблених фахівцями Єврокомісії, моніторингу розвитку політики, пов'язаної зі стратегією розвитку єдиного ринку цифрових технологій у Європі, є: дослідження Євростату щодо використання ІКТ у домогосподарствах та окремими особами; використання ІКТ та електронної комерції на підприємствах; статистичні показники Євростату у сфері ІКТ; дані, надані національними регуляторними органами для ринку телекомунікацій; періодичні дослідження за замовленням Єврокомісії щодо сфер і показників, де відсутня офіційна статистика; спеціальні обстеження з конкретних питань.

Аналіз методик оцінювання цифрових трансформацій в ЄС за двома описаними вище індексами показав, що до недоліків і проблем цих оцінок можна віднести відсутність даних (індикаторів) у деяких країнах або відсутність даних за певний проміжок часу, що суттєво впливає на повноту і можливість коректного використання результатів проведених розрахунків.

Для систематизації даних про розвиток цифрової економіки у 2015 р. фахівцями Єврокомісії з питань інформаційних мереж, контенту та технологій було підготовлено Стратегію єдиного цифрового ринку (англ. *Digital Single Market Strategy*), яка базується на трьох основних положеннях:

- 1) кращий доступ для споживачів та підприємств до товарів і послуг у мережі Інтернет у всій Європі;
- 2) створення належних умов для успішного розвитку цифрових мереж та послуг;
- 3) максимізація потенціалу зростання європейської цифрової економіки.

Одним із перших кроків, які необхідно було зробити для реалізації цієї стратегії, стала розробка положень моніторингу розвитку цифрової економіки в країнах ЄС для отримання точної та достовірної статистичної інформації. Для цього було виконано дослідження та підготовлено звіт «*Monitoring the Digital Economy & Society 2016—2021*» (*Monitoring*, 2015), в якому окреслено основні вимоги до даних для моніторингу європейської цифрової політики, ІКТ, а також їхнього впливу на економіку та суспільство на період 2016—2021 рр.

Фахівці проаналізували збирання даних за минулі роки, результати опитування щодо використання ІКТ та електронної комерції на підприємствах, у домашніх господарствах та окремими особами, рівень цифрової безпеки, визначили нові сфери та джерела даних. Так, наприклад, для моніторингу прогресу європейської політики у сфері цифровізації було обрано показники доданої вартості та зайнятості у секторі ІКТ (табл. 3.1).

Джерелами для збору цієї інформації було обрано Євростат (*ICT sector statistics, Structural Business Statistics, Business Demography, Community Innovation Survey, National Accounts*), дані Єврокомісії, «*ICT Industry Analysis: Prospective Insights on R&D in ICT*» (*ICT Industry*, 2018) та інші дослідження ринку, виконані державними дослідницькими організаціями на європейському рівні за допомогою Європейської рамкової програми для досліджень та інновацій — «Горизонт 2020».

За цією методикою систематичний моніторинг ринків ширококутвого зв'язку здійснюють на основі збору та аналізу показників загального обсягу надходжень із сектору електронних телекомунікацій, обсягу інвестицій у цей сектор, індикаторів ширококутвого покриття та доступу до нього: відсоток підприємств із ширококутвим доступом (фіксованим або мобільним), рівень швидкості Інтернету; відсоток підприємств, що надають портативні пристрої для мобільного підключення до Інтернету своїм робітникам; відсоток домогосподарств, які використовують ширококутве підключення до Інтернету вдома (фіксовані або мобільні); відсоток осіб, які використовують мобільні пристрої для доступу до Інтернету тощо.

Джерелами інформації для збору цих даних визначено Євростат, анкетування Комітету з питань комунікацій Єврокомісії та інші періодичні дослідження.

Використання специфічних технологій для управління внутрішніми процесами на європейських підприємствах вимірюється за допомогою показників Євростату. Також до них належать показники, пов'язані з використанням кіберфізичних систем, 3D-друку, промислових роботів, *IoT* тощо.

Поліпшення доступу до цифрових товарів та послуг у країнах ЄС вимірюється за допомогою показників розвитку електронної комерції. Також до показників цієї групи належать види придбаних або замовлених товарів, послуг чи контенту; відсоток осіб, що купують товари та послуги через Інтернет; спосіб оплати товарів, послуг або контенту, придбаних або замовлених для приватного використання через Інтернет, включаючи різні форми мобільних платежів; кількість онлайн-покупок для приватного користування через Інтернет; сума, витрачена на покупки в Інтернеті тощо.

Надійність і конфіденційність користувачів цифрового ринку вимірюється за допомогою показників Євростату, що визначають рівень кібербезпеки, а також за інтерв'ю осіб, які беруть участь у моніторингу.

Таблиця 3.1. Система показників для оцінювання цифрових трансформацій в ЄС

| Група показників | Показник |
|--|--|
| Моніторинг прогресу європейської політики у сфері цифровізації | <p>Частка сектору ІКТ в економіці</p> <p>Зростання сектору ІКТ, вимірюване як відсоткова зміна доданої вартості у поточних цінах та виражена за паритетом купівельної спроможності</p> <p>Співвідношення рівня продуктивності у секторі ІКТ і всієї економіки</p> <p>Зростання продуктивності у секторі ІКТ</p> <p>Розмір та номінальне зростання ІКТ-ринків</p> <p>Обсяг імпорту й експорту товарів і послуг ІКТ</p> <p>Витрати на НДДКР у секторі ІКТ, відсоток від ВВП</p> <p>Витрати на НДДКР у секторі ІКТ, відсоток від загального обсягу витрат на НДДКР у бізнес-секторі</p> <p>Витрати на НДДКР у секторі ІКТ, відсоток від доданої вартості сектору ІКТ</p> <p>Валові внутрішні витрати на дослідження та розробки, відсоток від ВВП (всі сектори)</p> <p>Підприємства сектору ІКТ та решти економіки, що швидко зростають</p> <p>Кількість наукових публікацій</p> <p>Кількість заявок на патенти</p> <p>Дослідницькі інфраструктури, доступні усім вченим у Європі та за її межами</p> <p>Обсяг загальних інвестицій, мобілізованих за рахунок боргово-го фінансування та венчурного капіталовкладення</p> |
| Використання специфічних технологій для управління внутрішніми процесами на європейських підприємствах | <p>Відсоток підприємств, на яких внутрішні бізнес-процеси автоматично пов'язані між собою</p> <p>Використання мобільних технологій для організації роботи на підприємстві</p> <p>Відсоток підприємств, що використовують програмні додатки для управління інформацією про клієнтів</p> <p>Відсоток підприємств, що використовують технології радіочастотної ідентифікації <i>RFID</i> за призначенням (ідентифікація людини або продукту)</p> <p>Відсоток підприємств, що користуються послугами хмарних обчислень</p> <p>Обсяг продажів послуг хмарних обчислень</p> <p>Фактори, що обмежують використання послуг хмарних обчислень підприємствами</p> |
| Поліпшення доступу до цифрових товарів та послуг у країнах ЄС | <p>Відсоток підприємств, які отримують замовлення на продукти, розміщені за допомогою вебсайтів або електронних додатків</p> <p>Відсоток підприємств, які розміщують замовлення на продукти через вебсайти або додатки</p> <p>Обсяг продажів за замовленнями, розміщеними через вебсайти або додатки</p> |

| Група показників | Показник |
|---|--|
| Вимірювання надійності та конфіденційності користувачів цифрового ринку | <p>Відсоток підприємств, які отримують замовлення на продукти, розміщені за допомогою повідомлень типу <i>EDI</i> — електронного обміну даними між підприємствами</p> <p>Відсоток підприємств, які розміщують замовлення на товари за допомогою повідомлень типу <i>EDI</i></p> <p>Питома вага обсягу електронної комерції та транскордонної електронної комерції у загальному обсязі роздрібних продажів;</p> <p>Відсоток підприємств, які використовують власний вебсайт або додатки для продажу в Інтернеті</p> <p>Відсоток підприємств, що використовують посередників (платформи) для продажу в Інтернеті</p> <p>Обсяг коштів, отриманих від продажів через вебсайти</p> <p>Кількість інцидентів, пов'язаних з безпекою використання Інтернету в особистих цілях за останні 12 місяців</p> <p>Наявність програмного забезпечення, що обмежує певні дії фізичних осіб через Інтернет упродовж останніх 12 місяців</p> <p>Спроможність громадян до успішної реалізації заходів безпеки</p> <p>Кількість підприємств, які мають політику кібербезпеки</p> <p>Наявність можливостей у підприємств повідомляти про порушення безпеки</p> |

Методика моніторингу розвитку цифрової економіки в країнах ЄС містить і положення щодо:

- ◆ аналізу та оцінки дій Інтернет-користувачів (відсоток осіб, які використовують Інтернет принаймні один раз на тиждень, щодня або майже кожен день або які ніколи не користувалися Інтернетом);
- ◆ аналізу контекстної та структурної інформації про канали доступу та споживання Інтернет-контенту, моніторинг використання мобільних пристроїв (наприклад, відсоток осіб, що мають доступ до Інтернету на різних пристроях; відсоток осіб, які користуються Інтернетом за межами дому або працюють на мобільних пристроях тощо);
- ◆ аналізу споживання контенту в Інтернеті (відсоток осіб, які: читають новини в Інтернеті; грають або завантажують ігри; слухають музику; переглядають телевізійні канали у прямому ефірі; завантажують самостійно створюваний контент (текст, фотографії, музика, відео, програмне забезпечення) на будь-який вебсайт; створюють вебсайти або блоги тощо);
- ◆ аналізу споживання контенту Інтернету дітьми (спеціальне дослідження, фінансоване Єврокомісією);
- ◆ аналізу розвитку цифрових навичок (інформаційних, комунікаційних, навичок із вирішення проблем і роботи з програмним забезпеченням

(наприклад, відсотки: осіб — спеціалістів з ІКТ за статтю; підприємств, що використовують послуги та навички спеціалістів з ІКТ; підприємств, які навчають своїх спеціалістів з ІКТ; підприємств, які проводять навчання співробітників для розвитку навичок, пов'язаних з ІКТ; підприємств, які намагаються набирати або рекрутувати спеціалістів з ІКТ; підприємств, яким важко заповнити вакансії для спеціалістів з ІКТ; підприємств, які здійснюють аутсорсинг різних відповідних ІТ-функцій, що вимагає залучення спеціалістів з ІКТ «ззовні»);

- ◆ аналізу розвитку цифрових публічних послуг (відсоток: громадян, які отримують інформацію з вебсайтів державних адміністрацій; громадян, які завантажують офіційні форми з державних адміністрацій через Інтернет; громадян, які подали заповнені форми державним адміністраціям через Інтернет; громадян, які користуються онлайн послугами державних служб; осіб, які проводять онлайн-зустріч із лікарем-практиком через вебсайт; осіб, які шукають інформацію про стан здоров'я в Інтернеті; людей, які купують або замовляють ліки через Інтернет тощо).

Для збору інформації використовують дані Євростату, а також спеціальні дослідження, що мають цільовий та періодичний характер. До традиційного збирання даних додаються альтернативні пілотні ініціативи, наприклад дослідження вакансій у сфері ІКТ за допомогою веб-сканування; розробка програмного забезпечення для визначення та моніторингу швидкості та якості мобільного ширококутного зв'язку; сканування вебсайтів електронного уряду для аналізу їхньої доступності; сучасні, прозорі та сумісні бізнес-реєстри, що охоплюють адміністративні джерела, сканування вебсайтів та інші Великі дані; використання Великих даних для оцінювання невеликих територій з метою отримати надійні дані на субрегіональному рівні.

Останнім часом фахівці Єврокомісії приділяють значну увагу організації та систематизації даних про розвиток цифрових технологій у країнах — членах ЄС. Наприклад, уже розроблено онлайн-систему *Digital Agenda key indicators* (Digital Agenda, 2018), де відібрано більше 100 показників, розділених на тематичні групи, які ілюструють деякі ключові аспекти розвитку європейського інформаційного суспільства: телекомунікаційний сектор, ширококутне покриття, швидкість Інтернету та ціни, ринок мобільного зв'язку, використання Інтернету, аудіовізуальний і медіа-контент, Інтернет-послуги, е-уряд, електронна комерція, електронний бізнес, цифрові навички, ІКТ-фахівці, використання ІКТ в освіті, е-охорона здоров'я, безпека і конфіденційність у сфері цифрових технологій, розвиток сектору ІКТ, програми досліджень і розвитку цифрових технологій в ЄС. Також розроблено методологічну базу для правильного користування ресурсом, зібрано інформацію про джерела, визначення та сфери використання кожного індикатора та іншу додаткову інформацію.

Більшість цих показників увійшло до звіту «*Europe's Digital Progress. Report 2017*» (Europe's Digital, 2018), в якому зібрано дані щодо потенціалу та розвитку ІКТ у країнах Європи, сучасного цифрового ринку та тенденцій розвитку цифрових технологій у найближчі роки. Проте залишається багато невирішених питань щодо повноти бази даних та періодичності такого оцінювання. Адже формування нового напрямку статистичних досліджень проходить в умовах, що швидко змінюються — кожного року цифрова економіка отримує нові цифрові інструменти розвитку, які значно змінюють підходи та способи вимірювання впливу цифровізації на економічні результати діяльності. Тому у Декларації міністрів з цифрової економіки G20 від 24.08.2018 р. міститься заклик до всіх міжнародних органів, які мають експертні знання, сприяти формуванню «цифрового порядку денного в галузі вимірювання, з метою надання важливих інструментів для підвищення розуміння внеску цифрової економіки в загальну економіку» (G20 Digital, 2018).

Ще один індекс — *ICT Development Index* від спеціалізованого підрозділу ООН в галузі ІКТ — об'єднує 11 показників та використовується для моніторингу і зіставлення дій у сфері ІКТ між країнами (рівень розвитку ІКТ та досвід, прогрес у розвитку ІКТ у розвинених країнах і країнах з ринками, що розвиваються, потенціал розвитку ІКТ) та впродовж певного часу. Цей індекс спирається на обмежений набір даних, які можуть бути зібрані в країнах на всіх рівнях розвитку ІКТ. Всі показники індексу розбито на три групи: субіндекси доступу до ІКТ, користування ІКТ та цифрових навичок.

До першої групи входять п'ять індикаторів, що відображають готовність доступу інфраструктури до використання ІКТ (фіксований телефонний зв'язок, мобільні телефони, пропускна здатність Інтернету, домашні господарства, що мають комп'ютери і домашні господарства з доступом в Інтернет).

До другої групи віднесено три показники, що відображають інтенсивність використання ІКТ (відсоток осіб, що користуються Інтернетом, використання фіксованого широкосмугового Інтернету та використання мобільного широкосмугового зв'язку).

Третя група містить три індикатори, що показують можливості або навички, важливі для користування ІКТ (час навчання всього (середня та вища освіта), час навчання для отримання середньої освіти та показник зарахувань до вищих навчальних закладів). Показники цієї групи непрямо визначають рівень отриманих навичок, тому мають меншу вагу за показники двох перших груп.

Аналіз методики з розрахунку цього індексу «*The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology*» (The ICT Development, 2018) показав, що для оцінки рівня цифровізації економіки країн використовують аналогічні запропонованим Єврокомісією показники із незначними варіаціями.

Для заповнення відсутніх даних Методика пропонує використовувати методи множинної регресії. Оцінки, отримані в результаті регресійного аналізу,

порівнюються з оцінками інших моделей та інших країн регіону з аналогічними характеристиками, а також із іншими ключовими змінними і джерелами даних. Як метод стандартизації (нормування) даних використовується відстань до еталонної міри — ідеального значення, яке може бути досягнуто кожною змінною. Майже для всіх обраних показників таким ідеальним значенням є 100.

Показники та субіндекси зважено на основі результатів інтерпретування аналізу основних компонентів (англ. *Principal Component Analysis* (Interpretation, 2018)), отриманих за першого обчислення індексу. Для отримання єдиної одиниці вимірювання значення субіндексів обчислюють шляхом нормування показників, включених до кожного субіндексу. Значення субіндексу розраховують за допомогою простого середнього (з використанням рівномірного зважування) нормованих значень індикатора. Для розрахунку остаточного Індексу субіндекси доступу до ІКТ та використання ІКТ отримали по 40 % ваги, а субіндекс навичок — 20 % ваги.

ICT Development Index розраховується щорічно, починаючи з 2007 р. Результати розрахунків показують, що існують значні відмінності в рівнях розвитку ІКТ як між географічними регіонами, так і у межах країн у кожному регіоні, причому ці відмінності в основному пов'язані з рівнями економічного розвитку. За даними звіту 2017 р. у першу десятку лідерів за рівнем розвитку ІКТ входять Ісландія (8,98), Південна Корея (8,85), Швейцарія (8,74), Данія (8,71), Велика Британія (8,65), Гонконг (8,61), Нідерланди (8,49), Норвегія (8,47), Люксембург (8,47) та Японія (8,43) (Рейтинг, 2018). Україна зайняла 79 місце зі значенням індексу 5,62.

До переваг методики розрахунку *ICT Development Index* можна віднести те, що цей індекс використовує багато країн світу як статистичний інструмент для вимірювання рівня доступу і використання ІКТ, оцінки ефективності галузевої політики та зіставлення конкурентоспроможності країни в умовах цифровізації, оскільки він має невелику кількість показників, є регулярно обчислюваним від 2007 р., отже надає можливості порівняльного аналізу та отримання оцінки розвитку кожної країни.

Недоліками цієї методики є те, що у системі показників відсутні індикатори фінансової складової, тобто показники, які відображають доходи від використання ІКТ та необхідні для їх отримання витрати (наприклад, обсяги інвестицій у сектор ІКТ), за якими можна визначити економічну ефективність цифровізації в кожній країні, витрати домогосподарств на користування цифровими технологіями тощо. Так, наприклад, за даними звіту *Suncorp Bank «Cost of Being Digitally Savvy»*, австралійці (18—64 роки) витратили за рік близько \$37 млрд на технологічні послуги та цифрові пристрої; це майже \$2,5 тис. на одну особу (Tech-savvy, 2019).

Digital Economic Opportunity Index було розроблено для вимірювання цифровізації та розвитку цифрових можливостей в економіці країн. За методикою розрахунку цього індексу аналіз розвитку цифрової економіки

проводиться за допомогою трьох важелів: 1) цифрові навички, тобто рівень розвитку навичок та знань, необхідних працівникам для виконання на своїх робочих місцях роботи, пов'язаної з використанням цифрових технологій; 2) цифрові технології — наявність та розвиток виробничих активів, пов'язаних із цифровими технологіями (апаратне, програмне та комунікаційне обладнання); 3) цифрові акселератори (прискорювачі) — екологічні, культурні та поведінкові аспекти цифрових компонентів економіки, що підтримують розвиток цифровізації господарської діяльності (табл. 3.2).

Як показав аналіз методичних положень розрахунку *Digital Economic Opportunity Index*, перевагою цього індексу є глибше дослідження розвитку цифровізації економічних процесів і цифрових навичок. Проте через велику кількість показників інформаційна база є дуже великою. Деякі показники органи офіційної статистики не збирають, тому розраховувати такий індекс самостійно кожній країні украй складно, адже окрім статистичних даних ОЕСР, Євростату, відкритих даних Світового банку, джерелами для отримання такої інформації визначено дані Світового Економічного форуму, Міжнародного союзу електрозв'язку, бази даних *EU KLEMS* (The Database, 2017), *IDC Statistics* (Independent, 2018) та дослідження й результати анкетування *Accenture* (Zamora, Arrufi, 2017; *Redefining*, 2017). Тому вимірювання розміру цифрової економіки у ВВП та продуктивності підприємств залишається предметом дискусії та потребує подальших досліджень.

У цілому проведений аналіз показав, що, з одного боку, розроблені індекси цифрової трансформації дають можливість всебічно проаналізувати ступінь і динаміку розвитку цифрових можливостей в економіці різних країн, зіставити та проаналізувати розміри «цифрового розриву» між країнами. З іншого боку, існують значні труднощі у моніторингу та вимірюванні рівня розвитку цифрової економіки. Незважаючи на наявність індикаторів цифровізації в галузях промисловості, освіти і зайнятості, сферах фінансів та науки, потребують подальшого удосконалення розрахунки показників нових технологій, навичок, здібностей і компетенцій, які допомогли б коректно порівнювати країни. Залишаються також проблеми з аналізом масштабу використання, оцінки переваг і недоліків таких цифрових технологій, як машинне навчання і штучний інтелект, Інтернет речей, 3D-друк, робототехніка, блокчейн, аналітика Великих даних як взагалі в економіці, так і в певних її секторах і галузях промисловості, а також їхнього впливу на динаміку доданої вартості.

Проаналізовані методики не містять показників, пов'язаних із експортом продукції цифрової економіки (ІКТ, програмного забезпечення, обладнання для використання та аналізу Великих даних, блокчейн, хмарних платформ тощо), які є важливими в умовах глобалізації економічних процесів і формування нових міжнародних ланцюжків і мереж створення вартості.

Залучення різноманітних не уніфікованих джерел інформації робить застосування деяких розрахунків обмеженим або неможливим, оскільки

3.1. Аналіз методичних підходів до моніторингу та оцінювання процесів цифровізації

Таблиця 3.2. Система показників для вимірювання Digital Economic Opportunity Index

| Група показників | Показник |
|--|---|
| Розвиток цифрових навичок | <p>Відсоток підприємств, що використовують спеціалістів з ІКТ</p> <p>Відсоток робочої сили з базовими навичками</p> <p>Відсоток працівників, народжених після 1980 р.</p> <p>Обсяг інвестицій підприємств у підготовку працівників (навчання з ІКТ)</p> <p>Відсоток підприємств, які намагаються залучити до себе персонал з навичками ІКТ</p> <p>Відсоток підприємств, що використовують Інтернет для найму співробітників</p> <p>Відсоток співробітників із віддаленим доступом до інформаційних систем підприємства</p> <p>Відсоток підприємств із обладнанням для організації цифрових конференцій без фізичної присутності доповідачів</p> <p>Обсяг витрат на НДДКР, у відсотках від валової доданої вартості</p> <p>Рівень підготовки кадрів, у відсотках від загальної зайнятості</p> |
| Рівень розвитку цифрових технологій у країні | <p>Відсоток виробничого цифрового обладнання в основному капіталі підприємства</p> <p>Відсоток основних засобів, що мають програмне забезпечення</p> <p>Обсяг витрат на програмне забезпечення додатків, що спільно використовуються</p> <p>Відсоток підприємств з бізнес-процесами, які автоматично пов'язані ланцюгом пропозиції</p> <p>Відсоток підприємств, які мають вебсайт, що надає послуги в Інтернеті</p> <p>Відсоток підприємств, що рекламують свою діяльність в Інтернеті</p> <p>Відсоток підприємств, які залучають клієнтів у розробку продукції або інновацій</p> <p>Обсяг витрат на користування послугами хмарних обчислень, у відсотках від валової доданої вартості у промисловості</p> <p>Обсяг витрат на програмне забезпечення для аналітики, у відсотках від валової доданої вартості у промисловості</p> <p>Обсяг витрат на Інтернет речей, у відсотках від валової доданої вартості</p> |
| Цифрові акселератори | <p>Відсоток осіб з доступом до Інтернету</p> <p>Рівень доступу до Інтернету в школах</p> <p>Річний обсяг інвестицій в телекомунікаційні послуги</p> <p>Рівень міжнародної пропускнуої здатності Інтернету</p> <p>Рівень фіксованої швидкості широкосмугового зв'язку</p> <p>Дані барометра відкритих даних (Open Data Barometer Index, 2018)</p> <p>Дані індексу цифрової участі (E-participation Index, 2018);</p> <p>Рівень легкості ведення бізнесу (Ease of Doing Business Index, 2018);</p> <p>Рівень легкості доступу до кредитів та венчурного капіталу;</p> <p>Обсяг обороту електронної комерції, відсоток від загального обсягу обороту</p> <p>Відсоток підприємств із політикою безпеки ІКТ</p> <p>Обсяг доданої вартості у секторі ІКТ країни</p> |

використовується велика кількість спеціальних даних, отриманих від дослідницьких інститутів і приватних аналітичних центрів.

Загальним недоліком багатьох проаналізованих методик визначення розміру та розвитку цифрової економіки є те, що результати розрахунків недостатньо пов'язані з динамікою загальних показників соціально-економічного розвитку країн, їхніми демографічними, соціокультурними та інституційними особливостями.

Очевидно, що цей новий напрям економічних досліджень тільки формується, отже йому ще доведеться привести власні вихідні положення і розробки у відповідність із вимогами коректного порівняльного аналізу соціально-економічних систем і визнаними принципами економічної компаративістики (Воскресенская, 2017).

3.2. ЕВОЛЮЦІЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВПЛИВУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ПРОГРЕСУ ТА ІКТ НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК

Питання визначення впливу цифрових технологій та ІКТ на економічний розвиток (економічне зростання і продуктивність праці) не є новим. ІКТ та цифрові технології, їх розвиток у широкому сенсі можна розглядати як один із проявів науково-технічного прогресу (НТП). А безпосередньо спроби точно визначити вплив НТП та інвестицій у НТП на економічний розвиток можна відстежити в роботах Р. Солоу, які вже стали класичними.

Ще на початку 1956 р. Р. Солоу запропонував розширити виробничу функцію Кобба — Дугласа шляхом урахування в ній нейтральних технологічних змін (Solow, 1956). Як відомо, виробнича функція Кобба — Дугласа має вигляд

$$Y = F(K, L), \quad (3.1)$$

де Y — виробництво продукції; K — накопичений обсяг капіталу; L — праця, задіяна у виробництві продукції.

У такій моделі зміни обсягу виробництва відбуваються шляхом збільшення обсягів одного з факторів виробництва (праці або капіталу) або одночасно двох факторів.

Р. Солоу зазначив (Solow, 1956, с. 85), що окрім цих двох факторів, на обсяг виробництва можуть вплинути технологічні зміни, НТП. Відповідно до цього, класична функція Кобба — Дугласа (3.1) змінює свій вигляд:

$$Y = A(t) F(K, L), \quad (3.2)$$

де $A(t)$ — змінна, що враховує вплив НТП на виробництво (технологічна змінна).

З часом технологічна змінна може міняти своє значення за експоненціальним законом, що, відповідно, можна описати так:

$$A(t) = e^{gt},$$

де t — фактор часу; g — показник швидкості технологічних змін.

У своєму розширенні моделі Кобба — Дугласа Р. Солоу зазначає, що, на його думку, окремі довільні зміни у техніці та технологіях не матимуть суттєвого впливу на виробництво, а тому ними можна знехтувати. Безпосередньо вплив НТП на економіку (найпростіший варіант) є поступовим, плавним і є просто множенням традиційної функції Кобба — Дугласа на масштабний коефіцієнт, як представлено у (3.2).

Тобто Р. Солоу робить припущення про нейтральний вплив НТП на виробничу функцію. Також учений зазначає, що його модифікації виробничої функції Кобба — Дугласа розроблені в рамках неокласичної економічної теорії, в якій вважається, що в економіці спостерігається повна зайнятість і, навіть за умови зміни значення одного з виробничих факторів, з часом між ними встановиться деякий баланс (Solow, 1956, с. 91).

У наступній роботі Р. Солоу зробив спробу кількісно дослідити вплив НТП на економічний розвиток, а саме — коливання випуску продукції в розрахунку на одну зайняту особу, викликані технічними змінами (Solow, 1957). При цьому за основу він знов узяв виробничу функцію Кобба — Дугласа зі своєю модифікацією, що враховує технологічні зміни. Дослідження також виконано у рамках неокласичної теорії, проте, на відміну від попередньої роботи, Р. Солоу широко застосував інструменти економетрики для віднайдення коефіцієнтів виробничої функції та безпосередньо оцінки впливу НТП на продуктивність праці.

Для вирішення поставленого завдання Р. Солоу диференціював (3.2) та розділив обидві частини цього рівняння на Q ¹². Унаслідок зазначених перетворень (3.2) трансформується:

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{\dot{K}}{Q} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\dot{L}}{Q}. \quad (3.3)$$

Поставлене в роботі (Solow, 1957) завдання Р. Солоу намагається вирішити для економіки США. Для розрахунків він використав статистичні дані за період 1909—1949 рр.: випуск продукції в розрахунку на одиницю праці¹³, капітал у розрахунку на одиницю праці та частка капіталу в загальній вартості власності.

У (3.3) під випуском продукції Q мається на увазі валовий національний продукт (ВНП). Вихідні статистичні дані та, відповідно, розрахунки обмежено недержавною економічною активністю за винятком сільського господарства.

¹² В оригінальній роботі (Quarterly revenue, 2018) позначку Y замінено на Q , тому далі в тексті використовуватимуться оригінальні позначки Р. Солоу, тобто вважатимемо, що Q — це Y , а решта умовних позначень із (3.2) залишилися без змін.

¹³ Одиницею праці в роботі Р. Солоу є людино-година (Big data market, 2018).

Р. Солоу вважав, що за такого підходу можна оминати проблеми визначення обсягів випуску продукції державним сектором економіки та зробити вихідні статистичні дані одноріднішими.

Таким чином, у моделі Р. Солоу (3.3) фактично оцінено зміни ВВП під впливом НТП у розрахунку на витрачену в приватному секторі економіки (за винятком сільського господарства) людино-годину праці, тобто — оцінено зміни під впливом НТП продуктивності праці в приватному секторі економіки США.

Р. Солоу зазначав, що необхідні для побудови його моделі статистичні дані були досить грубі, а іноді їх взагалі не було. Тому він корегував і змінював наявні статистичні дані для своїх потреб, що, на його думку, було «без сумніву неправильно» (Solow, 1957, с. 314).

Після всіх розрахунків Р. Солоу визначив, що НТП має деякий позитивний вплив на зростання виробництва: в середньому за 40 років (1909—1949) технічний прогрес сприяв зростанню продуктивності праці у приватному секторі економіки США на 1,5 % на рік. Проте глобальні кризи (світові війни, Велика Депресія) викликали зворотні тенденції. У сукупності, зазначене дозволило Р. Солоу дійти висновку про нейтральний вплив НТП на обсяги виробництва.

Роботи Р. Солоу (Solow, 1956; Solow, 1957) без сумніву стали важливим кроком на шляху визначення впливу НТП на виробництво продукції, більше того — одними з перших у цьому напрямі. Проте, якщо оцінювати їх з позицій сучасної економічної науки та статистики, можна виділити низку недоліків, які, у разі застосування цієї моделі в сучасних умовах, треба враховувати.

1. Р. Солоу зазначав, що він зіткнувся з досить приблизною, грубою статистичною інформацією, яку він мав довільно корегувати для своїх потреб, а у розрахунку частки капіталу в загальній вартості власності приватного сектору він ніяк не враховував амортизацію та знос, оскільки ані наявної статистичної інформації щодо цього, ані методик визначення сум амортизації на той час не було.

За майже 60 років від моменту публікації статей (Solow, 1956; Solow, 1957) методики збору та формування статистичної інформації, так само як і її точність, значно покращилися, що підвищує результативність моделювання реальної економічної ситуації.

2. У використовуваних Р. Солоу моделях не враховано фактор інфляції, статистична інформація для моделі наводиться не в зіставних, а у фактичних цінах. Відповідно, це може суттєво вплинути на результати моделювання, оскільки вплив фактору інфляції накопичуватиметься упродовж періоду моделювання.

3. Р. Солоу обрав для моделювання тривалий проміжок часу — 40 років. З позицій статистики такий період мав би забезпечити більшу відповідність результатів моделювання реальності, ніж короткий період. Проте реальне

життя та розвиток реальних економік значно відрізняються від математичних і статистичних систем. Так, у зазначений період США зазнали наслідків впливу Першої та Другої Світових війн, Великої Депресії, пандемії «іспанки», що позначилося на кількості зайнятих, можливостях приватного сектору інвестувати в капітал і загальних обсягах виробництва приватним сектором економіки. Частково вплив цих форс-мажорних обставин знайшов відображення в отриманих Р. Солоу результатах моделювання. Проте з метою попередження накопичення статистичних похибок видається доцільнішим для моделювання обирати періоди з відносно стабільною ситуацією.

4. Модель Р. Солоу побудовано на припущенні, що технології, НТП еволюціонують поступово. Проте, як відомо з історії, наприклад, Першої промислової революції, це припущення не є вірним: технології та НТП загалом можуть розвиватися стрибкоподібно¹⁴.

Оскільки в моделі йдеться про економіку країни в цілому, а не лише про окрему галузь або навіть декілька галузей, частково ці різкі зміни згладжено через існування одночасно багатьох технологічних кривих у всіх галузях економіки. Проте, як зазначає Р. Солоу в роботі (Solow, 1957), у 1943—1949 рр. спостерігалось різке (порівняно з даними за решту аналізованого часу) збільшення виробництва, що він пояснював неякісними статистичними даними або надмірним використанням капіталу під час Другої світової війни. Але такий зсув кривої виробництва може також свідчити і про перехід до нової технологічної кривої всієї економіки країни.

У 1987 р. розвиток інформаційних технологій і цифрового обладнання фактично спричинив черговий раунд наукового інтересу до моделювання впливу НТП, а саме — електроніки та програмних продуктів на обсяги виробництва. І знов ініціатором цих досліджень став Р. Солоу.

У рецензії на книгу С. Коена та Дж. Зісмана «Виробництво має значення: міф про постіндустріальну економіку» (Cohen, Zysman, 1987) Р. Солоу справедливо звинувачує їх у тому, що вони висувають гіпотези, а потім бездоказово приймають їх як вірні. Однією з цих гіпотез є твердження, що розвиток електронних техніки та технологій, поширення комп'ютерного обладнання та програм стимулює підвищення продуктивності праці. Проте, на жаль, у США цього в повній мірі з невідомих причин не спостерігалось. Хоча, як підкреслюють названі дослідники, вказані техніка та технології такому підвищенню сприяють. Тобто, можна припустити,

¹⁴ У книзі «Обновление производства: атакующие выигрывают», опублікованій майже через 30 років після статті Р. Солоу (1957), Р.Н. Фостер описав поступовий технологічний розвиток як рух уздовж S-подібної технологічної кривої, а різкий, стрибкоподібний розвиток — як технологічний розрив та перехід на іншу S-подібну технологічну криву (Фостер, 1987, с. 78—89). Далі під час аналізу моделей буде використовуватися термінологія технологічного розвитку, запропонована Р. Фостером (Фостер, 1987).

що, на думку цих авторів, проблема з недостатнім зростанням рівня продуктивності полягає не в електронному обладнанні та комп'ютерних програмах, а в чомусь іншому.

На це Р. Солоу доречно заперечує: «*You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics*»¹⁵ (Solow, 1987, с. 36). Цей вислів, дещо вивраний із контексту, в подальшому отримав назву «парадокс Солоу» та став своєрідним тригером, що спричинив сплеск наукових публікацій, у яких фахівці за допомогою економіко-математичних моделей намагалися довести або спростувати думку Р. Солоу та оцінити вплив сучасних ІКТ, комп'ютерного та іншого цифрового обладнання на економіку країни в цілому або окремі аспекти її розвитку (збільшення ВВП, доданої вартості, продуктивності праці тощо). Далі проаналізовано деякі із таких робіт.

3.3. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ ВПЛИВУ ІКТ НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК

Окрім економіко-математичних моделей, розробники яких намагалися перевірити, спростувати або підтвердити парадокс Солоу, відомі роботи, які з позицій логіки пояснюють, чому саме статистичні дані щодо продуктивності не показують позитивного впливу на них інвестицій у продукцію сектору ІКТ.

Досить ґрунтовну роботу в цьому напрямі здійснив Дж. Тріплетт, пояснивши, як певні невраховані фактори позначаються на результатах економіко-математичних моделей ряду інших фахівців і подовжують життя парадоксу Солоу (модель Йоргенсона — Стіро (1994—1995), П. МакКарті (1995) тощо) (Triplet, 1999). Зокрема, Дж. Тріплетт зазначив:

1. *Ми не бачимо комп'ютери «повсюдно навколо себе» у значущому економічному сенсі.* Станом на 1998—1999 рр., коли вийшла стаття Дж. Тріплетта, і до цього періоду комп'ютери та інше електронне обладнання з обробки інформації становило порівняно малу частку ВВП та основних фондів. За деякими оцінками частка комп'ютерів та електронного обладнання в основних фондах підприємств США 1993 року становила до 14 %. Тому у ході створення економіко-математичних моделей вона просто «розчинялась», що перешкоджало отриманню коректних результатів (Triplet, 1999, с. 311—313).

2. *Вам лише здається, що комп'ютери повсюдно навколо нас.* У статистичній звітності, яку оприлюднював уряд США щонайменше станом до 2000 р., індекс цін із року в рік скорочується надто швидко, тому під час визначення обсягу випуску комп'ютерів складається враження його стрімкого зростання (Triplet, 1999, с. 315—318).

¹⁵ Ви можете бачити комп'ютерний вік скрізь, окрім статистики продуктивності (прим. наук. ред.).

3. Можливо, ви і не бачите комп'ютери скрізь навколо нас, проте у видах діяльності, де їх найчастіше можна побачити, методологія визначення обсягів виробництва недосконала та сам випуск продукції вимірюється погано. Прикладом таких ВЕД передовсім є страхова діяльність і діяльність фінансових установ. У цих видах діяльності активно та у значній кількості використовується комп'ютерна та інша електронна техніка, програмне забезпечення, проте, водночас, концепція самого поняття, що становить випуск у цих видах діяльності, ледь визначена (Triplett, 1999, с. 318—321).

4. Бачите ви комп'ютери всюди навколо себе чи ні, дещо з того, що вони роблять, не враховується в економічній статистиці (Triplett, 1999, с. 321—322). Більшість сучасних інновацій в обчислювальній техніці та програмному забезпеченні спрямована на спрощення користування ними. Проте такі «зручні для користувача» (англ. *user friendly*) інновації (зокрема у програмному забезпеченні) звичайно потребують більшої потужності електронних пристроїв, на яких вони встановлені (використовуються): більшого обсягу пам'яті, жорсткого диску, більшої кількості операцій в одиницю часу, які виконує процесор тощо. Всі ці характеристики не відображуються принаймні в тій економічній статистиці, яка стосується продуктивності праці. Також досить важко оцінити, наскільки дійсно зручними є такі «зручні» інновації, як вони сприяють підвищенню продуктивності праці, чи є витрачені на їх створення час і кошти виправданими з позицій впливу на цю продуктивність, скільки часу та зусиль на опанування навичками користування вони вимагають від працівників тощо.

Крім того, варто врахувати ще один нюанс: в умовах глобалізації та розповсюдження ІКТ у підприємств є можливість переведення не лише виробництва, але і частини фінансових операцій в інші країни з метою зменшення власних податкових зобов'язань. У такому випадку витрати на інновації у сфері ІКТ і результати, отримані за допомогою таких інновацій, можуть бути враховані у статистиці іншої країни (країн), де фактично здійснюється виробництво або фінансові операції, а не в країні розташування головного підприємства, що безпосередньо керує процесом витрат на такі інновації та виробництвом. А оскільки ані національні статистичні служби, ані економіко-математичні моделі оцінки впливу ІКТ на економічний розвиток окремої країни звичайно таку поведінку підприємств не враховують, це також може позначитися на достовірності отриманих результатів.

5. Ви **поки що** не бачите впливу комп'ютерів на статистику продуктивності, але почекайте, і ситуація зміниться (Triplett, 1999, с. 310). Ситуацію з найновішими технологіями та їх відображенням у статистиці можна описати так. По-перше, нові технології потребують часу на їх створення та доопрацювання до стану дійсно корисного продукту. Відповідно, в цей час (тобто коли технологія знаходиться на нижній частині S-подібної кривої) не варто чекати віддачі від інвестицій або позитивного впливу на економічні показники. Через деякий час, коли почнеться висхідна ділянка S-подібної кривої, еконо-

мічні результати від нової техніки та технології стануть більш помітними, що може бути відображено у статистиці.

По-друге, як і у випадку з будь-яким новим явищем, з моменту появи найновішого ІКТ-виробу та навіть упродовж деякого проміжку часу (різного у різних випадках) відсутня не лише методологія збору та аналізу статистичних даних, що можуть його стосуватися, а навіть відповідна термінологія. Яскравим прикладом цього є визначення понять «ІКТ», «ІКТ-сектор» тощо, розглянуті вище. Отже, коректно моделювати вплив того, щодо чого існує стільки невизначеностей, є завданням украй складним. Тепер у сфері ІКТ і цифрових технологій ситуація з термінологією та статистичними даними чіткіша та зрозуміліша, ніж 10—20 років тому (хоча проблеми залишаються), тож можна очікувати, що сучасні економіко-математичні моделі оцінки впливу ІКТ і цифрових техніки та технології на економічний розвиток стануть досконалішими, особливо, якщо в них буде враховано часовий лаг між розробкою нової технології та упровадженням її у життя.

6. *Парадоксу не існує: деякі економісти здійснюють моделювання інновацій і нових продуктів на основі арифметичної залежності, натомість треба використовувати логарифмічну залежність.* Фактично, арифметична залежність дає нам можливість урахувати кількість «нових речей». Тому, порівнюючи її з ситуацією в минулому, деякі дослідники вважають, що в реальності раніше створювалося більше нового за менші кошти, тобто, що парадокс Солоу підтверджується. Проте доцільнішим видається враховувати темпи технологічних змін, що можна зробити за допомогою побудови логарифмічних кривих. І в цьому випадку ситуація змінюється на протилежну (Triplett, 1999, с. 326—328).

Викладені міркування тою чи іншою мірою позначились на новіших економіко-математичних моделях, описаних нижче.

Однією з найвідоміших (якщо покладатись на статистику цитування робіт) серед економіко-математичних моделей визначення впливу ІКТ та ІКТ-обладнання на економічний розвиток є економетрична модель, запропонована в роботах Д. Йоргенсона та К. Стіро (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003; Jorgenson, Stiroh, 2000).

Основу зазначеної моделі склала модифікована Р. Солоу виробнича функція Кобба — Дугласа. Модифікація полягала в більшій деталізації складових частин виробничої функції та її логарифмізації. Зокрема, обсяг випуску продукції Y_t ці вчені представляють як суму інвестицій (випуск інвестиційних благ) в конкретному році — I_t , накопичений обсяг капіталу — K_t , працю (задіяну у виробництві продукції) — L_t та споживання (випуску споживчих благ) — C_t (Jorgenson, Stiroh, 2000, с. 6). Сама виробнича функція Йоргенсона — Стіро має такий вигляд:

$$\overline{w_{I,t}} \Delta \ln I_t + \overline{w_{C,t}} \Delta \ln C_t = \overline{v_{K,t}} \Delta \ln K_t + \overline{v_{L,t}} \Delta \ln L_t + \Delta \ln A_t, \quad (3.4)$$

де $\overline{w_{I,t}}$ — середня частка інвестицій у розрахунку на номінальний випуск; $\overline{w_{C,t}}$ — середня частка споживання у розрахунку на номінальний випуск; $\overline{v_{K,t}}$ — середня частка капіталу в розрахунку на номінальний випуск; $\overline{v_{L,t}}$ — середня частка праці у розрахунку на номінальний випуск; $\overline{w_{I,t}} + \overline{w_{C,t}} + \overline{v_{K,t}} + \overline{v_{L,t}} = 1$; Δ — позначка, що символізує першу похідну; A_t — змінна, що враховує вплив НТП на виробництво (технологічна змінна).

За допомогою цієї моделі Д. Йоргенсон та К. Стіро намагалися оцінити вплив праці, капіталу, інформаційної техніки та технологій на економічне зростання США. Розрахунки здійснено для періоду 1973—1998 рр. для економіки країни в цілому. Вартість програмного забезпечення, комп'ютерного та телекомунікаційного устаткування було включено до вартості капіталу в цілому. Статистичну інформацію було приведено до зіставного вигляду (базовий рік 1996) (Jorgenson, Stiroh, 2000, с. 8).

Також, трансформували (3.4) та визначивши, що H_t — це відпрацьований час в періоді t , $y_t = \frac{Y_t}{H_t}$ — сукупний випуск продукції (сума інвестицій та споживання) у розрахунку на відпрацьований час, а капітал у розрахунку на відпрацьований час — це $k_t = \frac{K_t}{H_t}$, Д. Йоргенсон та К. Стіро отримали рівняння середньої продуктивності праці:

$$\Delta \ln y_t = \overline{v_{K,t}} \Delta \ln K_t + \overline{v_{L,t}} (\Delta \ln L_t - \Delta \ln H_t) + \Delta \ln A_t. \quad (3.5)$$

У результаті розрахунків Д. Йоргенсон та К. Стіро визначили, що у 1973—1995 рр. комп'ютери, програмне забезпечення та телекомунікаційне обладнання сприяли економічному зростанню в середньому на 0,34 % на рік, а в 1996—1998 — на 0,99 %. Також вони визначили, що протягом 1990—1999 рр. середня продуктивність праці в США зростала, причому зростання вартості та обсягів капіталу сприяло цьому на 0,49 відсоткових пункти, а ІКТ у виробництві — на 0,63 відсоткових пункти (Jorgenson, Stiroh, 2000, с. 19).

Порівняно із їхніми попередніми працями, які критикував, зокрема, Дж. Тріплетт (Triplet, 1999, с. 312), у моделі, запропонованій 2000 року, Д. Йоргенсон та К. Стіро у вартість капіталу додали програмне забезпечення, комунікаційне обладнання, а також оновили статистичні дані, значної частини яких вони не мали на момент створення попередньої моделі (1994—1995). Завдяки цьому вони за нової моделі отримали оптимістичніші результати, оцінивши внесок комп'ютерної техніки у збільшення виробництва у 1990—1996 рр. на рівні 0,12 % на рік (Jorgenson, Stiroh, 2000, с. 312).

2003 року Д. Йоргенсон, К. Стіро та М. Хо ще раз оновили свою модель та поширили розрахунки не лише на США, але і на ряд країн — членів ОЕСР (Австралія, Канада, Фінляндія, Франція, Німеччина, Італія, Японія,

Велика Британія), а також розробили прогнози економічного розвитку цих країн завдяки ІКТ. У новій моделі вони до капіталу також зарахували комп'ютерну техніку, телекомунікаційне обладнання та програмне забезпечення (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003, с. 6), а також урахували подвійну природу ІКТ-техніки та технології: для ІКТ-сектору вони є передовсім продукцією, що виробляється цим сектором (хоча також є і частиною його основних фондів), а для решти секторів економіки — частиною капіталу (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003, с. 5).

За допомогою оновленої моделі Д. Йоргенсон, К. Стіро та М. Хо спрогнозували, що з 2003 до 2013 р. виробництво в аналізованих країнах ОЕСР (США, Австралія, Канада, Фінляндія, Франція, Німеччина, Італія, Японія, Велика Британія) у середньому зростатиме на 2,78 %, причому на 1,78 % на рік воно збільшуватиметься завдяки прогресу в ІКТ-секторі та інвестиціям в ІКТ-обладнання та програмне забезпечення, зроблених в інших секторах економіки (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003, с. 15).

Попри внесені порівняно з моделлю 1994—1995 рр. удосконалення, в моделі Йоргенсона — Стіро все ще можна виділити ряд недоліків.

1. Для аналізу взято тривалий проміжок часу (1973—1998), упродовж якого в США спостерігалися періоди економічної нестабільності, не пов'язані з розвитком технологій в ІКТ-секторі (наприклад, дві хвилі Енергетичної кризи — всередині та наприкінці 1970-х рр.). Такі форс-мажорні обставини могли позначитися на формуванні залежностей між показниками: за тривалий аналізований період похибка могла накопичуватися і в результаті це могло позначитися на точності моделі.

2. Як і в моделі Р. Солоу, невраховано часовий проміжок між безпосередньо інвестуванням в ІКТ-технології та ІКТ-обладнання і періодом, коли ці обладнання та технології дійсно почнуть працювати.

3. Фактично відсутнє врахування наявності технологічних S-подібних кривих, через що можливе значне зменшення реальної (а не балансової) вартості продукції ІКТ-сектору та основних фондів, що належать до програмного забезпечення та електронного обладнання і перебувають на балансі підприємств. У самій моделі враховано індекси цін на продукцію ІКТ-сектору, проте вони стосуються нової продукції, а не тієї, що вже використовується.

4. Фактично не враховано, що через появу нових технологічних S-подібних кривих та переміщення на них виробників ІКТ-продукції відбувається значний моральний і фізичний знос тієї частини капіталу, що має відношення до ІКТ. В результаті в моделі вартість капіталу може бути вищою за реальну (оскільки статистичні дані відображатимуть балансову вартість основних фондів), що позначатиметься на результатах розрахунків.

Для сектору ІКТ і продукції, що випускається в ньому, врахування наявності технологічних S-подібних кривих є вкрай важливим. Так, виходячи з закону Г. Мура та його оцінок, за період 1970—2000 рр. лише процесори

зазнали щонайменше 14 значних технологічних змін (Moore, 2003, с. 22). Перш за все — це їхня продуктивність, мініатюризація та, відповідно, технології виробництва. Можна припустити, що інші складові комп'ютерної техніки, іншого електронного обладнання та програмне забезпечення за цей час теж зазнали суттєвих змін, що позначилось на їхній вартості та відносній вартості старіших аналогів.

Ще одну особливість моделі Йоргенсона — Стіро виявив В. Платонов (Платонов, 2007). Він зазначив, що економетричні дослідження панельних даних Дж. Йоргенсона та К. Стіро давали ще парадоксальніший результат, ніж парадокс Солоу — вони показували, що інформаційні технології позитивно впливають на економічне зростання та продуктивність праці, але негативно впливають на загальну ефективність факторів виробництва (тобто, капіталу та праці) для США.

Проте таке протиріччя пояснюється недосконалістю самої методології кількісних досліджень, що існували на той час, зокрема зазначеною вище нестационарністю часових рядів (Платонов, 2007, с. 31).

У 1980-ті рр., завдяки розвитку економетричної методології досліджень, протиріччя, яке демонструвала модель Йоргенсона — Стіро вдалося подолати. Зокрема, подібне дослідження виконали М. О'Махоні та М. Веккі (O'Mahony, Vecchi, 2003). Вони взяли за основу наявні модифікації моделі Солоу (зокрема Йоргенсона — Стіро), обрали для моделювання період 1976—2000 рр., 31 ВЕД у США та 24 ВЕД у Великій Британії, при цьому не розглядали сільське господарство.

Метою М. О'Махоні та М. Веккі було встановлення впливу ІКТ не лише на економічний розвиток і продуктивність праці, а й на загальну продуктивність факторів виробництва (A в моделі Солоу та інших). Передовсім вони врахували в своїй моделі те, що підприємства, які належать до різних ВЕД, можуть інвестувати в ІКТ різні суми, а частка ІКТ у структурі їхнього капіталу буде різною. Наприклад, у переробній промисловості частка ІКТ у капіталі може бути вищою, ніж у добувній.

Під випуском продукції (Y в моделі Солоу та інших) в моделі О'Махоні — М. Веккі мається на увазі не валовий випуск, а додана вартість, оскільки на момент створення моделі у Великій Британії не було надійної статистичної інформації щодо валового випуску. Капітал тут розділено на ІКТ-капітал (комп'ютери, програмне забезпечення, комунікаційне обладнання) та не ІКТ-капітал (решта капіталу). На відміну від попередніх моделей, М. О'Махоні та М. Веккі зробили спробу врахувати знос основних фондів та те, що ІКТ-капітал застаріває швидше за не ІКТ-капітал. Останнє враховано шляхом застосування в моделі індексів цін на ІКТ.

М. О'Махоні та М. Веккі зазначають, що у процесі аналізування такого значного проміжку часу (25 років) і кількості ВЕД (55 у двох країнах) нецільно застосовувати метод найменших квадратів, використаний у моде-

лях інших дослідників, зокрема у моделях із проаналізованих вище робіт (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003; Jorgenson, Stiroh, 2000; Solow, 1957). Зазначено обумовлено тим, що цей метод передбачає стаціонарність усіх досліджуваних змінних та однорідність підприємств, чого в реальності не спостерігається. Тому М. О'Махоні та М. Веккі пропонують у дослідженнях використовувати методологію, яка враховує гетерогенність часових рядів з попередньою перевіркою даних на стаціонарність та коінтеграцію (O'Mahony, Vecchi, 2003, с. 4).

Ці дослідники показали, що у разі застосування стандартної методики розрахунків та моделювання (як у моделі Йоргенсона — Стіро) на основі даних, що вони зібрали, можна отримати фактично ідентичні результатам Дж. Йоргенсона та К. Стіро результати моделювання: у США та Великій Британії у 1976—2000 рр. відбувалося збільшення доданої вартості в середньому на 2,28 % на рік завдяки інвестиціям в ІКТ, з яких загальна продуктивність факторів виробництва зростала на 1,22 % (O'Mahony, Vecchi, 2003, с. 8).

Проте із застосуванням досконалішої методології розрахунків було встановлено, що коли прийняти весь обсяг зростання показника доданої вартості за 100 %, то у США та Великій Британії за 1976—2000 рр. 40 % (а не 20 %, як визначено в попередніх моделях) цього зростання відбулося завдяки інвестиціям в ІКТ (O'Mahony, Vecchi, 2003, с. 19). Гранична віддача від інвестицій в ІКТ-капітал у двох країнах разом у вказаний період склала 22 %, а в решту капіталу — лише 12 % (O'Mahony, Vecchi, 2003, с. 20). Причому в США, де інвестувати в ІКТ почали раніше та в більшому обсязі, ніж у Великій Британії, гранична віддача ІКТ-капіталу становила до 51 %, а у Великій Британії — 20 % (O'Mahony, Vecchi, 2003, с. 21).

Самі М. О'Махоні та М. Веккі зазначають, що результати їхніх розрахунків можуть здатися занадто оптимістичними через те, що вони аналізували мало підприємств та ВЕД. Тим не менш, значним позитивним моментом роботи (O'Mahony, Vecchi, 2003) стало доведення в явному вигляді, що некоректна методологія досліджень і розрахунків може негативно позначитися на кінцевих результатах. Тому в економіко-математичному моделюванні та економічному аналізі статистичної інформації обов'язковим є використання найсучасніших методів та методології. Крім того, М. О'Махоні та М. Веккі також довели, що парадоксальні результати, отримані Дж. Йоргенсоном та К. Стіро, пояснюються неврахуванням у моделі останніх наявності часового проміжку між інвестуванням в ІКТ та безпосередньо періодом, коли ці інвестиції почнуть реально працювати, що буде відображено в статистиці.

Як зазначає зокрема В. Платонов, дослідження М. О'Махоні та М. Веккі не позбавлене недоліків (Платонов, 2007, с. 32), адже обмеження методологічного підходу, використаного ними, полягає в тому, що:

1) він не може пояснити причинність (тобто не можна виявити, яке з явищ, що спостерігається, є причиною, а яке — наслідком);

2) у його рамках немає можливості проаналізувати канали та механізми впливу ІКТ на продуктивність;

3) ґрунтуючись на неокласичній теорії, він не дає змоги проаналізувати інноваційний розвиток.

Останній недолік пов'язаний із неврахуванням цими дослідниками існування S-подібних кривих та технологічних розривів, що, як було показано вище, також притаманне і іншим моделям. Урахування самого факту існування технологічних розривів і відрізків S-подібних кривих, на яких знаходяться сучасні інформаційні технології, допомогло б робити обґрунтованіші прогнози впливу продукції ІКТ-сектору та інвестицій в ІКТ на продуктивність праці та економічний розвиток, а також розробляти стратегічні плани щодо розвитку цифрової економіки.

Але вказані недоліки моделі М. О'Махоні та М. Веккі не позбавляють її наукової значущості. Попри доведення ними недоцільності застосування застарілої методології аналізу статистичних даних, моделі Йоргенсона — Стіро та їхню методику розрахунків все ще використовують або через вищу трудомісткість розрахунків на основі методології М. О'Махоні та М. Веккі, або через більшу відомість праць Дж. Йоргенсона та К. Стіро.

Це не єдиний відомий приклад некоректного поводження сучасними дослідниками-економістами з апаратом економетричного аналізу та економіко-математичного моделювання. Показовою в цьому сенсі є робота Д. Асемоглу, Д. Аутора, Д. Дорна, Г. Хенсона та Б. Прайса і запропонована ними модель (Acemoglu et al., 2014). Метою свого дослідження вони визначили як встановлення того, чи дійсно поширення та упровадження в економічну діяльність підприємств США ІКТ та електронних пристроїв витісняє людську працю. Для цього вони запропонували «звичайну регресивну залежність, що описує зв'язок між інвестиціями в ІКТ та випуском продукції промисловістю за період 1980—2009 рр.» у США (Acemoglu et al., 2014, с. 395):

$$\log Y_{jt} = \gamma_j + \delta_t + \sum_{i=81}^{09} \beta_i \times IT_j + e_{jt}, \quad (3.6)$$

де Y — випуск продукції; γ — вектор фіксованих ефектів промисловості; δ — вектор фіктивних змінних часу; IT — статична міра інтенсивності використання ІКТ промисловістю, виміряна як відношення витрат на ІКТ до загальних витрат на капітал; β — коефіцієнт нормалізації, тут — рівень ІКТ у кожному наступному році (1981, 1982...2009) відносно базового року (1980); e — похибка; j — розробники не наводять визначення цього символу, вірогідно це вид промисловості (тобто харчова, текстильна, металургія тощо).

Перш за все, виходячи з (3.6) можна припустити, що дослідники використали розрахунки для кожного виду промисловості США. Проте в тексті статті (Acemoglu et al., 2014, с. 395) конкретніших відомостей з цього

приводу немає, лише наведено діаграми, що ілюструють деякі залежності у секторах промисловості, що не входять до ІКТ-сектору, та в ІКТ-секторі. Причому, зважаючи на невизначеність щодо того, які саме ВЕД входять до складу ІКТ-сектору (як вказано у попередніх розділах, у різних країнах їх склад може бути різним), навіть ці результати потребують уточнення, щоб претендувати на наукове значення.

Також виникає питання щодо доцільності використання в одному рівнянні логарифмування, вектора фіксованих ефектів промисловості та вектора фіктивних змінних часу. Цей момент потребує детальної аргументації як з позицій економіко-математичного моделювання, так і з позицій визначення економічного сенсу цього рівняння.

Пропонуючи звичайну регресивну залежність, Д. Асемоглу зі співавторами вводять у (3.6) вектор фіксованих ефектів промисловості (γ), що з позицій економетрики виглядає сумнівним рішенням.

У підсумку, Д. Асемоглу, Д. Аутор, Д. Дорн, Г. Хенсон та Б. Прайс за допомогою своїх розрахунків дійшли висновку, що в різних секторах промисловості США спостерігається різна продуктивність праці залежно від інтенсивності використання ІКТ, проте більшою мірою це пов'язано з падінням виробництва та зайнятості, що спостерігалися з кінця 1990-х рр. При цьому вони так і не відповіли однозначно на питання, яке було метою їх статті — чи витісняють ІКТ людську працю в США, однак стверджують, що, ґрунтуючись на їхньому дослідженні, парадокс Солоу рано вважати вирішеним: потрібно виконати додаткові дослідження.

Окрім економіко-математичних моделей, спрямованих на визначення та оцінку впливу ІКТ на економіку, економічний розвиток і продуктивність праці на рівні країн або групи країн, є низка моделей, що вирішують аналогічні завдання на рівні окремих підприємств. У принципі, М. О'Махоні та М. Веккі в своїй роботі (O'Mahony, Vecchi, 2003) зазначали, що використана ними методологія дослідження підходить і для економіко-математичного моделювання впливу ІКТ на показники розвитку та продуктивності на рівні фірм.

Вдалим прикладом економіко-математичного моделювання впливу ІКТ на рівні саме підприємств є дослідження Е. Брінйолфссона та Л. Хітт (Brynjolfsson, Hitt, 2003), де розглянуто вплив комп'ютеризації на випуск продукції та продуктивність праці на основі інформації, отриманої про діяльність 527 великих підприємств США за період 1987—1994 рр. Від рівня всієї економіки країни (декількох країн) та різних галузей ці дослідники перейшли до мікрорівня (діяльності підприємств) та вивчають період тривалістю лише сім років. У аналізованих вище працях, нагадаємо, цей період є значно довшим: Р. Солоу — 40 років (Solow, 1957)), Дж. Йоргенсон та К. Стіро — 25 (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003; Jorgenson, Stiroh, 2000)), М. О'Махоні та М. Веккі — 25 (O'Mahony, Vecchi, 2003)), Д. Асемоглу, Д. Аутор, Д. Дорн, Г. Хенсон та Б. Прайс — 30 років (Acemoglu et al., 2014).

Основу моделі Е. Брінйолфссона та Л. Хітт склали модифікації виробничої функції Кобба — Дугласа (зокрема — Дж. Йоргенсона та К. Стіро (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003; Jorgenson, Stiroh, 2000)), в яких вони, у свою чергу, у явному вигляді розділили капітал на комп'ютерний капітал і решту капіталу¹⁶, а також зазначили, що на результат впливає те, до якої галузі належить підприємство (наприклад, в ІКТ секторі та текстильному виробництві частки комп'ютерного капіталу в загальній структурі розрізнятимуться). Сама модель, як і розглянуті раніше, розроблена в рамках неокласичної економічної теорії та належить до класу економетричних моделей.

У загальному вигляді модель Брінйолфссона—Хітт має такий вигляд:

$$Q = A(i, j, t)K^{\beta_K} L^{\beta_L} C^{\beta_C}, \quad (3.7)$$

де Q — додана валова вартість підприємства; K — вартість звичайного (не ІКТ) капіталу; C — вартість ІКТ капіталу; L — праця; t — змінна часу, $t = \overline{1987, 1994}$; i — індекс, що відображує номер аналізованого підприємства, $i = \overline{1, 527}$; j — галузь промисловості (ВЕД), до якої належить підприємство; A — змінна, що відображує різницю обсягів створення доданої вартості між підприємствами в часі, не пов'язану зі змінами у використанні вхідних ресурсів (праця, ІКТ-капітал та не ІКТ-капітал); β — параметр еластичності відповідно не ІКТ-капіталу (β_K), праці (β_L) та ІКТ-капіталу (β_C).

Для аналізування розробники моделі перейшли від фактичних величин до їх рівня, для чого здійснили логарифмування формули (3.7). Для спрощення запису вони позначили логарифмовані змінні малими літерами (тобто, $\log K$ у позначках Е. Брінйолфссона та Л. Хітт має вигляд k), індекси, що позначають фірму (i), час (t) та галузь (j) вони вилучили за винятком випадків, коли це дійсно потрібно для внесення ясності:

$$q = a(i, j, t) + \beta_K k + \beta_L l + \beta_C c. \quad (3.8)$$

Виконуючи розрахунки, Е. Брінйолфссон та Л. Хітт всі дані привели до зіставного вигляду, а також скорегували їх на індекси цін. Крім цього, вони врахували, що статистичні дані можуть бути недостатньо точними або надійними, тому в розрахунки заклали можливість похибки. Також вони зазначили, що, попри такі заходи, використана ними методика розрахунків передбачає, що вони покладаються на точність статистичної інформації. Проте якщо ця умова не виконується, точність їхніх розрахунків і висновків знижується.

¹⁶ На відміну від аналізованих вище моделей (Йоргенсона — Стіро, О'Махоні — Веккі, де також було розділення на ІКТ-капітал та не ІКТ-капітал), в моделі Брінйолфссона — Хітт ІКТ-капітал та не ІКТ-капітал є окремими змінними у функції з власними показниками ступеня, а не як частини (сума) однієї змінної — капіталу в цілому — з єдиним показником ступеня).

Порівнюючи зміну значення показників a , q , l у часі, Е. Брінйолфссон та Л. Хітт дійшли таких висновків:

1) комп'ютери (ІКТ-капітал) істотно корелюють зі зростанням продуктивності праці; зі збільшенням часового проміжку (від одного до семи років) цей зв'язок посилюється, що можна пояснити пристосуванням до нових технологій організаційної структури підприємства;

2) ВЕД, до якої належить підприємство, та період, упродовж якого використовується ІКТ-капітал, також впливають на внесок комп'ютеризації у підвищення продуктивності праці;

3) яким би не був ВЕД, комп'ютери впливають на підвищення продуктивності праці в ньому;

4) інвестиції в ІКТ-капітал на рівні підприємств за досліджуваний період (сім років, 1987—1994 рр.) сприяли збільшенню обсягів створення доданої вартості на 0,25—0,5 %;

5) застарілі основні фонди, різниця у наявній технологічній інфраструктурі, підхід до інвестицій в ІКТ, що історично склався на конкретному підприємстві, може позначатися на бажанні його керівництва інвестувати у новий ІКТ-капітал або можливостях швидкого введення такого капіталу в експлуатацію на конкретному підприємстві.

Е. Брінйолфссон та Л. Хітт підкреслюють, що їхні розрахунки впливу ІКТ-капіталу та комп'ютеризації на продуктивність праці ілюструють лише ситуацію в приватному секторі економіки, включаючи крадіжку ренти, але не перетоки продуктивності. Вони також вказують, що за допомогою цих розрахунків не можуть визначити, більшим чи меншим є вплив ІКТ-капіталу та комп'ютеризації на економіку країни в цілому, ніж у приватному секторі.

Серед недоліків моделі Е. Брінйолфссона та Л. Хітт можна вказати такі. Фактично ця модель побудована за принципом та методологією, використовуваними в моделі Йоргенсона — Стіро, за винятком деталізації економічних одиниць (рівень галузей економіки та підприємств, а не економіки країни в цілому), коротшого періоду моделювання та порівняння результатів розрахунків між різними роками та різними підприємствами.

Новим є додання до використаного інструментарію, окрім методу найменших квадратів з арсеналу економетрики, ще і кореляційно-регресійного методу аналізу. Тому з методологічної позиції модель Брінйолфссона — Хітт успадкувала всі недоліки, притаманні моделі Йоргенсона — Стіро. Крім цього, хоча Е. Брінйолфссон та Л. Хітт привели статистичні дані до зіставного вигляду та скорегували їх на індекси цін, так само, як і в моделі Йоргенсона — Стіро, вони не враховують знос основних фондів. Також вони не враховують існування технологічних циклів, чим, зокрема, частково можна пояснити отримане ними збільшення з часом впливу комп'ютеризації на продуктивність, що вони пояснюють виключно існуванням часових лагів

між інвестуванням в ІКТ та відповідною віддачею, а також організаційними вдосконаленнями на підприємствах (Brynjolfsson, Hitt, 2003).

Ще одна група економіко-математичних моделей присвячена не стільки визначенню впливу цифровізації на економіку країни або діяльність підприємств, скільки на визначення розміру та тенденцій розвитку власне цифрової економіки. До цієї групи належить модель, представлена в роботі А.Г. Ерреро та Дж. Сю (Herrero, Xu, 2018), які зазначають, що сама модель запропонована пекинською медіа-групою *Caixin (Caixin Media Company Ltd.)* — впливовою організацією, що надає фінансові, ділові новини та інформацію, використовуючи засоби масової інформації та онлайн-канали.

А.Г. Ерреро та Дж. Сю вказують, що визначити обсяги цифрової економіки та тенденції її розвитку потрібно для того, щоб в подальшому виявити її вплив на ВВП країни, а також порівняти масштаби цифрової економіки в різних країнах і розробити рекомендації щодо напрямів її подальшого розвитку (Herrero, Xu, 2018, с. 2—3). Поняття «цифрова економіка» вони вважають синонімом сектору ІКТ.

За своєю сутністю наведена в роботі А.Г. Ерреро та Дж. Сю модель є варіацією виробничої функції Кобба — Дугласа, проте не ступеневої або логарифмічної форм, які зазвичай використовують (як, зокрема, в проаналізованих вище роботах Р. Солоу, Дж. Йоргенсона та К. Стіро й інших), а у вигляді лінійної залежності. У функції використано пропорції та частки вхідних параметрів (труд, праця, технологічний розвиток), що в результаті дає змогу отримати індекс, який, на думку розробників, характеризує розвиток цифрової економіки Китаю. Модель має такий вигляд:

$$IDE = \alpha \times L + \beta \times C + (1 - \alpha - \beta) \times TI, \quad (3.9)$$

де *IDE* — індекс, що характеризує розвиток цифрової економіки; *L* — праця; *C* — капітал; *TI* — технологічні інновації; α , β — коефіцієнти, що характеризують частки вхідних параметрів у підсумковому показнику.

У свою чергу, вхідні параметри мають складну структуру. Так, показник «праця» складається із показників «середня заробітна плата працівників ІКТ-сектору відносно середньої заробітної плати у країні в цілому» та «кількість доступних робочих місць у ІКТ-секторі порівняно з кількістю доступних робочих місць у країні в цілому». Показник «Капітал» складається з показників «частка венчурного капіталу в ІКТ-секторі», «частка капіталу, що розпродається», «частка зареєстрованого капіталу підприємства» та «частка нового зареєстрованого капіталу в ІКТ-секторі». Показник «технологічні інновації» складається з показників «частка дослідників в ІКТ-секторі», «частка нових винаходів і патентів в ІКТ-секторі», «рівень реалізації патентованих винаходів на практиці в ІКТ-секторі». Коефіцієнти, що характеризують частки вхідних параметрів у підсумковому показнику, розраховано *Caixin* самостійно (методика не розголошується). Їх значення

становлять 40 % — для показника «праця», 40 % — для показника «капітал» і, як видно з (3.9), 30 % — для показника «технологічні інновації».

Як вказують А. Ерреро та Дж. Сю, практично всю статистичну інформацію для своєї моделі та розрахунків *Saixin* отримали за допомогою аналізу Великих даних та у співпраці з анонімною онлайн-платформою з підбору персоналу та пошуку вакансій.

У результаті всіх розрахунків було визначено, що в Китаї з січня 2016 р. до квітня 2017 р. спостерігалось зростання цифрової економіки на 176 %.

Попри такі позитивні оцінки розвитку цифрової економіки Китаю А. Ерреро та Дж. Сю зазначають, що порівнювати розвиток цифрової економіки Китаю з цифровою економікою інших країн не можна, оскільки перелік ВЕД, які *Saixin* віднесли до ІКТ-сектору, відрізняється, наприклад, від того, який використовує ОЕСР. Тобто вже виходячи з цього таке порівняльне оцінювання буде некоректним.

Крім того, *Saixin* не наводить детальної методології збору та обробки статистичної інформації, розрахунку коефіцієнтів, що характеризують частки вхідних параметрів у підсумковому показнику (α , β у (3.9)). Також не зазначено, чи враховано в цій моделі знос основних фондів, вплив на показники у грошовій формі інфляції, змін цін на продукцію ІКТ-сектору внаслідок переходу з однієї S-подібної технологічної кривої до іншої, за який період було зібрано дані та встановлено залежності. Зважаючи на це, досить важко робити висновки про достовірність запропонованої цією організацією моделі.

Також, на думку Дж. Тріплетта (Triplett, 1999, с. 326—328) та Р. Солоу (Solow, 1957, с. 318), модифікація виробничої функції Кобба — Дугласа, що має форму лінійної залежності, дає не надто точні результати.

Підсумовуючи основні результати цього аналізу економіко-математичних моделей оцінки впливу ІКТ на економічний розвиток країн в цілому, конкретних підприємств, ІКТ-сектору можна зазначити таке.

1. Сам факт, що таке математичне моделювання виконують і розвивають, свідчить про усвідомлення важливості сучасних цифрових технологій для економічного розвитку. Головним питанням для розробників моделей залишається визначення масштабів такого впливу, особливо в порівнянні з інвестиціями в ІКТ.

2. Економіко-математичні моделі оцінки впливу ІКТ на економічний розвиток переважно засновані на виробничій функції Кобба — Дугласа з запропонованими Р. Солоу модифікаціями до неї.

3. Головним недоліком багатьох проаналізованих вище моделей є неврахування в них чинників зносу капіталу та наявності технологічних циклів, що позначається на достовірності отриманих результатів.

4. У ряді проаналізованих вище моделей використано застарілу методологію аналізу панельних даних, застосовану ще Р. Солоу, навіть попри

те, що за 60 років із моменту опублікування ним розрахунків щодо впливу технічного прогресу на економічний розвиток (Solow, 1957) цю методологію було вдосконалено і навіть здійснено розрахунки на новій основі (O'Mahony, Vecchi, 2003).

5. Практично всі проаналізовані вище моделі (за винятком (Jorgenson, Ho, Stiroh, 2003; O'Mahony, Vecchi, 2003)) оцінюють вплив ІКТ на економічний розвиток у межах однієї країни. Проте такий підхід робить його заручником специфічних інститутів, економіки, інфраструктури, населення певних країн¹⁷, що характеризують особливості національних середовищ розробки і впровадження продукції ІКТ-сектору в діяльність підприємств і повсякденне життя людей і громад. Тому, з метою обґрунтування коректніших висновків і поширення сфери їх застосування, моделювання впливу ІКТ на економічний розвиток доцільно виконувати також у порівнянні між країнами та групами країн, з урахуванням групових закономірностей розвитку і побудовою відповідних комплексів моделей.

¹⁷ Детальніше про це див. (Воскресенская, 2017).

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111

4

ОЦІНКА ТРАНСФОРМАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПІДВИЩЕННЯ


```
100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
000100000001111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000010100001
010110000011101
100001001101010
000001101000000
100111000001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011110000010000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110
```

4.1. ПОБУДОВА ФУНКЦІ ЗАЛЕЖНОСТІ ЦИФРОВИХ ВИТРАТ І РЕАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Одною з головних рушійних сил глобальних трансформацій сучасного світу є Четверта промислова революція, яка докорінно змінює як виробничу сферу, так і сферу ІКТ. Тому цифрова економіка має велике значення не сама по собі, а передовсім як невід’ємна складова виробничих кіберфізичних систем, які формують новий спосіб виробництва і пов’язані з ним системи інститутів і соціально-економічних відносин. Це твердження наочно демонструє рис. 4.1.

Як показано на рис. 4.1, деякі країни, що розвиваються, випереджають розвинені країни, наприклад, за таким показником інтенсивності використання сучасних цифрових технологій як питома чисельність абонентів мобільного стільникового зв’язку на 1000 осіб. Але це ніяк не сприяє досягненню ними високих реальних результатів у сфері розвитку нових виробничих технологій, адже значення показника питомого високотехнологічного експорту аналізованих країн розрізняються у десятки разів.

При цьому важливо підкреслити, що, по-перше, кіберфізичні системи — це дуже складні і різноманітні об’єкти, які не можна описати одним або двома індикаторами. Тому далі в аналізі ми використовуємо комплекси взаємопов’язаних показників, які характеризують різні аспекти досліджуваної проблеми.

По-друге, закономірності зв’язків між цифровими витратами і результатами діяльності, опосередковані

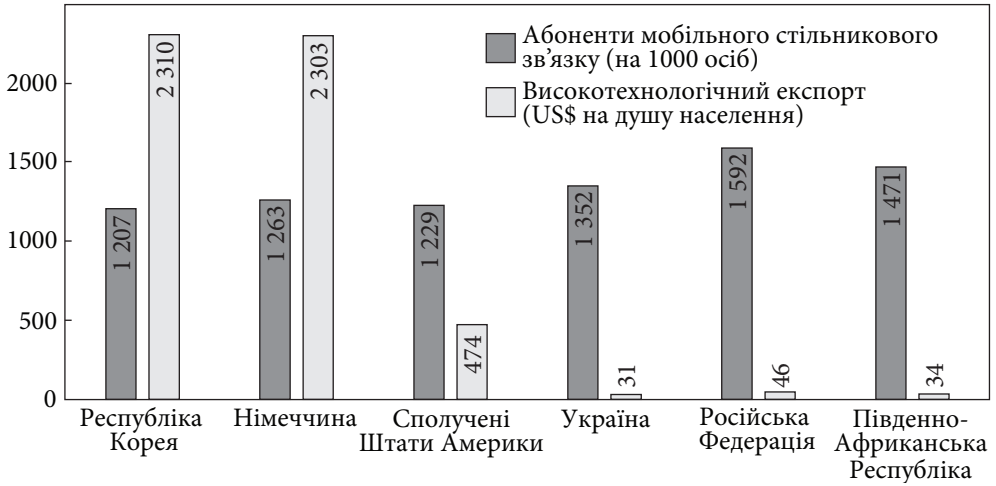


Рис. 4.1. Показники розвитку цифрового і реального сектору у країнах — представниках розвиненого світу та емерджентних економіках
Складено за даними: (World Development Indicators, 2018).

розвитком кіберфізичних систем, не можна вважати універсальними, єдиними для всіх часів і народів. Це обумовлено, зокрема, тим, що ефект цифровізації залежить від продуктивності матеріальних носіїв «софту» (програмного забезпечення) — так званого «заліза». Тобто, одна справа, коли цифрові технології використовуються для підвищення ефективності найсучасніших засобів виробництва, які втілюють підривні виробничі технології (Disruptive technologies, 2013), і зовсім інша справа, коли цифровізація поєднується з обладнанням і технологіями, фізичні можливості яких є суттєво обмеженими у порівнянні з кращими новими зразками.

Тому якщо у різних країнах (групах країн) домінують різні технологічні уклади, то і ефекти цифровізації у цих країнах (групах) будуть різними (рис. 4.2).

Як зазначено вище, залежність між витратами і результатами у життєвому циклі технології можна представити S-подібною кривою (Фостер, 1987). Її сенс полягає у тому, що з початку, коли технологія тільки починає свій життєвий цикл, зусилля з її просування, як правило, дають скромні результати. Але, в міру того, як технологія розкриває свій потенціал, зусилля (витрати), починають приносити усе більшу віддачу, що показано як збільшення кута нахилу середини S-подібної кривої. Нарешті, на стадії зрілості, подальші зусилля з удосконалення технології дають незначні результати з точки зору її фізичної продуктивності. Це свідчить про те, що фізичний потенціал даного технологічного рішення в основному вичерпано.

Але саме на етапі фізичної зрілості добре відпрацьовані технології приносять високу фінансову віддачу. Тому такі зрілі технології намагаються продавати іншим країнам, адже це приносить гарні дивіденди. При цьому ті дер-

жави, які їх приймають (адаптують і упроваджують), хоч і можуть суттєво підвищити завдяки цьому загальний рівень національного виробництва, але завжди будуть відставати від країн — технологічних новаторів, які, використовуючи потоки грошей від експлуатації зрілих технологій, вкладаються у розвиток нових поколінь інженерних рішень. На перших порах вони можуть бути збитковими (технологічний розрив на рис. 4.2), але пізніше, у випадку, якщо те чи інше рішення не виявилось тупиковим, починають приносити набагато більшу віддачу, ніж технології попереднього покоління (тобто, у термінах рис. 4.2, втрати від фінансового розриву 3—4 більш ніж компенсуються вигодами від фінансового розриву 4—3). Це обумовлено тим, що кут нахилу верхньої частини S-подібної кривої технологій 3.0 є набагато меншим, ніж кут нахилу середини S-подібної кривої технологій 4.0.

Цю концепцію можливо і доцільно поширити також на сферу технологічних відносин між країнами, які володіють панівними технологіями різного рівня і різного ступеня розвитку. Тобто, переміщення між точками однієї S-подібної кривої праворуч можна трактувати як перехід від однієї країни до іншої, яка просунулась далі у розкритті потенціалу панівних технологій даного рівня, наприклад, технологій 3.0, які представляють третю промислову революцію. Якщо ж ті чи інші країни перейшли до масового використання технологій 4.0, які представляють уже четверту промислову революцію, то вони будуть розташовані на іншій, вищого рівня S-подібній кривій. Саме це твердження і складає ключову гіпотезу і вихідну точку подальшого дослідження.

Іншими словами, ефекти цифровізації запропоновано визначати не в рамках однієї країни, на економіку якої подальший прогрес цифровізації може справляти важко передбачуваний вплив, пов'язаний із трансформа-

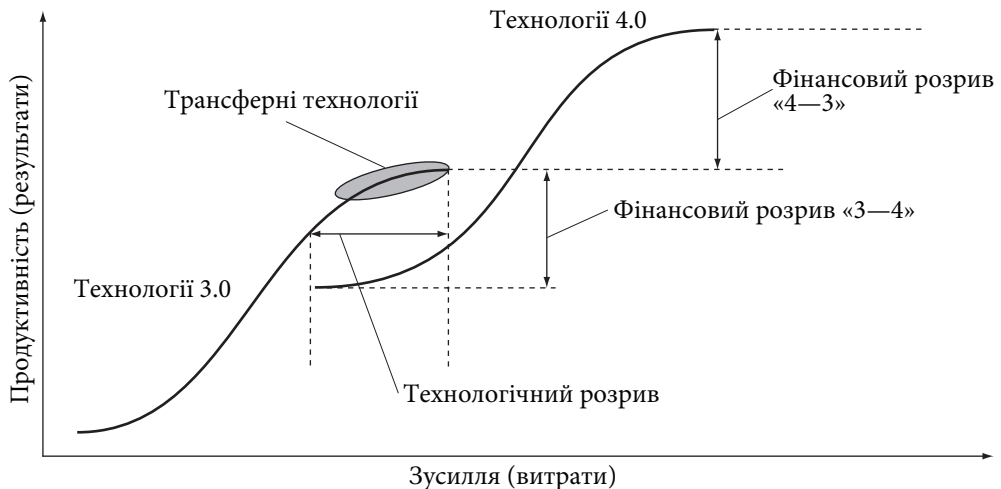


Рис. 4.2. Життєвий цикл технологій, технологічні і фінансові розриви
Складено авторами.

цією комплексу факторів, у тому числі дотепер невідомих, а з урахуванням фактичного досвіду цифрових трансформацій тих країн, які уже минули цю стадію розвитку — але, зрозуміло, тільки за тієї умови, якщо країни можна вважати порівняними, тобто, у термінах висунутої гіпотези, коли вони перебувають на одній S-подібній кривій. Це дає можливість відносно надійно передбачати (прогнозувати) не тільки назад (тобто на основі фактичних даних однієї країни), але й уперед, коли результати очікуваних змін можна почерпнути з аналізу показників інших країн.

При цьому важливо підкреслити, що до уваги потрібно брати не тільки техніко-технологічні, а й інституційні чинники. Адже, у кінцевому рахунку, ефективність упровадження нових технологій визначається також тим, на-

Таблиця 4.1. Перелік показників, що характеризують цифрову економіку країн світу (2014—2016)

| Умовне позначення | Назва показника | |
|-------------------|--|---|
| | англійською | українською |
| b' | The share of value added of the ICT sector | Розмір цифрової економіки, відсоток ВВП (OECD 2015) |
| b'' | Value added of the ICT sector, \$ per capita, PPP | Розмір цифрової економіки, \$ на душу населення, ПКС |
| b ₁ | Internet access in schools, 1-7 (best) | Доступ до Інтернету у школах 1—7 (найкраща оцінка) |
| b ₂ | ICT goods imports (% total goods imports) | Імпорт товарів ІКТ (відсоток всього імпорту товарів) |
| b ₃ | ICT service exports (% of service exports) | Експорт послуг ІКТ (відсоток експорту послуг) |
| b ₄ | International Internet bandwidth, kb/s per user* | Швидкість Інтернету, кб/с на користувача |
| b ₅ | Mobile broadband subscriptions/100 pop.* | Мобільні широкосмугові передплати (на 100 осіб) |
| b ₆ | Fixed telephone subscriptions (per 100 people) | Фіксований телефонний зв'язок (на 100 осіб) |
| b ₇ | Mobile cellular subscriptions (per 100 people) | Передплати на мобільні стільникові (на 100 осіб) |
| b ₈ | Individuals using the Internet (% of population) | Особи, які користуються Інтернетом (відсоток населення) |
| b ₉ | Fixed broadband subscriptions (per 100 people) | Фіксовані широкосмугові передплати (на 100 осіб) |

скільки формальні і неформальні норми поведінки, що домінують у тому чи іншому суспільстві, є сприятливими для інновацій. Суспільство, яке з різних причин не сприймає новаторів і технологічні інновації, не зможе бути успішним і у використанні сучасних цифрових технологій.

З огляду на викладене, науково-методичний підхід до аналізу показників, які характеризують ефекти цифровізації (табл. 4.1 і 4.2), полягає у тому, що:

1) відповідно до економічного сенсу складного виразу «кіберфізичний», усі показники поділено на дві великі групи: першу — що характеризує цифрову (кібернетичну) сторону досліджуваного явища (показники розвитку цифрової економіки), і другу — що характеризує його фізичну сторону (показники розвитку технологій сфери матеріального виробництва);

2) згідно з концептуальним положенням про різноманітність ефектів цифровізації залежно від кібернетичних, техніко-економічних і інституційних умов деяких країн (груп країн), показники зібрано щодо багатьох держав світу за декілька років (2014—2016 рр. — це останній період, стосовно якого є необхідні дані, до того ж у ці роки світова економіка не зазнавала суттєвих потрясінь). З їх числа було виключено тільки ті держави, щодо яких немає достовірних даних про розвиток цифрових і виробничих технологій, а також країни з чисельністю населення до 1 млн осіб (як такі, що не можуть вважатись типовими об'єктами міжнародних спостережень), і специфічні об'єкти, аномально високі результати економічної діяльності яких обумовлені привласненням ренти від продажу вуглецевої сировини (це, насамперед, країни Близького Сходу — Катар, Саудівська Аравія та ін.). Усім цим критеріям відповідають 98 держав світу¹⁸.

Усі наведені показники у табл. 4.1 і 4.2 було, у свою чергу, поділено на дві групи: результативні показники (b' і b'' у табл. 4.1, c' , c'' і c''' у табл. 4.2) і показники (фактори) впливу ($b_1—b_9$ у табл. 4.1, $c_1—c_{11}$ у табл. 4.2). Сенс цього поділу полягав у тому, щоб виявити ті показники, які чинять найбільший вплив на розвиток цифрової та фізичної сфер, а потім використовувати ці впливові індикатори для подальшого аналізу.

¹⁸ А саме: Австралія; Австрія; Азербайджан; Албанія; Алжир; Аргентина; Бельгія; Болгарія; Боснія і Герцеговина; Ботсвана; Бразилія; Бурунді; В'єтнам; Велика Британія; Вірменія; Гана; Гватемала; Гонконг; Греція; Грузія; Данія; Еквадор; Естонія; Ефіопія; Єгипет; Замбія; Ізраїль; Індія; Індонезія; Ірландія; Іспанія; Італія; Йорданія; Казахстан; Канада; Кенія; Киргизька Республіка; Китай; Кіпр; Колумбія; Коста-Ріка; Латвія; Литва; Маврикій; Мадагаскар; Малайзія; Малі; Марокко; Мексика; Мозамбік; Молдова; Монголія; Намібія; Непал; Нідерланди; Нікарагуа; Німеччина; Нова Зеландія; Норвегія; Пакистан; Парагвай; Перу; Південно-Африканська Республіка; Польща; Португалія; Республіка Корея; Російська Федерація; Румунія; Сальвадор; Сенегал; Сербія; Сінгапур; Словацька Республіка; Словенія; Сполучені Штати Америки; Таїланд; Танзанія; Туніс; Туреччина; Уганда; Угорщина; Україна; Уругвай; Філіппіни; Фінляндія; Франція; Хорватія; Чеська Республіка; Чилі; Швейцарія; Швеція; Шрі Ланка; Японія.

Як результативні були випробувані і відносні, і абсолютні показники. Але, як показав їх логічний аналіз і результати виконаних попередніх розрахунків, кращими претендентами на роль результативних показників є ті, що характеризуються абсолютними величинами (але у розрахунку на душу населення), а саме: для цифрової сфери — розмір цифрової економіки, у

Таблиця 4.2. Перелік показників, що характеризують ступінь технологічного розвитку сфери матеріального виробництва країн світу (2014—20161)

| Умовне позначення | Назва показника | |
|-------------------|--|--|
| | англійською | українською |
| c' | High-technology exports (% of manufactured exports) | Високотехнологічний експорт (відсоток від обсягу промислового експорту) |
| c'' | High-technology exports, % GDP | Високотехнологічний експорт (відсоток від ВВП) |
| c''' | High-technology exports, international \$, per capita | Високотехнологічний експорт, \$ на душу населення |
| c ₁ | Industry (including construction), value added (% of GDP) | Промисловість (у т. ч. будівництво), додана вартість (відсоток від ВВП) |
| c ₂ | Manufacturing, value added (% of GDP) | Обробна промисловість, додана вартість (відсоток від ВВП) |
| c ₃ | Manufacturing, value added, \$ per capita, PPP | Обробна промисловість, додана вартість, \$ на душу населення, ПКС |
| c ₄ | Gross fixed capital formation (% of GDP) | Валове нагромадження основного капіталу (відсоток від ВВП) |
| c ₅ | Gross fixed capital formation (international \$ per capita) | Валове нагромадження основного капіталу, \$ на душу населення |
| c ₆ | PCT patents, applications/million pop.* | РСТ патенти, заявок на 1 млн населення |
| c ₇ | Expenditures for R&D, % of GDP, 2005-2015 | Витрати на НДДКР, відсоток від ВВП, 2005—2015 |
| c ₈ | Expenditures for R&D, \$ per capita, PPP, 2005-2015 | Витрати на НДДКР, \$ на 1 особу, ПКС |
| c ₉ | Company spending on R&D, 1-7 (best) | Витрати компаній на НДДКР, 1—7 (найкраща оцінка) |
| c ₁₀ | R&D expenditure by source of funds (%), business enterprise | Витрати на НДДКР за джерелами фінансування (відсоток), комерційні підприємства |
| c ₁₁ | R&D expenditure, business enterprise, \$ per capita, PPP | Витрати підприємств на НДДКР, \$ на душу населення з урахуванням ПКС |

доларах на душу населення за паритетом купівельної спроможності (ПКС), і для фізичної сфери — високотехнологічний експорт, у доларах на душу населення за ПКС. Це є логічно виправданим, адже для цілей даної роботи відсоткові порівняння між країнами є менш коректними, оскільки в них втручається фактор розміру держави.

Для визначення того, які саме показники (фактори) справляють найбільший вплив на підсумковий показник, виконаний стандартний статистичний аналіз (побудовано матрицю парних лінійних коефіцієнтів кореляції, яку було використано також для оцінки мультиколінеарності), а потім сконструйовано звичайні в економічних дослідженнях ступеневі функції, у даному випадку з трьома факторами:

$$b_i'' = B \cdot b_{xi}^l b_{yi}^m b_{zi}^n, \quad (4.1)$$

де b_i'' — розмір цифрової економіки у країні i , у доларах на душу населення за ПКС; B — масштабний коефіцієнт; b_{xi} , b_{yi} , b_{zi} — значення трьох показників у країні i з переліку табл. 4.1, які чинять вплив на розмір цифрової економіки; l , m , n — показники ступеня;

$$c_i''' = C \cdot c_{xi}^o c_{yi}^p c_{zi}^q \quad (4.2)$$

де c_i''' — високотехнологічний експорт у країні i , \$ на душу населення за ПКС; C — масштабний коефіцієнт; c_{xi} , c_{yi} , c_{zi} — значення трьох показників у країні i з переліку табл. 4.2, які чинять вплив на обсяги високотехнологічного експорту; o , p , q — показники ступеня.

Шляхом ряду обчислювальних експериментів (зокрема оптимізації за критерієм мінімального відхилення фактичного значення підсумкового показника від його розрахункового значення з використанням інструментарію пошуку рішення *MS Excel* 2016), встановлено, що розміри цифрової економіки добре обчислюються з використанням таких показників: $x = b_3$ — мобільні широкосмугові передплати (на 100 осіб); $y = b_8$ — кількість осіб, які користуються Інтернетом (відсоток від населення країни); $z = b_5$ — експорт послуг ІКТ (відсоток від експорту послуг, *BoP*¹⁹) (табл. 4.3).

При цьому важливо підкреслити, що розрахунки, результати яких представлено у табл. 4.3, виконано за даними, що характеризують діяльність країн-членів ОЕСР (а не всього світу). Це обумовлено тим, що саме щодо цих об'єктів є достовірна статистична інформація, яка характеризує розміри цифрової економіки (як суми ВДВ за ВЕД згідно *ISIC rev.4*: 26 Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції; 582 Виробництво програмного забезпечення; 61 Телекомунікації; 62—63 Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг (Monitoring, 2015, с. 117)).

¹⁹ Англ. *Balance of Payments (BoP)* — баланс платежів.

Таблиця 4.3. Результати розрахунків розміру цифрової економіки залежно від факторів, що його визначають

| Країна | Розмір цифрової економіки, \$ на душу населення, ПКС | Експорт послуг ІКТ (відсоток експорту послуг, <i>VoP</i>) | Особи, які користуються Інтернетом (відсоток населення) | Мобільні широко смугові передплати (на 100 осіб) | Розрахунок | Похибка |
|----------------------|--|--|---|--|------------|---------|
| | <i>B</i> | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>n</i> | | |
| | 0,7928 | 0,1553 | 0,7095 | 0,8992 | | |
| Австрія | 1925,47 | 31,44 | 83,09 | 88,31 | 1751,62 | 0,09 |
| Бельгія | 1641,44 | 46,49 | 85,52 | 66,66 | 1475,28 | 0,10 |
| Велика Британія | 2293,23 | 36,15 | 92,80 | 91,44 | 1997,58 | 0,13 |
| Греція | 795,72 | 8,77 | 66,38 | 51,34 | 752,17 | 0,05 |
| Данія | 2050,75 | 17,72 | 96,43 | 124,18 | 2419,65 | 0,18 |
| Естонія | 1737,10 | 27,10 | 86,63 | 125,03 | 2410,03 | 0,39 |
| Ірландія | 3448,92 | 67,13 | 80,66 | 98,21 | 2123,03 | 0,38 |
| Іспанія | 1325,75 | 27,11 | 78,48 | 87,30 | 1626,92 | 0,23 |
| Італія | 1340,52 | 31,35 | 58,37 | 86,71 | 1340,58 | 0,00 |
| Канада | 1777,50 | 40,74 | 88,48 | 66,08 | 1468,96 | 0,17 |
| Латвія | 1023,06 | 25,13 | 78,31 | 76,98 | 1433,63 | 0,40 |
| Мексика | 489,71 | 0,66 | 53,79 | 58,84 | 489,78 | 0,00 |
| Нідерланди | 2391,31 | 34,56 | 91,27 | 87,82 | 1890,44 | 0,21 |
| Німеччина | 2396,44 | 39,90 | 87,81 | 80,17 | 1732,88 | 0,28 |
| Норвегія | 2244,12 | 32,71 | 96,80 | 101,84 | 2232,68 | 0,01 |
| Польща | 964,49 | 32,05 | 69,30 | 58,87 | 1072,67 | 0,11 |
| Португалія | 920,89 | 22,54 | 67,88 | 61,06 | 1034,23 | 0,12 |
| Республіка Корея | 3598,54 | 23,52 | 89,97 | 111,48 | 2184,50 | 0,39 |
| Словацька Республіка | 1343,39 | 29,92 | 79,36 | 78,74 | 1517,67 | 0,13 |
| Словенія | 1341,82 | 22,28 | 73,40 | 62,26 | 1110,42 | 0,17 |
| США | 3365,45 | 22,80 | 74,58 | 120,04 | 2033,85 | 0,40 |
| Туреччина | 642,69 | 1,43 | 54,38 | 66,77 | 624,02 | 0,03 |
| Угорщина | 1519,81 | 28,61 | 75,92 | 44,46 | 873,54 | 0,43 |

Закінчення табл. 4.3

| Країна | Розмір цифрової економіки, \$ на душу населення, ПКС | Експорт послуг ІКТ (відсоток експорту послуг, <i>VoP</i>) | Особи, які користуються Інтернетом (відсоток населення) | Мобільні широко смугові передплати (на 100 осіб) | Розрахунок | Похибка |
|-------------------|--|--|---|--|---------------|--------------|
| | <i>B</i> | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>n</i> | | |
| | 0,7928 | 0,1553 | 0,7095 | 0,8992 | | |
| Фінляндія | 2959,59 | 49,65 | 86,89 | 153,01 | 3181,82 | 0,08 |
| Франція | 1965,85 | 40,25 | 84,69 | 81,70 | 1720,18 | 0,12 |
| Чеська Республіка | 1982,64 | 32,47 | 75,46 | 76,02 | 1436,75 | 0,28 |
| Швейцарія | 2799,14 | 28,51 | 88,09 | 103,66 | 2076,95 | 0,26 |
| Швеція | 3489,47 | 46,18 | 91,55 | 125,19 | 2725,94 | 0,22 |
| Японія | 2430,86 | 24,08 | 90,72 | 131,91 | 2565,76 | 0,06 |
| Україна | 348,60 | 28,04 | 49,20 | 22,57 | 348,00 | 0,002 |

Примітки: стандартне відхилення — 883,05; середнє значення — 1938,13, похибка — 0,19; коефіцієнт варіації — 0,46.

Перевірку отриманого рівняння було здійснено на прикладі України ²⁰:

$$b_i'' = 0,79 \cdot b_{3i}^{0,16} b_{8i}^{0,71} b_{5i}^{0,90}, r^2 = 0,7. \quad (4.3)$$

Як показано у табл. 4.3, величина похибки при цьому (відхилення розрахованого обсягу цифрової економіки від фактичного) незначна. Тобто, за запропонованою формулою можна досить точно визначати розміри цифрової економіки в Україні залежно від факторів b_3 , b_8 , b_5 . Тому цю формулу було використано також для розрахунків розмірів цифрової економіки в інших країнах світу, що не входять до ОЕСР.

Далі, після чергового ряду обчислювальних експериментів було встановлено, що на обсяг високотехнологічного експорту у розрахунку на душу населення з числа аналізованих показників найбільше впливають: $x = c_3$ — додана вартість у переробній промисловості, \$ на душу населення, за ПКС; $y = c_{10}$ — витрати на НДДКР, \$ на 1 особу, за ПКС; $z = c_6$ — машини та транспортне обладнання, у доларах на душу населення, за ПКС (табл. 4.4).

²⁰ Тут і далі для оцінки статистичної значущості отриманих коефіцієнтів детермінації (r^2) використано *F*-тест або критерій Фішера, тобто перевірено, чи є розрахункове значення більшим за табличне.

4. Оцінка трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України...

Таблиця 4.4. Результати розрахунків обсягів високотехнологічного експорту залежно від факторів, що його визначають

| Країна | Високотехнологічний експорт, \$ на душу населення, ПКС | Обробна промисловість, ДВ, \$ на душу населення, ПКС | Витрати на НДДКР, \$ на 1 особу, ПКС | Машини та транспортне обладнання, \$ на душу населення, ПКС | Розрахунок | Похибка |
|----------------------|--|--|--------------------------------------|---|----------------|---------|
| | <i>С</i> | <i>о</i> | <i>р</i> | <i>q</i> | | |
| | 0,913 | 0,303 | 0,339 | 0,330 | | |
| Австрія | 2168,47 | 8118,24 | 1515,69 | 2374,59 | 2168,47 | 0,00 |
| Бельгія | 3567,16 | 5799,75 | 1121,65 | 1137,30 | 870,04 | 0,76 |
| Велика Британія | 1066,62 | 3730,02 | 708,82 | 1235,38 | 468,64 | 0,56 |
| Греція | 108,99 | 2238,66 | 254,63 | 207,40 | 165,01 | 0,51 |
| Данія | 1667,60 | 6109,76 | 1469,71 | 1720,34 | 1056,59 | 0,37 |
| Естонія | 848,92 | 3998,22 | 434,27 | 766,20 | 390,60 | 0,54 |
| Ірландія | 5958,17 | 18018,95 | 946,88 | 2012,78 | 2426,97 | 0,59 |
| Іспанія | 314,49 | 4450,61 | 425,64 | 1004,29 | 434,89 | 0,38 |
| Італія | 469,83 | 5332,18 | 495,25 | 1540,13 | 565,69 | 0,20 |
| Канада | 713,95 | 4345,98 | 719,89 | 842,04 | 533,49 | 0,25 |
| Латвія | 510,19 | 2666,84 | 157,20 | 298,78 | 159,90 | 0,69 |
| Мексика | 375,99 | 2902,78 | 96,19 | 706,85 | 145,75 | 0,61 |
| Нідерланди | 3589,67 | 5291,20 | 1001,36 | 1508,83 | 770,30 | 0,79 |
| Німеччина | 2346,44 | 9903,82 | 1380,35 | 4074,74 | 1701,28 | 0,27 |
| Норвегія | 884,02 | 4237,37 | 1203,10 | 1575,58 | 680,13 | 0,23 |
| Польща | 361,95 | 4686,79 | 267,91 | 1120,81 | 372,99 | 0,03 |
| Португалія | 200,93 | 3575,62 | 380,24 | 562,42 | 325,36 | 0,62 |
| Республіка Корея | 2472,68 | 9383,47 | 1463,63 | 4629,65 | 1672,03 | 0,32 |
| Словацька Республіка | 1317,26 | 5955,68 | 352,27 | 2294,88 | 550,85 | 0,58 |
| Словенія | 750,52 | 6375,38 | 706,05 | 1390,77 | 781,09 | 0,04 |
| США | 480,93 | 6634,16 | 1564,93 | 1878,69 | 1180,60 | 1,45 |
| Угорщина | 1257,42 | 5236,63 | 361,61 | 2212,25 | 492,62 | 0,61 |
| Фінляндія | 664,57 | 6186,03 | 1226,12 | 1717,37 | 985,14 | 0,48 |
| Франція | 1616,25 | 4235,47 | 913,30 | 1299,10 | 593,96 | 0,63 |

Закінчення табл. 4.4

| Країна | Високотехнологічний експорт, \$ на душу населення, ПКС | Обробна промисловість, ДВ, \$ на душу населення, ПКС | Витрати на НДДКР, \$ на 1 особу, ПКС | Машина та транспортне обладнання, \$ на душу населення, ПКС | Розрахунок | Похибка |
|-------------------|--|--|--------------------------------------|---|----------------|-------------|
| | <i>c</i> | <i>o</i> | <i>p</i> | <i>q</i> | | |
| | 0,913 | 0,303 | 0,339 | 0,330 | | |
| Чеська Республіка | 2028,13 | 8139,48 | 655,28 | 2735,58 | 988,14 | 0,51 |
| Швейцарія | 6603,15 | 11209,84 | 1847,43 | 3772,41 | 2171,11 | 0,67 |
| Швеція | 1580,48 | 6661,34 | 1558,31 | 2314,83 | 1196,93 | 0,24 |
| Японія | 748,15 | 8305,35 | 1328,87 | 3168,44 | 1396,43 | 0,87 |
| Україна | 36,65 | 1000,50 | 51,47 | 3,62 | 43,05 | 0,17 |

Примітки: стандартне відхилення — 1620,82; середнє значення — 1595,46, похибка — 0,49; коефіцієнт варіації — 1,02.

За результатами розрахунків нами було отримано економіко-математичну модель, яка описує залежність обсягів високотехнологічного експорту (підсумкового показника ступеня технологічного розвитку матеріального виробництва):

$$c''' = 0,913 \cdot c_{3i}^{0,30} \cdot c_{8i}^{0,34} \cdot c_{5i}^{0,33}, r^2 = 0,6. \quad (4.4)$$

Таким чином, було обрано шість факторів впливу. Перші три визначають цифрову (кібернетичну) сторону досліджуваного явища (показників розвитку цифрової економіки):

1) $x = b_3$ — мобільні широкосмугові передплати (на 100 осіб);
 2) $y = b_8$ — кількість осіб, які користуються Інтернетом (у відсотках від населення країни);

3) $z = b_5$ — експорт послуг ІКТ (у відсотках від експорту послуг, *BoP*).

Решта — його фізичну сторону (показників розвитку технологій сфери матеріального виробництва):

4) $x = c_3$ — додана вартість у переробній промисловості, \$ на душу населення, за ПКС;

5) $y = c_{10}$ — витрати на НДДКР, \$ на 1 особу, за ПКС;

6) $z = c_6$ — машини та транспортне обладнання, \$ на душу населення, за ПКС.

Вони були використані для кластеризації країн світу — багатовимірної статистичної процедури, яка на основі аналізу даних, що містять інформацію

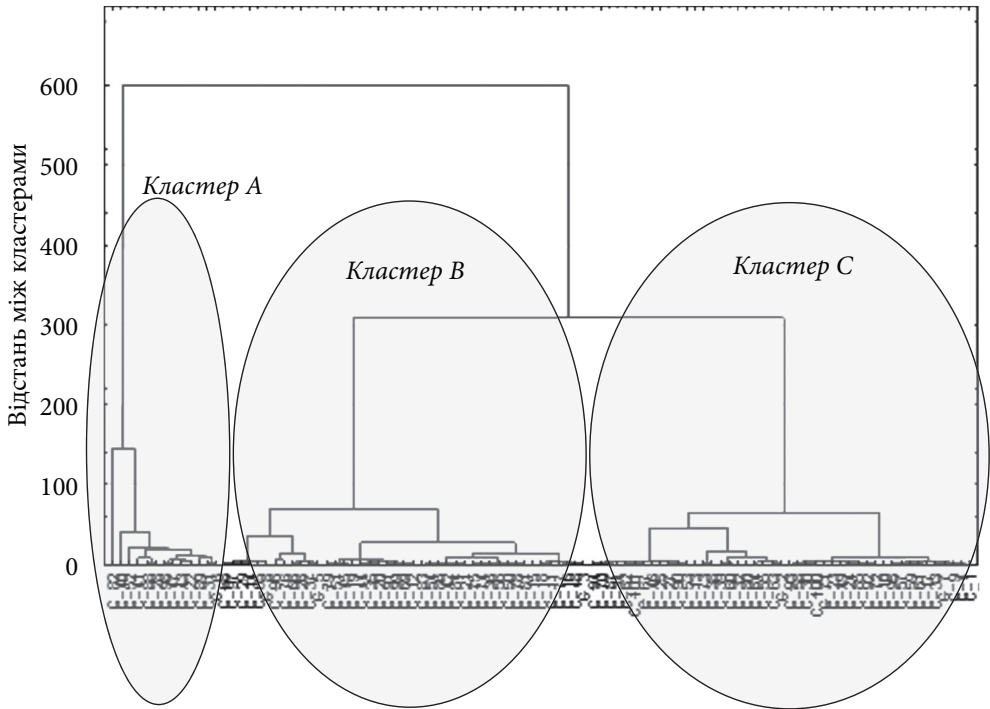


Рис. 4.3. Результати кластеризації країн світу за обраними показниками розвитку кібернетичної і технологічної підсистем (метод Уорда, квадрат евклідової відстані). *Кластер А (Індустрія 4.0)* — Австрія, Данія, Ізраїль, Ірландія, Німеччина, Республіка Корея, Сінгапур, Сполучені Штати Америки, Фінляндія, Швейцарія, Швеція, Японія; *Кластер В (Індустрія 3.0)* — Австралія, Аргентина, Бельгія, Болгарія, Бразилія, Велика Британія, Гонконг, Естонія, Іспанія, Італія, Йорданія, Канада, Казахстан, Китай, Кіпр, Коста-Ріка, Латвія, Литва, Малайзія, Нідерланди, Нова Зеландія, Норвегія, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Словаччина, Словенія, Таїланд, Угорщина, Уругвай, Франція, Хорватія, Чеська Республіка, Чилі; *Кластер С (Індустрія 2.0)* — Азербайджан, Албанія, Алжир, Арабська Республіка, Боснія і Герцеговина, Ботсвана, Бурунді, В'єтнам, Вірменія, Гана, Гватемала, Греція, Грузія, Еквадор, Ефіопія, Єгипет, Замбія, Індія, Індонезія, Кенія, Киргизька Республіка, Колумбія, Маврикій, Мадагаскар, Малі, Марокко, Мексика, Мозамбік, Молдова, Монголія, Намібія, Непал, Нікарагуа, Пакистан, Парагвай, Перу, Південно-Африканська Республіка, Сальвадор, Сенегал, Танзанія, Туніс, Туреччина, Уганда, Україна, Філіппіни, Шрі Ланка

про вибірку об'єктів, упорядковує ці об'єкти у порівняно однорідні групи. Для цього був застосований такий відомий інструмент як ієрархічна кластеризація за методом Уорда, коли для оцінки відстаней між кластерами використовують методи дисперсійного аналізу, а саме приріст суми квадратів відстаней об'єктів до центру кластера, одержуваного в результаті їх об'єднання, з використанням евклідової метрики (евклідової відстані) (рис. 4.3).

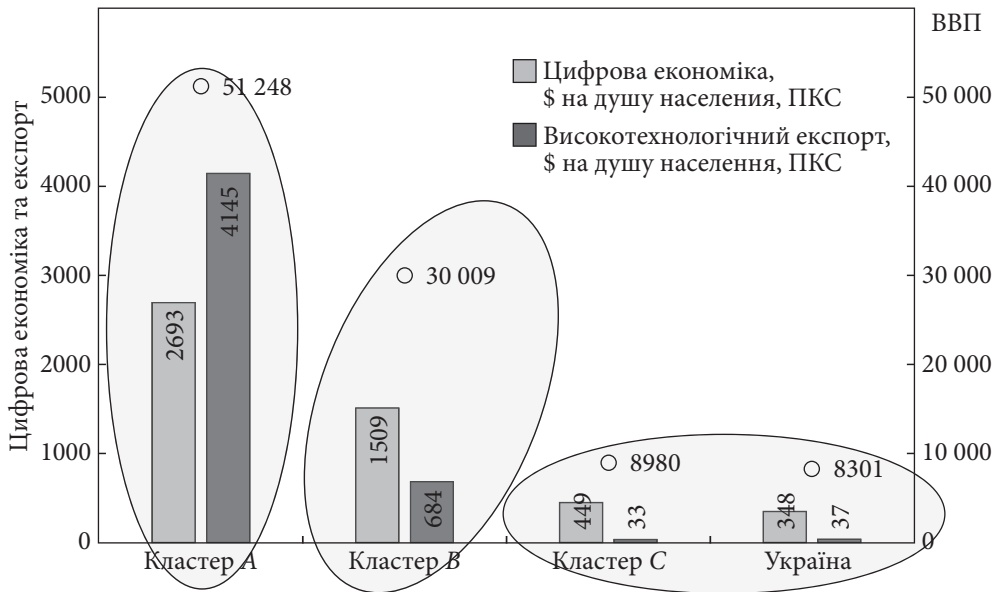


Рис. 4.4. Економічні показники у кластерах країн і України (кластер С)

Як показано на рис. 4.3, упорядкування об'єктів дало змогу сформувати три чітко розділені групи країн, інтерпретовані як країни Індустрії 4.0 (група А), країни Індустрії 3.0 (група В) і країни Індустрії 2.0 (група С)²¹. Така інтерпретація цих груп обумовлена змістовним аналізом показників, що їх характеризують (табл. 4.5, рис. 4.4).

Як видно з табл. 4.5 і рис. 4.4, середні значення показників у кластерах дійсно суттєво (у рази) розрізняються. Якщо у першому кластері (А) розміри цифрової економіки у розрахунку на душу населення складають \$2,7 тис. (за ПКС), то у другому (В) уже \$1,5 тис. (у 1,8 раза менше), а у третьому (С) взагалі тільки \$0,5 тис. (у 6 разів менше, ніж у першому кластері).

Ще контрастніша ситуація спостерігається з обсягом високотехнологічного експорту на душу населення: у кластері А він вищий, ніж у кластері В (у 6 разів), і ніж у кластері С — у 24 рази. Тобто, кіберфізичні показники свідчать про наявність таких кількісних розривів між кластерами, які можуть трактуватись як якісні, як перехід між певними ступенями науково-технічного рівня виробництва. Це підтверджено також значеннями тих показників, які можна трактувати як традиційні фактори виробництва — капітал і труд, представлені у даному випадку валовим нагромадженням

²¹ Для точного визначення кількості груп було використано функціонал якості — суму квадратів відстаней до центру класів. Обрано розбиття, за якого значення функціоналу є мінімальним. У нашому випадку (три кластери) воно дорівнювало 913 849,2.

Таблиця 4.5. Економічні показники, що характеризують сформовані кластери країн світу

| Показник | b'' | b_3 | Особи, які користуються Інтернетом, % населення | Мобільні широко-смуткові передплати (на 100 осіб) | Високотехнологічний експорт, \$ на душу населення, ПКС | Витрати на НДДКР, \$ на 1 особу, ПКС | РСТ патенти, заявок на 1 млн населення | Обробна промисловість, \$ на душу населення, ПКС | ВВП на душу населення по ПКС | Валове нагромадження основного капіталу, \$ на душу населення, ПКС | Середньомісячний зарібок робітників, 2016, \$ 2011, ПКС |
|----------------------------------|----------------|---------------|---|---|--|--------------------------------------|--|--|------------------------------|--|---|
| | a_6 | a_5 | a_1 | c_3 | c_{10} | c_{12} | c'' | b_8 | b_5 | c'' | a_6 |
| <i>Кластер А</i> | | | | | | | | | | | |
| Середнє значення | 2693,4 | 37,1 | 85,6 | 114,5 | 4144,6 | 1479,6 | 227,6 | 9183,4 | 51248,0 | 11938,4 | 4176,7 |
| Стандартне відхилення | 648,2 | 16,8 | 6,5 | 22,6 | 6480,3 | 254,2 | 72,7 | 4017,8 | 14205,2 | 4399,0 | 1001,8 |
| Коефіцієнт варіації, % | 24 | 45 | 8 | 20 | 156 | 17 | 32 | 44 | 28 | 37 | 24 |
| <i>Кластер В</i> | | | | | | | | | | | |
| Середнє значення | 1508,6 | 28,4 | 72,5 | 84,5 | 688,9 | 402,9 | 37,3 | 3827,1 | 30008,7 | 6423,5 | 2200,4 |
| Стандартне відхилення | 406,8 | 11,6 | 13,0 | 19,1 | 894,8 | 327,8 | 49,7 | 1630,9 | 12455,7 | 3002,3 | 1102,1 |
| Коефіцієнт варіації, % | 27 | 41 | 18 | 23 | 131 | 81 | 133 | 43 | 42 | 47 | 50 |
| <i>Кластер С</i> | | | | | | | | | | | |
| Середнє значення, у т.ч. Україна | 449,1 348,0 | 19,6 28,04 | 36,3 49,20 | 42,2 22,57 | 33,4 36,7 | 36,6 51,5 | 1,3 3,62 | 1 058,5 1 000,5 | 8 980 8 301 | 2 111 1 185 | 774 767 |
| Стандартне відхилення | 271,5 | 16,5 | 18,9 | 19,6 | 84,6 | 52,5 | 2,4 | 860,7 | 6108,1 | 1567,7 | 406,3 |
| Коефіцієнт варіації, % | 60 | 84 | 52 | 46 | 253 | 144 | 193 | 81 | 68 | 74 | 52 |

основного капіталу (за 2014—2016 рр.) і середньомісячним заробітком працівників. І, зрештою, сам склад кластеру *A*, до якого входять дуже мало країн, що є на сьогодні явними технологічними лідерами світу (США, Німеччина, Корея, Японія та ін.). Це саме ті держави, де тепер інтенсивно розвивається Індустрія 4.0 або смарт-індустрія.

Україна за всіма показниками явно «не дотягує» до кластеру *B*. Її цілком справедливо можна вважати типовим представником кластеру *C*, тобто групи країн, яка позначена як Індустрія 2.0. Це дійсно так, оскільки, за розрахунками українських спеціалістів, більшість виробничих технологій у державі належать нині до третього і четвертого технологічних укладів (заснованих на масовому і серійному виробництві), тобто тих, період домінування яких у світі завершився ще у ХХ ст. (Ляшенко, Котов, 2015, с. 23—26).

З урахуванням викладеного вище можна переходити власне до оцінки трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України.

4.2. ОЦІНКА ТРАНСФОРМАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Традиційно до числа основних факторів виробництва належать труд і капітал, які часто використовують для моделювання ВВП. В умовах цифрової революції до них також зазвичай додають ті чи інші фактори, що відображають вплив цифровізації економіки та ІКТ сектору (див. розділ 1, рис. 1.1).

Те саме доцільно зробити і в даному випадку, беручи до уваги, що, поперше, потрібно обирати такі показники, про які є доступна інформація щодо різних країн за декілька років. Зважаючи на це, для визначення розмірів ВВП країни *i* у розрахунку на душу населення (Y_i) було запропоновано, поряд з показником, що характеризує розміри цифрової економіки в країнах світу (d_{zi}), використати показники валового нагромадження основного капіталу (за трирічний період — d_{xi}) і середньомісячної заробітної плати працівників (d_{yi}):

$$Y_i = D \cdot d_{xi}^r \cdot d_{yi}^s \cdot d_{zi}^t, \quad (4.5)$$

де r, s, t — показники ступеня.

Вихідні дані для подальшого аналізу представлено у табл. 4.6.

Для визначення параметрів розглянутої залежності функція (4.5) була приведена до лінійного виду шляхом логарифмування:

$$\ln Y_i = \ln D + \ln d_{xi} + \ln d_{yi} + \ln d_{zi}. \quad (4.6)$$

4. Оцінка трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України...

Таблиця 4.6. Результати розрахунку обсягу ВВП залежно від факторів, що його визначають (83 країни)

| Країна | ВВП, \$ на душу населення, ПКС | Валове нагромадження основного капіталу, \$ на душу населення, ПКС | Середньомісячна заробітна плата робітників, 2016, \$ 2011, ПКС | Розмір цифрової економіки, \$ на душу населення, ПКС | Розрахунок | Похибка |
|-----------------------|--------------------------------|--|--|--|------------|---------|
| | <i>D</i> | <i>r</i> | <i>s</i> | <i>t</i> | | |
| | 5,715 | 0,700 | 0,111 | 0,211 | | |
| Австралія | 46 571 | 12 121 | 5 074 | 2 347 | 54 111 | 0,16 |
| Австрія | 49 371 | 11 231 | 3 306 | 1 925 | 46 931 | 0,05 |
| Азербайджан | 17 547 | 4 589 | 1 393 | 953 | 19 663 | 0,12 |
| Албанія | 11 586 | 2 833 | 1 071 | 767 | 13 021 | 0,12 |
| Аргентина | 20 024 | 3 083 | 1 274 | 1 474 | 16 161 | 0,19 |
| Бельгія | 45 595 | 10 582 | 3 691 | 1 641 | 44 063 | 0,03 |
| Болгарія | 18 285 | 3 699 | 1 381 | 1 290 | 18 012 | 0,01 |
| Боснія та Герцеговина | 11 658 | 2 124 | 1 088 | 545 | 9 926 | 0,15 |
| Ботсвана | 16 617 | 5 290 | 1 257 | 695 | 20 096 | 0,21 |
| Бразилія | 15 645 | 2 807 | 1 036 | 1 494 | 14 838 | 0,05 |
| Велика Британія | 41 695 | 6 874 | 3 251 | 2 293 | 34 474 | 0,17 |
| Вірменія | 8 641 | 1 670 | 510 | 755 | 8 261 | 0,04 |
| Гана | 4 184 | 664 | 745 | 678 | 4 416 | 0,06 |
| Гватемала | 7 747 | 1 024 | 653 | 148 | 4 279 | 0,45 |
| Гонконг | 57 006 | 12 810 | 2 464 | 1 857 | 49 428 | 0,13 |
| Греція | 26 524 | 3 077 | 1 449 | 796 | 14 378 | 0,46 |
| Грузія | 9 608 | 2 709 | 1 028 | 575 | 11 823 | 0,23 |
| Данія | 48 827 | 9 611 | 4 266 | 2 051 | 43 869 | 0,10 |
| Еквадор | 11 422 | 3 018 | 498 | 499 | 11 422 | 0,00 |
| Естонія | 28 952 | 6 793 | 2 126 | 1 737 | 30 767 | 0,06 |
| Ефіопія | 1 623 | 631 | 203 | 27 | 1 870 | 0,15 |
| Єгипет | 10 763 | 1 455 | 852 | 502 | 7 288 | 0,32 |
| Ізраїль | 36 459 | 7 176 | 2 537 | 1 966 | 33 463 | 0,08 |
| Індія | 6 126 | 1 778 | 231 | 191 | 5 922 | 0,03 |
| Індонезія | 11 063 | 3 610 | 450 | 515 | 12 890 | 0,17 |
| Ірландія | 62 708 | 15 246 | 3 849 | 3 449 | 66 829 | 0,07 |

Продовження табл. 4.6

| Країна | ВВП, \$ на душу населення, ПКС | Валове нагро- мадження основного капіталу, \$ на душу населення, ПКС | Середньо- місячна заробітна плата робітників, 2016, \$ 2011, ПКС | Розмір цифрової економіки, \$ на душу населення, ПКС | Розра- хунок | По- хибка |
|-------------------------|---|---|--|---|-----------------|--------------|
| | <i>D</i> | <i>r</i> | <i>s</i> | <i>t</i> | | |
| | 5,715 | 0,700 | 0,111 | 0,211 | | |
| Іспанія | 34 888 | 6 876 | 2 834 | 1 326 | 30 259 | 0,13 |
| Італія | 37 237 | 6 307 | 2 958 | 1 341 | 28 686 | 0,23 |
| Казахстан | 25 051 | 5 608 | 1 369 | 1 094 | 23 249 | 0,07 |
| Канада | 44 437 | 10 593 | 4 139 | 1 777 | 45 412 | 0,02 |
| Киргизька Республіка | 3 450 | 1 127 | 612 | 432 | 5 692 | 0,65 |
| Китай | 14 474 | 6 348 | 1 621 | 991 | 25 304 | 0,75 |
| Кіпр | 31 534 | 4 420 | 236 | 1 546 | 17 435 | 0,45 |
| Колумбія | 13 793 | 3 533 | 896 | 655 | 14 414 | 0,05 |
| Коста-Ріка | 15 885 | 2 978 | 1 294 | 1 778 | 16 438 | 0,03 |
| Латвія | 24 953 | 5 235 | 1 620 | 1 023 | 22 257 | 0,11 |
| Литва | 29 027 | 5 551 | 1 714 | 1 215 | 24 195 | 0,17 |
| Маврикій | 20 135 | 3 589 | 1 240 | 751 | 15 548 | 0,23 |
| Мадагаскар | 1 472 | 213 | 213 | 28 | 886 | 0,40 |
| Малайзія | 26 592 | 6 902 | 1 729 | 1 561 | 29 734 | 0,12 |
| Малі | 2 042 | 345 | 362 | 123 | 1 801 | 0,12 |
| Мексика | 17 490 | 3 876 | 654 | 490 | 13 969 | 0,20 |
| Молдова | 5 135 | 1 215 | 702 | 885 | 7 084 | 0,38 |
| Монголія | 12 108 | 2 806 | 1 263 | 606 | 12 535 | 0,04 |
| Намібія | 10 428 | 3 097 | 1 094 | 588 | 13 134 | 0,26 |
| Непал | 2 435 | 652 | 411 | 234 | 3 264 | 0,34 |
| Нідерланди | 49 819 | 9 522 | 3 161 | 2 391 | 43 552 | 0,13 |
| Нікарагуа | 5 288 | 1 546 | 1 176 | 169 | 6 263 | 0,18 |
| Німеччина | 47 929 | 9 569 | 5 228 | 2 396 | 46 220 | 0,04 |
| Нова Зеландія | 38 063 | 8 825 | 3 161 | 1 798 | 38 884 | 0,02 |
| Норвегія | 62 337 | 14 893 | 4 623 | 2 244 | 61 279 | 0,02 |
| Пакистан | 5 023 | 690 | 519 | 129 | 3 075 | 0,39 |
| Перу | 12 571 | 2 893 | 839 | 679 | 12 538 | 0,00 |

Продовження табл. 4.6

| Країна | ВВП, \$ на душу населення, ПКС | Валове нагромадження основного капіталу, \$ на душу населення, ПКС | Середньомісячна заробітна плата робітників, 2016, \$ 2011, ПКС | Розмір цифрової економіки, \$ на душу населення, ПКС | Розрахунок | Похибка |
|---------------------------------|---|--|---|---|------------|---------|
| | <i>D</i> | <i>r</i> | <i>s</i> | <i>t</i> | | |
| | 5,715 | 0,700 | 0,111 | 0,211 | | |
| Південно-Африканська Республіка | 13 194 | 2 654 | 558 | 783 | 11 627 | 0,12 |
| Польща | 26 791 | 5 167 | 2 264 | 964 | 22 602 | 0,16 |
| Португалія | 29 706 | 4 531 | 1 432 | 921 | 19 409 | 0,35 |
| Республіка Корея | 34 601 | 10 166 | 3 831 | 3 599 | 50 759 | 0,47 |
| Росія | 24 114 | 5 058 | 1 551 | 1 388 | 23 060 | 0,04 |
| Румунія | 22 165 | 5 321 | 1 673 | 1 165 | 23 216 | 0,05 |
| Сальвадор | 8 364 | 1 298 | 609 | 238 | 5 541 | 0,34 |
| Сербія | 14 143 | 2 457 | 847 | 1 176 | 12 567 | 0,11 |
| Сінгапур | 86 192 | 23 771 | 4 735 | 2 612 | 87 982 | 0,02 |
| Словацька Республіка | 29 853 | 6 554 | 2 128 | 1 343 | 28 428 | 0,05 |
| Словенія | 31 948 | 5 944 | 2 817 | 1 342 | 27 380 | 0,14 |
| Сполучені Штати Америки | 56 091 | 11 033 | 4 417 | 3 365 | 53 835 | 0,04 |
| Таїланд | 16 262 | 3 968 | 1 189 | 1 008 | 17 662 | 0,09 |
| Танзанія | 2 656 | 890 | 490 | 44 | 2 907 | 0,09 |
| Туреччина | 23 803 | 6 976 | 2 002 | 643 | 25 251 | 0,06 |
| Уганда | 1 802 | 457 | 267 | 241 | 2 442 | 0,35 |
| Угорщина | 26 204 | 5 530 | 2 053 | 1 520 | 25 807 | 0,02 |
| Україна | 8 301 | 1 185 | 767 | 348 | 5 776 | 0,30 |
| Уругвай | 21 209 | 4 257 | 1 219 | 1 573 | 20 433 | 0,04 |
| Філіппіни | 7 354 | 1 648 | 679 | 810 | 8 575 | 0,17 |
| Фінляндія | 42 280 | 8 809 | 3 339 | 2 960 | 43 401 | 0,03 |
| Франція | 40 955 | 8 903 | 3 436 | 1 966 | 40 240 | 0,02 |
| Хорватія | 22 689 | 4 443 | 2 071 | 1 226 | 21 182 | 0,07 |
| Чеська Республіка | 33 604 | 8 576 | 2 235 | 1 983 | 37 446 | 0,11 |

Закінчення табл. 4.6

| Країна | ВВП, \$ на душу населення, ПКС | Валове нагромадження основного капіталу, \$ на душу населення, ПКС | Середньо- місячна заробітна плата робітників, 2016, \$ 2011, ПКС | Розмір цифрової економіки, \$ на душу населення, ПКС | Розра- хунок | По- хибка |
|-----------|---|--|--|---|-----------------|--------------|
| | <i>D</i> | <i>r</i> | <i>s</i> | <i>t</i> | | |
| | 5,715 | 0,700 | 0,111 | 0,211 | | |
| Чилі | 23 541 | 5 536 | 1 342 | 1 151 | 23 234 | 0,01 |
| Швейцарія | 62 203 | 14 872 | 6 081 | 2 077 | 62 081 | 0,00 |
| Швеція | 47 801 | 11 260 | 3 731 | 3 489 | 54 010 | 0,13 |
| Шрі Ланка | 11 771 | 3 143 | 366 | 180 | 9 167 | 0,22 |
| Японія | 40 514 | 9 627 | 3 032 | 2 431 | 43 835 | 0,08 |

Примітки. Регресійна статистика: множинний $R = 0,97$; R -квадрат = 0,95; нормований R -квадрат = 0,94.

Таблиця 4.7. Значення показників ступеня при змінних, що впливають на розміри ВВП країн світу

| Кластер | Валове нагромадження основного капіталу, \$ на душу населення, ПКС | Середньомісячна заробітна плата робітників, 2016, \$ 2011, ПКС | Розмір цифрової економіки, \$ на душу населення, ПКС |
|---------|---|---|--|
| | <i>r</i> | <i>s</i> | <i>t</i> |
| A | 0,631 | 0,305 | 0,306 |
| B | 0,615 | 0,165 | 0,251 |
| C | 0,835 | 0,155 | 0,142 |

У подальшому аналізі сума квадратичних відхилень між спостережуваними величинами і відповідними оцінками повинна бути мінімальною.

Розрахунки показників регресійної статистики показали, що коефіцієнти детермінації, які показують частку дисперсії залежної змінної, що пояснюється розглянутою моделлю залежності, тобто тими змінними, що впливають на результат, є високими (див. примітку до табл. 4.6).

Далі була виконана параметризація функції для кластерів A, B і C. Її результати показали, що ВВП залежить від усіх трьох змінних (капітал, труд та ІКТ), і всі вони чинять вплив, але різний. Ступінь при «цифрі», який характеризує силу впливу, менший, ніж при «труді» і «капіталі», причому різний для різних кластерів (табл. 4.7).

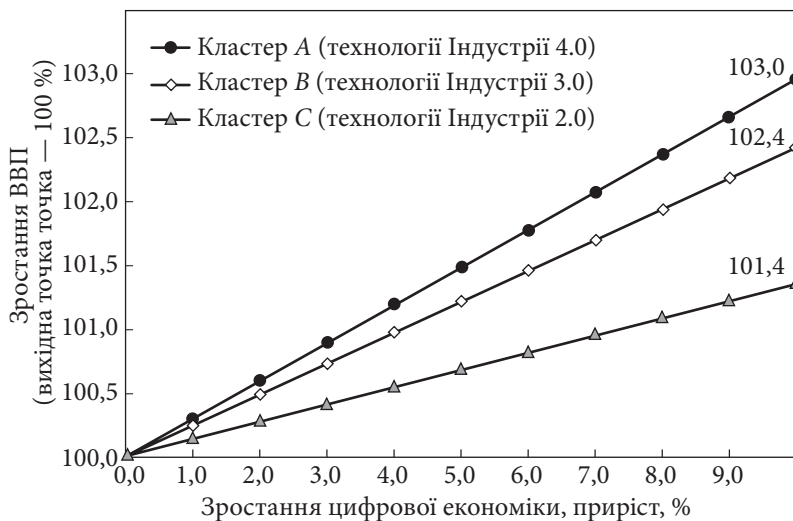


Рис. 4.5. Залежність ВВП від зростання цифрової економіки по групах країн

Як показали результати розрахунків, цифровізація добре працює у тих країнах, де є високим загальний техніко-технологічний рівень виробництва і створені сприятливі для інновацій інститути. В Україні поки що цього немає. Тому і розрахований вплив «цифри» є суттєво меншим (рис. 4.5).

Такий різний нахил ліній на рис. 4.5 є підтвердженням раніше висунутої гіпотези про те, що групи країн розташовані на різних S-подібних кривих, що пов'язано також і з різною віддачею від вкладеного капіталу. Це означає, що країни кластеру А, які масштабно упроваджують технології Індустрії 4.0, зараз вириваються вперед і надалі їх розрив із тими державами, що відстають, буде тільки збільшуватись.

Тим не менше, вплив цифровізації може бути відчутним навіть у тих державах, що входять до кластеру С (технології Індустрії 2.0). Якщо сектор ІКТ брати сам по собі, то зростання цифрової економіки в Україні на 10 % дало би приріст ВВП тільки на $\approx 0,4$ %²². А з урахуванням комплексного впливу цифровізації на різні аспекти соціально-економічних процесів отримані результати розрахунків свідчать про досить суттєвий позитивний ефект — за умови зростання цифрової економіки на 10 % приріст ВВП потенційно може скласти 1,4 %.

Але таке зростання не буде досягнуто автоматично. У цьому зв'язку доцільно ще раз підкреслити, що вихідні дані побудовані у розрізі кра-

²² За сумою ВЕД, які представляють ІКТ, розмір цифрової економіки в Україні складає ≈ 4 % ВВП (2016). Отже прямий вплив зростання цифрової економіки на 10 % складає $4 \times 0,1 = 0,4$.

їн світу, тож інтерпретувати їх також потрібно, зважаючи на специфічні обставини місця і часу певних держав. З цієї причини досягнення кращих показників ВВП в Україні потребує не тільки «підтягування» цифрових технологій, але й техніки та суспільних інститутів до рівня тих країн, які вже зуміли досягти кращих результатів і розташовані правіше на S-подібній кривій (рис. 4.2), а також вирішення комплексу пов'язаних із цим проблем.

4.3. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Відповідно до розробленої концепції S-подібної кривої, розраховувати тільки на трансферт технологій із-за кордону як на надійний засіб вирішення проблем відставання національної економіки не можна, оскільки, як показано на рис. 4.2, трансфертні технології звичайно мають обмежений потенціал зростання фізичної продуктивності і містять «вмонтоване» технологічне відставання. Очевидно, щоб принципово підняти техніко-технологічний рівень, потрібна власна наука, поєднана з виробництвом, розвиток національної сфери НДДКР (як для нових власних розробок, так і для адаптації запозичених).

Як відзначено у роботі (Vishnevsky, Knjazev, 2018), на даному етапі розвитку держави, беручи до уваги світові тенденції до прискорення наукоємних розумних перетворень у всіх сферах суспільного життя, національна наука — це, мабуть, тепер найслабкіша ланка. У комплексі заходів щодо підвищення якості інститутів, сприяння розвитку цифрових і виробничих технологій саме їй потрібно приділити найбільшу увагу.

Як відомо, загальні витрати на НДДКР в Україні за період 2005—2015 рр. склали тільки 0,62 % ВВП за середньосвітового рівня 2,23 % (тобто в Україні — у 3,6 раза менше). Ураховуючи, що ВВП України (за ПКС) також приблизно удвічі відстає від середнього у світі, реальні видатки на НДДКР у державі менше за середньосвітові приблизно у сім разів. Ці самі висновки стосуються витрат у розрахунку на одного дослідника, оскільки їх чисельність у розрахунку на 1 млн населення приблизно дорівнює середній у світі (Україна — 1,0 тис. осіб, світ — 1,3 тис. осіб) (табл. 4.8).

При цьому на одиницю поточних і капітальних витрат українські дослідники виробляють набагато більше продукції, ніж їхні колеги в середньому у світі, і навіть більше, ніж колеги у таких країнах — промислових лідерах, як США, Китай і Німеччина. Це, однак, не означає, що національна наука в цілому працює цілком задовільно. Наведені у табл. 4.8 показники у розрахунку на одного зайнятого у сфері НДДКР в Україні є помітно нижчими від середньосвітових (окрім заявок на промислові зразки).

Але навіть ці результати, якщо їх перерахувати на \$1 млн витрат, є досить високими (за винятком високотехнологічного експорту). Наприклад, наукових статей один український дослідник на \$1 млн фінансування публікує приблизно учетверо більше, ніж дослідники у середньому в світі. Це у свою чергу означає, що видатки країни (державні і приватні) на одну наукову статтю, підготовлену дослідником, приблизно в чотири рази менші, ніж у середньому в світі.

Іншими словами, українські дослідники поки ще підтримують відносно пристойний рівень результатів, не отримуючи на це адекватного фінансування. За такі гроші ні в США, ні в Німеччині, ні в Китаї наука не працює. І це реальна проблема. Дешева наука в кінцевому рахунку обходиться суспільству дуже дорого. Це по-перше.

А по-друге, відносно хороші (з урахуванням чиннику фінансування) результати України у сфері науково-технічного заділу погано трансформуються в реальне виробництво. Наприклад, Китай використовує науково-технічний заділ набагато ефективніше: у цій країні високотехнологічний експорт у розрахунку на один промисловий зразок майже утричі вищий, ніж в Україні. Це означає, що наявний національний науковий потенціал працює у значній мірі на зарубіжну, а не на вітчизняну індустрію.

Є ще одна проблема України, що рельєфно виявляється в світлі міжнародних порівнянь. У провідних країнах світу основним джерелом фінансування НДДКР є не держава, а бізнес. Наприклад, питома вага приватного капіталу в джерелах фінансування НДДКР склала (станом на 2013 р.), %: у Німеччині — 67, США — 69, Китаї — 75 (UNESCO Science Report, 2016, с. 743—791). Саме попит з боку бізнесу, і, насамперед, індустрії, допомагає підтримувати високий рівень НДДКР у цих країнах. Тому сучасну промисловість і називають драйвером інновацій. А якщо є попит, то є й пропозиція. В Україні ж фінансує науку в основному держава (48 %), значна частина коштів надходить з-за кордону (22 %). А бізнес (29 %), порівняно з індустріальними країнами-лідерами, фінансує науку дуже мало. Це свідчить про явну слабкість приватного попиту на високотехнологічні розробки.

Можна, звичайно, зазначити, що їх пропозиція з боку національної науки також не найкраща. І це дійсно так. Але корінна причина, мабуть, все ж таки не в ній. За будь-якої, навіть найкращої пропозиції, стійкий попит на науку з боку бізнесу потребує довгого горизонту планування. Якщо ж він короткий (обмежений тривалістю політичного циклу), то витрати на інновації просто не окупуваються, а тому домінантним власникам бізнесу вигідніше задовольняти економічні інтереси не за рахунок ризикованих інновацій, а за рахунок використання ресурсів влади і отримання ренти, що часто і спостерігається на практиці.

У цілому, така ситуація у сфері НДДКР склалась не тому, що українські вчені, які спираються на багаторічні традиції наукових шкіл, пра-

Таблиця 4.8. Деякі показники розвитку науки і технологій у країнах світу

| Показник | Світ | США | Китай | Німеччина | Росія | Україна | Співвідношення Україна / Світ |
|---|-------|-------|-------|-----------|-------|---------|-------------------------------|
| Кількість дослідників в еквіваленті повної зайнятості на 1 млн осіб (2005—2015) | 1278 | 4 232 | 1177 | 4 431 | 3131 | 1006 | 0,79 |
| Видатки на НДДКР, відсоток від ВВП (2005—2015) | 2,23 | 2,79 | 2,10 | 2,88 | 1,13 | 0,62 | 0,28 |
| Загальна середньорічна кількість дослідників, тис. осіб (2005—2015) | 9 511 | 1367 | 1623 | 366 | 452 | 45 | 0,0048 |
| Видатки у розрахунку на одного дослідника з урахуванням ПКС, млн дол. | 0,263 | 0,352 | 0,257 | 0,288 | 0,090 | 0,045 | 0,17 |
| <i>Віддача у розрахунку на одного дослідника</i> | | | | | | | |
| За статтями у наукових і технічних журналах, од. | 0,23 | 0,30 | 0,25 | 0,28 | 0,08 | 0,16 | 0,69 |
| За заявками на патенти від резидентів, од. | 0,196 | 0,211 | 0,597 | 0,129 | 0,065 | 0,050 | 0,26 |
| За заявками на промислові зразки від резидентів, од. | 0,089 | 0,017 | 0,340 | 0,123 | 0,006 | 0,095 | 1,07 |
| За високотехнологічним експортом, млн дол. | 0,226 | 0,112 | 0,306 | 0,518 | 0,015 | 0,031 | 0,14 |
| <i>Віддача з видатків на одного дослідника</i> | | | | | | | |
| За статтями у наукових і технічних журналах, од. /1 млн дол. | 0,87 | 1,20 | 0,96 | 0,96 | 0,88 | 3,56 | 4,07 |
| За заявками на патенти від резидентів, од. /1 млн дол. | 0,745 | 0,600 | 2,323 | 0,450 | 0,723 | 1,119 | 1,50 |
| За заявками на промислові зразки від резидентів, од. /1 млн дол. | 0,337 | 0,047 | 1,323 | 0,429 | 0,065 | 2,114 | 6,27 |
| За високотехнологічним експортом, млн дол. / 1 млн дол. | 0,859 | 0,319 | 1,190 | 1,800 | 0,164 | 0,684 | 0,80 |

Розраховано за даними: The World Bank. World Development Indicators: Science and technology (2017). Retrieved 24 September 2019, from <http://wdi.worldbank.org/table/5.13#>.

цюють і організовані так вже погано (хоча організаційні інновації у цій сфері давно назріли), а, насамперед, тому, що наука погано фінансується. Причому причини цього полягають не стільки у недостатній увазі до цієї сфери з боку держави, скільки у слабкому попиті на науково-технічні розробки з боку бізнесу. Такий попит, у свою чергу, пов'язаний із коротким горизонтом планування, що змушує бізнес надавати перевагу не тривалим за характером інноваціям, а швидким результатам за рахунок використання ресурсів влади і рентоорієнтованої поведінки. Короткий же горизонт планування обумовлений стратегічною нестабільністю розвитку і зростанням соціальної нерівності під згубним впливом політичного циклу, який в Україні набув вигляду перманентних революцій. Не може бути стабільним і заможним суспільство, що живе у ритмі короткострокових циклів революційних трансформацій політики і власності. Таким чином, коло замкнулось.

Для того, щоб його розірвати, принципово важливо вивести розвиток економіки та її провідної ланки — промисловості — за рамки короткострокових політичних циклів, що генерують нестабільність і збільшують соціальну нерівність. Для цього необхідні:

- а) довгострокові гарантії власності, в тому числі інтелектуальної;
- б) довгострокові державно-приватні стратегії розвитку, в тому числі кіберфізичного виробництва, плюс стратегії перепідготовки кадрів на засадах *STEM*, а також стратегії зменшення бідності і соціальної нерівності;
- в) довгострокові інститути розвитку, засновані на принципах незалежних регуляторних агентств (Shapiro, 1997), зміна правил роботи і керівництва яких має виходити за межі повноважень чергової політичної влади.

Для розширення масштабів та інтенсифікації НДДКР Україні за прикладом багатьох інших держав потрібно мати власну Стратегію інноваційного розвитку. У липні 2019 р. Кабінет міністрів України схвалив Стратегію розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року²³. Однак вона не відповідає на ключові питання:

- ◆ хто є відповідальним за виконання стратегії, якими для цього він наділяється ресурсами і повноваженнями, у тому числі — щодо конкретизації та здійснення контролю за виконанням заходів стратегії, якою має бути відповідальність за невиконання стратегії;
- ◆ якими мають бути кількісні результати, коли вони будуть досягнуті (етапи) та які для цього потрібні (приблизно) витрати з розбивкою по періодах;
- ◆ хто та як їх буде фінансувати; як це фінансування має узгоджуватись з реальними фінансовими планами уряду (бюджетами, бюджетними

²³ Про схвалення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету міністрів України від 10.07.2019 №526-р. *Офіційний вісник України*. 2019. № 57, ст. 1983.

програмами), політикою Національного банку України і Міністерства фінансів України, планами підприємств і організацій.

Для того, щоб відповісти на ці принципи питання, потрібна не просто поточна нормотвірна діяльність чиновників і залучених фахівців, а проведення за держзамовленням спеціальних наукових досліджень із проблем формування інноваційної стратегії держави, у тому числі щодо:

- ◆ виконання *SWOT*-аналізу української інноваційної системи;
- ◆ постановку кількісних цілей;
- ◆ побудови функцій залежності результатів від витрат і обґрунтування таким чином хоча б приблизних масштабів фінансування для досягнення поставлених цілей;
- ◆ обґрунтування можливих форм фінансування (спеціальні бюджетні і позабюджетні фонди, інститути розвитку, кредити, фінтех, податкові стимули, краудфандинг тощо);
- ◆ обґрунтування рекомендацій щодо призначення органів, відповідальних за реалізацію стратегії, визначення обсягів необхідних їм повноважень і ресурсів, взаємовідносин із іншими органами влади і управління, у тому числі — в процесах формування бюджетної, податкової та монетарної політики, з державними і приватними підприємствами і організаціями.

Серед конкретних заходів, які сприятимуть удосконаленню довгострокової політики України у сфері інновацій, можна запропонувати:

- ◆ поетапне збільшення обсягів фінансування НДДКР на період до 2030 р. щонайменше до 2 % ВВП, у тому числі — не менше половини за рахунок приватного сектору;
- ◆ сприяння поінформованості науковців і підприємців про різні етапи та учасників інноваційного процесу шляхом розробки і періодичного оновлення переліку ключових технологій, які забезпечують основу для інновацій у низці продуктів у галузях промисловості; створення для цього Групи високого рівня з ключових технологій;
- ◆ удосконалення процедур середньострокового планування інноваційного розвитку з використанням кількісних індикаторів розвитку і визначення сум фінансування заходів із розбивкою по роках;
- ◆ залучення до фінансового забезпечення інновацій інститутів розвитку, виділення у державному та місцевих бюджетах коштів на реалізацію заходів Стратегії інноваційного розвитку окремим рядком.

До зазначеного вище потрібна політична воля для реального розподілу влади на користь інновацій, а не пошуку ренти.

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100010000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000011001
000001000001111
110000011110100
0010000101000001
010110000011101
100001001101000
000001101000000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011110000010000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110

ВИСНОВКИ

У представленій монографії здійснено аналіз і розроблено комплекс теоретичних, науково-методичних та практичних положень і рекомендацій щодо визначення трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України з урахуванням специфічних обставин її готовності до цифрових і виробничих трансформацій, обґрунтовано можливі шляхи його підвищення і ефективного використання. На підставі результатів виконаного дослідження викладено основні положення і висновки, на які доцільно звернути увагу з позицій їх використання у теорії та практиці, а також критичного оцінювання фахівцями і визначення напрямів подальшого наукового аналізу проблем розвитку цифрової економіки, у тому числі — в Україні.

1. Щодо виявлення особливостей сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та їхньої ролі у цифровізації національних економік

1.1. Спираючись на результати аналізу сучасних техніко-економічних процесів в епоху цифрової революції, структурного та етимологічного аналізу відомих визначень ІКТ, та для розширення сфери застосування цього терміну в роботі запропоновано розуміти під ІКТ сукупність методів і процесів виробництва інформації, її зберігання, обробки, передачі та сприйняття людиною або спеціальними пристроями, а також науковий опис таких методів і процесів.

1.2. Запропоновано розширити визначення поняття інфраструктури ІКТ за рахунок включення до нього системи підготовки та перепідготовки кадрів у сфері ІКТ і комп'ютерної грамотності населення країни. Відповідно до цього підходу, ІКТ-інфраструктура — це сукупність

засобів обчислювальної техніки, телекомунікаційного обладнання, каналів передання даних та інформаційних систем, засобів комутації та управління інформаційними потоками, організаційних структур, правових і нормативних механізмів, що забезпечують їх ефективне функціонування, а також системи забезпечення комп'ютерної грамотності населення, професійної підготовки і перепідготовки фахівців у секторі ІКТ.

1.3. Визначено, що сучасні ІКТ, яким притаманні специфічні властивості (концепція 4С — обробка даних (*Computing*), комунікації (*Communications*), наповнення (*Content*), доступність для економічних агентів та їхня здатність (*Capacity*) користуватися ІКТ), стануть доступними для повної реалізації свого потенціалу в Україні за умови виконання ряду вимог:

- ◆ стабілізації розвитку національної економіки;
- ◆ забезпечення високого рівня освіченості населення країни, зокрема — комп'ютерної грамотності;
- ◆ створення надійного інституту прав інтелектуальної власності;
- ◆ формування розвинутого ринку ІКТ;
- ◆ надання ефективної державної підтримки підприємствам ІКТ-сектору;
- ◆ наявності дієвого антимонопольного регулювання і створення конкурентного середовища у сфері ІКТ.

2. Щодо визначення специфіки процесів цифровізації та їхнього впливу на кінцевий випуск товарів і послуг в економіці

2.1. За результатами аналізу категоріального апарату цифрової економіки і з урахуванням випереджальних темпів розвитку цифрової діяльності встановлено, що цифрова економіка являє собою вид економічної активності, який ґрунтується на цифрових технологіях. Виділено поняття цифрової економіки у вузькому сенсі — як валової доданої вартості, створеної у секторах ІКТ-послуг та ІКТ-промисловості, та у широкому сенсі — як валової доданої вартості, створеної в усіх секторах економіки за допомогою ІКТ-технологій та ІКТ-інфраструктури.

2.2. Установлено, що нині не існує уніфікованого підходу до вимірювання внеску цифрової економіки у світову, тому дані про її розміри є дуже різними: від відсотків, тобто однозначних цифр, до приблизно 1/5 світового ВВП. При цьому багато наявних оцінок базуються не на фактичних даних, а на експертних висновках та результатах анкетування. На сьогодні найнадійнішою є оцінка фахівців ОЕСР, які цифрову економіку, ґрунтовану на цифрових технологіях, розраховують через суму валової доданої вартості, створеної у секторі ІКТ-послуг та ІКТ-промисловості.

2.3. До числа відомих цифрових технологій, які визначають особливості сучасного етапу розвитку цифрової економіки, належать технології Ве-

ликих даних. Установлено, що найбільшу віддачу від аналізу Великих даних підприємства отримують за рахунок скорочення витрат і створення нових можливостей для інновацій. Монетизація Великих даних відбувається шляхом створення більшої цінності компанії для клієнтів і покупців через розробку нових бізнес-моделей, створення пулів із компаній суміжних галузей, що використовують Великі дані, створення нових послуг, нових напрямів і видів збуту продукції, підвищення рівня її якості.

2.4. Розкрито потенціал нового динамічного напрямку використання Великих даних — упровадження прогностичних моделей Великих даних у державний сектор економіки. Їх використання відкриває нові можливості для економії часу і державних коштів в оподаткуванні і соціальному забезпеченні населення, зменшення масштабів корупції та шахрайства у сфері фіскальних відносин, у тому числі — міжнародних.

2.5. Визначено, що серед перспективних цифрових технологій важливе місце посідає блокчейн. На даний час індустріальні версії блокчейн розвиваються дещо повільно, а увагу інвесторів і розробників, як і раніше, привертають переважно криптовалюти. Проте ситуація поступово змінюється. Зокрема, одним із перспективних напрямів застосування блокчейн у промисловості може бути його симбіоз із технологіями Інтернету речей, який сприятиме підвищенню ступеня надійності і безпеки вже широко розповсюджених «розумних» пристроїв і устаткування.

3. Щодо проблем визначення впливу процесів цифровізації та ІКТ на економічний розвиток

3.1. Установлено, що відомі на цей час інструменти та методи, за допомогою яких можна оцінювати вплив «цифровізації» на економічні показники діяльності бізнесу, мають низку недоліків, серед яких:

- ◆ відсутність системного оцінювання та вибірковість об'єктів дослідження, що негативно впливає на уявлення про розвиток цифрових технологій та їхній вплив на результати діяльності й ступінь упровадження «цифри» в національну економіку;
- ◆ велика кількість показників, використання різноманітних джерел, відсутність даних (індикаторів) у деяких країнах або відсутність даних за певні проміжки часу, що значно ускладнює аналізування;
- ◆ технічно ускладнені розрахунки за індикаторами нових технологій, навичок, здібностей і компетенцій, які перешкоджають коректному порівнянню країн.

3.2. Виявлено, що загальним недоліком багатьох проаналізованих методик розрахунку індикаторів розмірів та розвитку цифрової економіки є те, що результати розрахунків часто не пов'язані із загальними показниками соціально-економічного розвитку країн, їхніми макроекономічними, демографічними та

інституційними особливостями, до яких, зокрема, належить розмір економіки та обсяг ВВП на одну особу, кількість населення і робочої сили, обсяг експорту високотехнологічної продукції, ступінь інноваційності економіки тощо.

3.3. У результаті аналізу відомих сучасних економіко-математичних моделей впливу науково-технічного прогресу та ІКТ на економічний розвиток встановлено, що такі моделі переважно засновані на виробничій функції Кобба — Дугласа з запропонованими Р. Солоу її модифікаціями. Використання цих моделей дало змогу отримати низку дуже різних і суперечливих оцінок впливу ІКТ на економіку. Тим не менш, загальний головний висновок, якого можна дійти на їх основі, полягає у тому, що, всупереч «парадоксу Солоу», цифровізація має значення.

Головними недоліками проаналізованих моделей є:

- ◆ використання в багатьох із них методології аналізу панельних даних, застосованої ще Р. Солоу;
- ◆ недостатнє врахування наявності технологічних циклів і можливостей переходу до нових технологічних укладів, що позначається на достовірності отриманих результатів;
- ◆ виконання багатьох оцінок впливу ІКТ на економічний розвиток у межах однієї країни, що ставить їх у залежність від особливостей інститутів, соціально-економічного розвитку, наявної інфраструктури тощо кожного окремого об'єкта аналізу.

3.4. Визначено, що для оцінки того, який вплив ІКТ чинять на економіку країни, та як розвиваються цифрові технології та економіка у взаємному зв'язку та впливі, доцільно:

- ◆ аналізувати вплив ІКТ на економічний розвиток із використанням порівнянь різних країн, із урахуванням їхнього досвіду розвитку цифрової економіки; відповідно, вирішення такого завдання може потребувати розробки не однієї, а комплексу моделей;
- ◆ виконувати аналіз за порівняно невеликий проміжок часу (упродовж якого, виходячи з положень закону Мура та враховуючи фактор прискорення НТП, не спостерігається різких і непередбачуваних стрибків ефективності цифрової діяльності);
- ◆ урахувувати фактор життєвого циклу технологій і те, що у різних країнах домінують технології різного рівня і різного ступеня розвитку, що позначається зокрема і на продуктивності цифрових технологій.

4. Щодо оцінки трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України

4.1. Спираючись на результати виконаного аналізу, оцінку трансформаційного потенціалу цифровізації економіки запропоновано будувати на таких принципах:

- ◆ цифрова економіка має велике значення не сама по собі, а передовсім як невід’ємна складова частина виробничих кіберфізичних систем, які формують новий спосіб виробництва і пов’язані з ним системи інститутів і соціально-економічних відносин; тому ефекти цифровізації залежать від продуктивності матеріальних носіїв ІКТ в цілому і програмного забезпечення зокрема;
- ◆ закономірності зв’язків між цифровими витратами і результатами діяльності, опосередковані розвитком кіберфізичних систем, не можна вважати універсальними, єдиними для всіх часів і народів; тому якщо в різних країнах (групах країн) домінують різні технологічні уклади, то і наслідки цифровізації у цих країнах (групах країн) будуть різними;
- ◆ ефекти цифровізації доцільно визначати з застосуванням концепції життєвого циклу технології, описуваного S-подібними кривими, і стрибкоподібними переходами з однієї кривої до іншої у зв’язку зі зміною панівних технологій у тій або іншій країні;
- ◆ до уваги потрібно брати не тільки техніко-технологічні, а й інституційні чинники, адже ефективність упровадження нових технологій визначається також тим, наскільки формальні і неформальні норми поведінки, що домінують у тому або іншому суспільстві, є сприятливими для інновацій.

4.2. Для реалізації викладених принципів розроблено і реалізовано такий науково-методичний підхід до моделювання, який передбачає:

- ◆ формування бази даних щодо країн світу за двома класами показників — тими, що характеризують цифрову (кібернетичну) сторону досліджуваного явища (показники розвитку цифрової економіки), і тими, що характеризують його фізичну сторону (показники розвитку технологій сфери матеріального виробництва);
- ◆ виконання кластерного аналізу з використанням обраних показників. Упорядкування об’єктів дало змогу сформуванню три чітко розділені групи країн, що були інтерпретовані як країни Індустрії 4.0 (кластер А), країни Індустрії 3.0 (кластер В), і країни Індустрії 2.0 (кластер С, до якого входить і Україна). Така інтерпретація цих груп обумовлена змістовним аналізом показників, що їх характеризують;
- ◆ побудову функцій залежності ВВП на душу населення країн світу від традиційних факторів, виражених через питомі (у розрахунку на одну особу) показники валового нагромадження основного капіталу, середньомісячного заробітку працівників і розмірів цифрової економіки.

4.3. На основі аналізу побудованих функцій встановлено, що цифровізація дає більшу віддачу у кластерах А і В, та меншу — у кластері С. Тобто ефекти цифровізації краще проявляються там, де є високим загальний техніко-технологічний рівень виробництва і створені сприятливі для інновацій інститути.

4.4. Установлено, що вплив цифровізації може бути відчутним навіть у тих державах, що входять до кластеру С. Якщо сектор ІКТ розглядати окремо, то зростання цифрової економіки в Україні на 10 % давало би приріст ВВП тільки на $\approx 0,4$ %. А з урахуванням комплексного впливу цифровізації на різні аспекти соціально-економічних процесів отримані результати розрахунків свідчать про наявність досить суттєвого потенціального позитивного ефекту — за умови зростання цифрової економіки на 10 % приріст ВВП потенційно може скласти $\approx 1,4$ %;

4.5. Надано економічну інтерпретацію отриманих результатів. Обґрунтовано, що розраховані економічні ефекти цифровізації у вигляді зростання ВВП не можуть бути досягнуті автоматично. Результати потрібно інтерпретувати, беручи до уваги специфічні обставини місця і часу окремих держав. З цієї причини досягнення кращих показників ВВП за рахунок цифровізації в Україні потребує не тільки «підтягування» цифрових технологій, але й техніки та суспільних інститутів до рівня тих країн, які вже зуміли досягти кращих результатів і розташовані правіше на S-подібній кривій, а також вирішення комплексу пов'язаних із цим проблем.

5. Щодо обґрунтування комплексу заходів з підвищення трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України

5.1. На основі аналізування S-подібних кривих і концепції життєвого циклу технологій зроблено висновок про те, що розраховувати на трансферт технологій із-за кордону як надійний засіб вирішення проблем відставання національної економіки не можна, оскільки трансфертні технології зазвичай мають обмежений потенціал зростання фізичної продуктивності і містять «вмонтоване» технологічне відставання. Очевидно, щоб принципово підняти техніко-технологічний рівень потрібна власна наука, поєднана з виробництвом, розвиток національної сфери НДДКР (як для нових власних розробок, так і для адаптації запозичених).

5.2. З урахуванням особливої важливості національної науки виявлено, що причина її занепаду полягає не стільки у недостатній увазі до цієї сфери з боку держави (у т. ч. недостатньому бюджетному фінансуванні), скільки у слабкому попиті на науково-технічні розробки з боку бізнесу. Такий попит, у свою чергу, пов'язаний із коротким горизонтом планування. Для подолання цієї перешкоди принципово важливо вивести розвиток економіки та її провідної ланки — промисловості — за рамки короткострокових політичних циклів, що генерують нестабільність і збільшують соціальну нерівність. Для цього необхідні:

- ◆ довгострокові гарантії власності, в тому числі інтелектуальної;

- ◆ довгострокові державно-приватні стратегії розвитку, в тому числі кіберфізичного виробництва, плюс стратегії перепідготовки кадрів на засадах *STEM*, а також стратегії зменшення бідності і соціальної нерівності;
- ◆ довгострокові інститути розвитку, засновані на принципах незалежних регуляторних агентств, зміни правил роботи і керівництва яких мають виходити за межі повноважень чергової політичної влади.

5.3. Обґрунтовано, що для прискорення розвитку цифрової економіки в Україні потрібні заходи, які сприятимуть удосконаленню довгострокової політики України у сфері інновацій, зокрема, шляхом урахування у Стратегії інноваційного розвитку України на період до 2030 р. пропозицій щодо:

- ◆ поетапного збільшення обсягів фінансування НДДКР на період до 2030 р. щонайменше до 2 % ВВП, у тому числі не менше половини за рахунок приватного сектору;
- ◆ сприяння поінформованості науковців і підприємців про різні етапи та учасників інноваційного процесу шляхом розробки і періодичного оновлення переліку ключових технологій, які забезпечують основу для інновацій у низці продуктів у галузях промисловості; створення для цього Групи високого рівня з ключових технологій;
- ◆ удосконалення процедур середньострокового планування інноваційного розвитку з використанням кількісних індикаторів розвитку і визначення сум фінансування заходів із розбивкою по роках;
- ◆ залучення до фінансового забезпечення інновацій інститутів розвитку, виділення у державному та місцевих бюджетах коштів на реалізацію заходів Стратегії окремим рядком.

5.4. Запропоновано реалізувати низку заходів щодо створення сприятливішого інституційного середовища безпосередньо для збільшення трансформаційного потенціалу цифровізації:

- ◆ удосконалити термінологічний апарат у сфері ІКТ, що використовується в Україні, насамперед у нормативно-законодавчих актах, виходячи з розробленого визначення ІКТ як сукупності методів і процесів виробництва інформації, її зберігання, обробки, передачі та сприйняття людиною або спеціальними пристроями, а також науковий опис таких методів і процесів;
- ◆ розробити визнану на державному рівні методіку оцінювання впливу Великих даних на доходи, створення доданої вартості та ВВП у цілому; при цьому основними показниками можуть бути: а) для оцінки постачальників Великих даних — кількість компаній, що працюють у сфері аналізу Великих даних; обсяг доходів цих компаній від виробництва обладнання та програмного забезпечення для аналізу; б) для оцінки споживачів Великих даних — кількість компаній та підприємств, що використовують аналіз Великих даних у власній діяльності (розмір, види діяльності, регіони); обсяг інвестицій у Великі дані; частка доходу підприємств, створена за рахунок використання Великих даних;

- ◆ для збору показників діяльності підприємств-споживачів Великих даних Держкомстату України розробити нові статистичні форми, а підприємствам — виокремлювати, можливо, оцінковим методом, частку доходів, отриманих завдяки аналізу Великих даних; для збору детальної інформації про діяльність компаній-постачальників Великих даних можна скористатися досвідом німецької компанії *Experton Group*, яка розробила Методику оцінювання вендорів *Big Data* та використовує її для проведення щорічного моніторингу цього ринку;
- ◆ виправити визначення терміну «товар» у «Класифікації видів економічної діяльності ДК 009:2010 «Національного класифікатору України, оскільки унаслідок стрімкої цифровізації товари вже давно не є тільки матеріальними об'єктами — оцифровані товари й програмне забезпечення непотрібно транспортувати, проте вони є предметом купівлі, продажу або обміну і не належать до послуг;
- ◆ удосконалити податкове законодавство щодо торгівлі товарами в електронній формі (для підприємств — застосовувати механізм зворотного нарахування зобов'язань із ПДВ, для операцій із придбання товарів та послуг кінцевими споживачами, вартість яких не перевищує, наприклад, прожитковий мінімум — увести податок на транзакції зі ставкою 1—2 %); це має сприяти збільшенню надходжень до бюджету та мінімізації шахрайських схем з ПДВ, ухилень від сплати податків в електронній торгівлі;
- ◆ розробити план заходів з розвитку інституту прав власності в Україні з урахуванням державних цілей щодо розвитку сектору ІКТ і чинних міжнародних угод у частині протидії цифровому піратству;
- ◆ в рамках реалізації Концепції розвитку цифрової економіки і суспільства України на 2018—2020 рр. розробити детальніші програми державної підтримки підприємств сектору ІКТ, науково-дослідних і загальноосвітніх установ, що здійснюють підготовку фахівців для сектору ІКТ і дослідження в цьому напрямі.

Наведені наукові положення, висновки і рекомендації можуть бути використані органами державної влади і управління, недержавними неприбутковими самоврядними організаціями, промисловими підприємствами та їх об'єднаннями у процесі формування і реалізації політики у сфері розвитку цифрової економіки України і підвищення її ефективності.

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000101000001
010110000011101
100001001101000
000001101000000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011110000010000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
00011011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 100 Data and Analytics Predictions Through 2021. (2018). *Gartner*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.gartner.com/doc/3746424?ref=mrktg-srch>
- About USOF (2019). *Universal Service Obligation Fund*. Retrieved 24 September 2019, from <http://www.usof.gov.in/usof-cms/home.jsp>
- Accenture Strategy (2015). #Smarter2030: ICT Solutions for 21st Century Challenges. *Global e-Sustainability Initiative (GeSI)*. Retrieved 24 September 2019, from http://smarter2030.gesi.org/downloads/Full_report.pdf
- Acemoglu, D., Autor, D., Dorn, D., Hanson, G.H., Price, B. (2014). Return of the Solow Paradox? IT, Productivity, and Employment in U.S. Manufacturing. *American Economic Review*. Vol. 104, No. 5, 394-399. <https://doi.org/10.1257/aer.104.5.394>
- Ainsworth R.T., Alwohaibi M. (2017). Blockchain, Bitcoin, and VAT in the GCC: the missing trader example. Boston University School of Law. Law & Economics Research Paper No. 17-05. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2919056>
- Analytics comes of age. (2018). *McKinsey & Company*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/analytics-comes-of-age>
- Arnold, A. (2018). The 6 Major Blockchain Trends For 2018 Outlined By Deloitte. *Forbes*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.forbes.com/sites/andrewarnold/2018/07/27/the-6-major-blockchain-trends-for-2018-outlined-by-deloitte>
- Aulakh, G. (2014). Trai suggests 8 % of yearly revenue as license fee for Internet providers; may push up rates. *The Economic Times*. Retrieved 24 September 2019, from <https://economictimes.indiatimes.com/industry/telecom/trai-suggests-8-of-yearly-revenue-as-license-fee-for-internet-providers-may-push-up-rates/articleshow/34486749.cms>
- Baheti, R., & Gill, H. (2011). Cyber-physical Systems. In T. Samad & A.M. Annaswamy (Eds.) *The Impact of Control Technology* (1st ed.). NY: IEEE Control Systems Society. Retrieved 24

- September 2019, from <http://ieeecss.org/sites/ieeecss/files/2019-07/IoCT-Part3-02CyberphysicalSystems.pdf>
- BGX Blockchain Market Report. (2019). *Medium*. Retrieved 24 September 2019, from <https://medium.com/@bgxglobal/bgx-blockchain-market-report-2019-7e9a0b3ed8c>
- Big Data — Statistics & Facts. (2019). *Statista*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.statista.com/topics/1464/big-data/>
- Big Data Analytics Market Study. Wisdom of Crowds Series. (2017). *MicroStrategy. Ins.* Retrieved 24 September 2019, from https://www.microstrategy.com/getmedia/cd052225-be60-49fd-ab1c-4984ebc3cde9/Dresner-Report-Big_Data_Analytic_Market_Study-WisdomofCrowdsSeries-2017
- Big data market size revenue forecast worldwide from 2011 to 2027 (in billion U.S. dollars). (2018). *Statista*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.statista.com/statistics/254266/global-big-data-market-forecast/>
- Big Data. (2018). *Forrester*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.forrester.com/search?tmtxt=big+data+&source=typed&dateRange=1&showAtoms=true>
- Blockchain Voting Notches Another Success-This Time in Switzerland. (2018). *Fortune*. Retrieved 24 September 2019, from <http://fortune.com/2018/07/03/blockchain-voting-trial-zug/>
- Brynjolfsson, E., Hitt, L.M. (2003). Computing productivity: firm-level evidence. *Review of economics and statistics*. Vol. 85, No. 4, 793-808.
- Buckley, T., Nicholas, S., Brown, M. (2018). China 2017 Review: World's second biggest economy continues to drive global trends in energy investment. *Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA)*. Retrieved 24 September 2019, from <http://ieefa.org/wp-content/uploads/2018/01/China-Review-2017.pdf>
- Calif, I. (2017). Alteryx announces fourth quarter and full year 2017 financial results. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.alteryx.com/press-releases/2018-02-21-alteryx-announces-fourth-quarter-and-full-year-2017-financial-results>
- Calif, I. (2018). Alteryx announces first quarter 2018 financial results. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.alteryx.com/press-releases/2018-05-09-alteryx-announces-first-quarter-2018-financial-results>
- Cambridge Dictionary (2019). ICT. Retrieved 24 September 2019, from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/ict>
- Castillo, M. del. (2019). Big Blockchain: The 50 Largest Public Companies Exploring Blockchain. *Forbes*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2018/07/03/big-blockchain-the-50-largest-public-companies-exploring-blockchain>
- CES 2018 — 5G and AI stimulate the world of new technologies. (2019). Bright Blue Innovation Intl. Retrieved 24 September 2019, from <http://brightblueii.com/2018/01/21/ces-2018-5g-and-ai-stimulate-the-world-of-new-technologies/>
- Chang, J.-H., Huynh, P. (2016). ASEAN in transformation: the future of jobs at risk of automation. International Labour Office, Bureau for Employers' Activities; ILO Regional Office for Asia and the Pacific. Geneva: ILO, working paper; No. 9.
- Chittilapally, J. (2017). Energy in India. The time has come to alter the energy balance, but at what cost. *Lifegate*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.lifegate.com/people/lifestyle/energy-in-india-facts-and-figures>
- Cohen, S.S., Zysman, J. (1987). *Manufacturing Matters: Myth of the Post-Industrial Economy*. NY: Basic Books.

- Collins Dictionary. (2019). ICT. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/ict>
- Connectivity Broadband market developments in the EU. (2018). *Digital Economy and Society Index Report 2018*. Retrieved 24 September 2019, from http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52245
- Deep Shift. Technology Tipping Points and Societal Impact. (2019). Retrieved 24 September 2019, from https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/46-wef_gac15_technological_tipping_points_report_2015-toconnected.pdf
- DESI 2018. Digital Economy and Society Index. Methodological note. (2018). Retrieved 24 September 2019, from http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52297
- Digital Agenda Scoreboard key indicators — Digital Scoreboard — Data & Indicators. (2018). *Digital Single Market*. Retrieved 24 September 2019, from https://digital-agenda-data.eu/datasets/digital_agenda_scoreboard_key_indicators/indicators
- Digital Economy Compass. (2018). Retrieved 24 September 2019, from https://andyblackassociates.co.uk/wp-content/uploads/2018/03/study_id52194_digital-economy-compass.pdf
- Digital Public Services. (2018). *Digital Economy and Society Index Report 2018*. Retrieved 24 September 2019, from http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52244
- Digital Skills Indicator — derived from Eurostat survey on ICT usage by Individuals. Methodological note. (2015). Retrieved 24 September 2019, from http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=14342
- Digital Transformation of Industries Demystifying Digital and Securing \$100 Trillion for Society and Industry by 2025. (2016). *World Economic Forum*. Retrieved 24 September 2019, from <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wef-digital-transformation-2016-exec-summary.pdf>
- Digitalization. (2012). *Gartner IT Glossary*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.gartner.com/it-glossary/digitalization/>
- Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. (2013). *McKinsey & Company*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>
- Ease of doing business index (1=most business-friendly regulations). (2018). *The World Bank Data*. Retrieved 24 September 2019, from <https://data.worldbank.org/indicator/IC.BUS.EASE.XQ>
- Economides, N. (2001). The Microsoft Antitrust Case: Rejoinder. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 1 (1), 71-79.
- eInvoicing. (2018). *European Commission*. Retrieved 24 September 2019, from https://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement/e-procurement/e-invoicing_en
- E-Participation Index. (2018). *UN E-Government Knowledgebase*. Retrieved 24 September 2019, from <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/about/overview/e-participation>
- Europe's Digital Progress. Report 2017. (2018). Retrieved 24 September 2019, from http://ec.europa.eu/newsroom/document.cfm?doc_id=44388
- Fenwick, N., Schadler, T., Matzke, P., Hopkins, B., & Gunderson, A. (2017). The Top Emerging Technologies For Digital Predators Tools And Technology: The CIO Digital Business Transformation Playbook. Retrieved 24 September 2019, from <https://slidex.tips/download/res136032#>

- Ford, F.R., Lobo I. (2018). Digital disruption: Development unleashed. Multiply innovation, collaboration and impact through digital in international development by an. Retrieved 24 September 2019, from https://www.accenture.com/t20170601T083538Z__w_/us-en/_acnmedia/PDF-40/Accenture-Digital-Disruption-Development-Unleashed.pdf
- Frequently Asked Questions: A Strategy for e-Procurement. (2012). *European Commission*. Press Release Database. Retrieved 24 September 2019, from http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-265_en.htm?locale=en
- G20 Digital Economy Ministerial Declaration and Annexes 2018. (2018). *Universities of Toronto*. Retrieved 24 September 2019, from <http://www.g20.utoronto.ca/2018/2018-08-24-digital.html>
- Gartner Says 8.4 Billion Connected «Things» Will Be in Use in 2017, Up 31 Percent From 2016. (2019). Retrieved 24 September 2019, from <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-02-07-gartner-says-8-billion-connected-things-will-be-in-use-in-2017-up-31-percent-from-2016>
- Gerbert, P., Lorenz, M., Rübmann, M., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. *The Boston Consulting Group (BCG)*. Retrieved 24 September 2019, from https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx
- Groopman, J., Owyang, J. (2018). The Internet of Trusted Things. *Kaleido Insight*. Retrieved 24 September 2019, from http://www.kaleidoinsights.com/wp-content/uploads/2018/01/KI_Report_IoTBlockchain_FINAL.pdf
- Grymes, S. (2008). Unstructured Data and the 80 Percent Rule. *Breakthrough Analysis*. Retrieved 24 September 2019, from <http://breakthroughanalysis.com/2008/08/01/unstructured-data-and-the-80-percent-rule/>
- Hammer, C.L., Kostroch, D.C., Quirós, G., & STA Internal Group. Big Data: Potential, Challenges, and Statistical Implications. *IMF Staff Discussion Note*. Retrieved 24 September 2019, from <http://www.imf.org/~media/Files/Publications/SDN/2017/sdn1706-bigdata.ashx>
- Herrero, A.G., Xu, J. (2018). How big is China's digital economy? *Bruegel Working Paper*. 17, Iss. 04, 14 p. Retrieved 24 September 2019, from http://bruegel.org/wp-content/uploads/2018/05/WP04_Digital-economy_Bruegel.pdf
- Hofmann, E., Strewe, U.M., Bosia, N. (2018). Supply Chain Finance And Blockchain Technology. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62371-9>
- How companies are using big data and analytics. (2016). *McKinsey & Company*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/how-companies-are-using-big-data-and-analytics>
- How it works. (2019). *Provable*. Retrieved 24 September 2019, from <https://provable.xyz>
- How to measure the success of cloud investments: 7 factors to include in your cloud initiative ROI calculation. (2018). *Digital Me Up*. Retrieved 24 September 2019, from <https://digital-me-up.com/2018/03/18/how-to-measure-the-success-of-cloud-investments-7-factors-to-include-in-your-cloud-initiative-roi-calculation/>
- Howells-Barby, M. (2019). The Ultimate List of Blockchain Statistics for 2019. *The Coin Offering*. Retrieved 24 September 2019, from <https://thecoinoffering.com/learn/blockchain-statistics>
- Human Capital. Digital Inclusion and Skills. (2018). *Digital Economy and Society Index Report 2018*. Retrieved 24 September 2019, from http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52247

- Hyperledger Business Blockchain Technologies. (2018). *Hyperledger*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.hyperledger.org>
- ICT Industry Analysis: Prospective Insights on R&D in ICT. (2018). Retrieved 24 September 2019, from <http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/ISG/PREDICT.html>
- ICT: Funding and Partnerships. (2019). Asian Development Bank. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.adb.org/sectors/ict/funding-and-partnerships>
- Independent Directors Council (IDC). (2018). *Statistics*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.idc.org/research/stats>
- Information and communication technology for development: ADB experiences. (2010). Asian Development Bank. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27469/ict-adb-experiences.pdf>
- Information Economy Report 2017: Digitalization, Trade and Development. (2017). *United Nation Conference on trade and development*. UNCTAD. Retrieved 24 September 2019, from http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ier2017_en.pdf
- Information Economy Report 2017: Digitalization, Trade and Development. (2018). Retrieved 24 September 2019, from https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ier2017_en.pdf
- Integration of Digital Technologies. (2018). *Digital Economy and Society Index Report 2018*. Retrieved 24 September 2019, from http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52243
- International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC) Revision 3. (1989). United Nation. Department of Economic and Social Affairs. Retrieved 24 September 2019, from <https://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=2> [Superseded. The current version is ISIC Revision 4].
- International Standard Industrial Classification of All Economic Activities. Revision 4. (2008). United Nation. Department of Economic and Social Affairs. Retrieved 24 September 2019, from https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev4e.pdf
- Interpretation of the Principal Components. (2018). *STAT 505*. Retrieved 24 September 2019, from <https://onlinecourses.science.psu.edu/stat505/node/54>
- ITU reveals latest global ICT Development Index country ranking with release of Measuring the Information Society 2017 report. (2017). *E-Trade for all*. Retrieved 24 September 2019, from <https://etradeforall.org/itu-reveals-latest-global-ict-development-index-country-ranking-release-measuring-information-society-2017-report>
- Jordan, R. (2018). How to Scale Ethereum: Sharding Explained. *Medium*. Retrieved 24 September 2019, from <https://medium.com/prysmatic-labs/how-to-scale-ethereum-sharding-explained-ba2e283b7fce>
- Jorgenson, D.W., Ho, M.S., Stiroh, K.J. (2003). Lessons from the U.S. Growth Resurgence. *Journal of Policy Modeling*, Vol. 25, No. 5, 453-470. [https://doi.org/10.1016/S0161-8938\(03\)00040-1](https://doi.org/10.1016/S0161-8938(03)00040-1)
- Jorgenson, D.W., Stiroh, K.J. (2000). Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age. *Brookings Papers on Economic Activity*, No. 1. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.brookings.edu/bpea-articles/raising-the-speed-limit-u-s-economic-growth-in-the-information-age>
- Juswanto, W., Simms, R. (2017). Fair Taxation in the Digital Economy. *Asian Development Bank Institute (ADB I)*, No. 2017-5, December.
- Kaino, L.M. (2008). Information and Communication Technology (ICT) developments, utilization and challenges in ICMI history. *Symposium on the Occasion of the 100th*

- Anniversary of ICMI*, Rome. Retrieved 24 September 2019, from <http://www.krepublishers.com/02-Journals/JC/JC-04-0-000-13-Web/JC-04-1-000-2013-Abst-PDF/JC-04-1-000-13-Abst-PDF/JC-04-1-033-13-061-Kaino-L-M/JC-04-1-033-13-061-Kaino-L-M-Tt.pdf>
- Kambies, T., Roma, P., Mittal, N., Sharma, S.K. (2018). Dark analytics: Illuminating opportunities hidden within unstructured data. *Deloitte*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/tech-trends/2017/dark-data-analyzing-unstructured-data.html>
- Kane, G.C., Palmer, D., Phillips, A.N., Kiron, D., Buckley, N. (2015). Strategy, not technology, drives digital transformation. Becoming a digitally mature enterprise. *Deloitte Insights*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/digital-transformation/digital-transformation-strategy-digitally-mature.html>
- Kniaziev, S.I. (2017). Development of smart industry as an efficient way to implement the policy of neoindustrialization in the world. *Econ. Promisl.*, No. 4 (80), 5-18. <https://doi.org/10.15407/econindustry2017.04.005>.
- Knickrehm, M., Berthon B., Daugherty, P. (2016). Digital disruption: The growth multiplier. Optimizing digital investments to realize higher productivity and growth. Accenture Strategy, 11 pp. Retrieved 24 September 2019, from https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-14/accenture-strategy-digital-disruption-growth-multiplier-brazil.pdf
- Kobielus, J. (2018). Big Data. *Wikibon*. Retrieved 24 September 2019, from <https://wikibon.com/ai-democratization-ibm-deep-cognition-cloudera/>
- Krugman, P. (2018). Transaction Costs and Tethers: Why I'm a Crypto Skeptic. *The New York Times*. 2018. 21 July. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.nytimes.com/2018/07/31/opinion/transaction-costs-and-tethers-why-im-a-crypto-skeptic.html>
- Kundishora, S.M. (2014). The role of information and communication technology (ICT) in enhancing local economic development and poverty reduction. *The World Bank*. Retrieved 24 September 2019, from https://siteresources.worldbank.org/CMUDLP/Resources/Role_ICT_paper.pdf
- Landrock, H., Schonschek, O., Gadatsch, A. (2015). Big Data Vendor Benchmark 2015. A Comparison of Big Data Solution Providers. Retrieved 24 September 2019, from <https://docplayer.net/1375161-Big-data-vendor-benchmark-2015-a-comparison-of-big-data-solution-providers-germany-an-analysis-by-experton-group-ag-munich-germany.html>
- Li, J. (2014). Protecting the Tax Base in the Digital Economy. *UN Papers on Selected Topics in Protecting the Tax Base of Developing Countries*, Paper No. 9.
- Lightning Network. Scalable, Instant Bitcoin/Blockchain Transactions. (2018). *Lightning Network*. Retrieved 24 September 2019, from <https://lightning.network>
- Mastering the duality of digital: How companies withstand disruption. (2019). *McKinsey*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.mckinsey.com/bussines-functions/mckinsey-digital/our-insights/mastering-the-duality-of-digital-how-companies-withstand-disruption>
- Measuring the Digital Economy. (2018). International Monetary Fund. Washington, D.C. 47 p. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.imf.org/en/Publications/Policy-Papers/Issues/2018/04/03/022818-measuring-the-digital-economy>
- Measuring the Information Economy 2002. (2002). Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264099012-en>

- Mello, R., Leite, L.R., Martins, R.A. (2014). Is Big Data the Next Big Thing in Performance Measurement Systems? *IIE Annual Conference and Expo 2014*. Retrieved 24 September 2019, from https://www.researchgate.net/publication/266021876_Is_Big_Data_the_Next_Big_Thing_in_Performance_Measurement_Systems
- Mickoleit, A. (2010). Greener and Smarter: ICTs, the Environment and Climate Change. Paris: OECD publishing. <https://doi.org/10.1787/5k9h3635kdbt-en>
- Monitoring the Digital Economy & Society 2016—2021. (2015). Retrieved 24 September 2019, from <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/341889/725524/Monitoring+the+Digital+Economy+&+Society+2016-2021/7df02d85-698a-4a87-a6b1-7994df7fbeb7>
- Moore, G.E. (2003). No Exponential is Forever: But «Forever» Can Be Delayed! *International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)*. Digest of technical papers (10 February, 2003, San Francisco), Vol. 1, 20-23. <https://doi.org/10.1109/ISSCC.2003.1234193>
- Muro, M. (2017). Digitalization and the American workforce. Brookings. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.brookings.edu/research/digitalization-and-the-american-workforce>
- Murray, J. (2011). Cloud network architecture and ICT. *TechTarget*. Retrieved 24 September 2019, from <http://itknowledgeexchange.techtarget.com/modern-network-architecture/cloud-network-architecture-and-ict/>
- Networked Readiness Index 2016. (2017). *World Economic Forum*. Retrieved 24 September 2019, from <https://widgets.weforum.org/gitr2016/>
- New country classifications by income level: 2017-2018. (2017). *World Bank Blogs*. Retrieved 24 September 2019, from <https://blogs.worldbank.org/opendata/edutech/new-country-classifications-income-level-2017-2018>
- Noble, L. (2018). Cargill blockchain shipping transaction cuts exchange time to 24 hours. *The Global Treasurer*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.theglobaltreasurer.com/2018/05/14/cargill-blockchain-shipping-transaction-cuts-exchange-time-to-24-hours>
- O'Mahony, M., Vecchi, M. (2003). Is there an ICT impact on TFP? A heterogeneous dynamic panel approach. *National Institute of Economic and Social Research*, No. 219. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.niesr.ac.uk/publications/there-ict-impact-tfp-heterogeneous-dynamic-panel-approach>
- OECD. (2017). *Digital Economy Outlook 2017*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264276284-en>
- Ometoruwa, T. (2019). Solving the Blockchain Trilemma: Decentralization, Security & Scalability. *Coinbureau*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.coinbureau.com/analysis/solving-blockchain-trilemma>
- Open Data Barometer. (2018). *World Wide Web Foundation*. Retrieved 24 September 2019, from <https://opendatabarometer.org>
- Partington, R. (2019). *Robot era shouldn't mean end to workers' rights, says UN agency*. the Guardian. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.theguardian.com/business/2019/jan/22/ilo-workers-rights-robots-jobs-un-union>
- Partners LLC Big Data Business Impact: Achieving Business Results through Innovation and Disruption. Big Data Executive Survey 2017. Executive Summary of Findings. (2017). *New Vantage*. Retrieved 24 September 2019, from <http://newvantage.com/wp-content/uploads/2017/01/Big-Data-Executive-Survey-2017-Executive-Summary.pdf>
- Perez, C. (2009). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics*. No. 20. The Other Canon Foundation, Norway, Tallinn University of Technology, Tallinn. Retrieved 24 Sep-

- tember 2019, from <http://e-tcs.org/wp-content/uploads/2012/04/PEREZ-Carlota-Technological-revolutions-and-tehno-economic-paradigms1.pdf>
- Pietsch, B. (2019). Explainer: What Google, Facebook could face in U.S. antitrust probe. Reuters. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.reuters.com/article/us-tech-antitrust-explainer/explainer-what-google-facebook-could-face-in-u-s-antitrust-probe-idUSKCN1UJ2Z3>
- Press, G. (2018). 5 Top Technologies for Digital Disruption. *Forbes*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2017/04/27/5-top-technologies-for-digital-disruption/#68a411da4898>
- Private Company Issues and Opportunities. Global considerations for 2019. (2018). *Deloitte*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/deloitte-private/articles/private-company-issues-and-opportunities.html>
- Quarterly revenue of Amazon Web Services from 1st quarter 2014 to 1st quarter 2018 (in million U.S. dollars). (2018). *Statista*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.statista.com/statistics/250520/forecast-of-amazon-web-services-revenue/>
- Redefining competitiveness and growth. Unlocking the digital potential of industries across Europe. (2017). *European Business Summit Report 2016*. Retrieved 24 September 2019, from https://www.accenture.com/t20170417T121149Z__w_/us-en/_acnmedia/PDF-22/Accenture-EBS-2016-Summit-Report-Unlocking-Digital-Growth.pdf?fla=en
- Report by the Stiglitz Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. Executive Summary. (2009). Retrieved 24 September 2019, from <https://www.stat.si/doc/drzstat/Stiglitz%20report.pdf>
- Report on the 5th Science and Technology Basic Plan. (2015). Council for Science, Technology and Innovation Cabinet Office, Government of Japan. December 18. 18 pp.
- Rosulek, M. (2017). 14 Bitcoin quotes by famous people. *Medium*. Retrieved 24 September 2019, from: <https://medium.com/@MartinRosulek/14-bitcoin-quotes-by-famous-people-6e7a1a009281>
- Shapiro, M. (1997). The problems of independent agencies in the United States and the European Union. *Journal of European Public Policy*, Vol. 4, No. 2, 276-291.
- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1, 65-94.
- Solow, R. (1957). A Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3, 312-320.
- Solow, R. (1987). We'd better watch out. *The New York Times Book Review*, 12 July.
- Spence, R., Smith, M.L. (2010). ICT, development, and poverty reduction: Five emerging stories. *Information Technologies & International Development*, Vol. 6, SE, 11-17. Retrieved 24 September 2019, from <https://pdfs.semanticscholar.org/0240/ac6e30d2f4cd586dbef682615cea493fdd83.pdf>
- Stinchcombe, K. (2017). Ten years in, nobody has come up with a use for blockchain. *Hackernoon*. Retrieved 24 September 2019, from <https://hackernoon.com/ten-years-in-nobody-has-come-up-with-a-use-case-for-blockchain-ee98c180100>
- Suoronta, J. (2004). Youth and information and communication technologies. In World youth report 2003: the global situation of young people. Ch. 12, 311-333. *United Nations. Department of Economic and Social Affairs*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.un.org/esa/socdev/unyin/documents/ch12.pdf>
- Svidronova, M.M., Mikus, T. (2015). E-procurement as the ICT innovation in the public services management: case of Slovakia. *Journal of public procurement*, 15 (3), 317-340. <https://doi.org/10.1108/JOPP-15-03-2015-B003>

- Tagiguchi, K. (2018). 3 Ways to Accurately Measure Digital Marketing ROI. *Startups.com*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.startups.co/articles/accurately-measure-digital-marketing-roi>
- Tap into New Growth with Intelligent Connectivity. (2018). *GCI*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/index.html>
- Taxing energy use 2015: OECD and selected partner economies. (2015). Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264232334-en>
- Techopedia (2019). Definition — What is Information and Communications Technology (ICT)? Retrieved 24 September 2019, from <https://www.techopedia.com/definition/24152/information-and-communications-technology-ict>
- Tech-savvy Australians spending billions. (2019). *Suncorp*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.suncorp.com.au/about-us/news/media/tech-savvy-australians-spending-billions.html>
- The 2016 Big Data 100. (2016) *Computer Reseller News*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.crn.com/news/applications-os/300080545/the-2016-big-data-100.htm>
- The 2017 Big Data 100. (2017). *Computer Reseller News*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.crn.com/news/applications-os/300084738/the-2017-big-data-100.htm>
- The 2018 Big Data 100. (2018). *Computer Reseller News*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.crn.com/news/applications-os/300102856/the-2018-big-data-100.htm>
- The Database. (2017). *University of Groningen. Groningen Growth and Development Centre (GGDC)*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/eu-klems/>
- The Digital Competence Framework 2.0. (2015). *EU Science Hub*. Retrieved 24 September 2019, from <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digital-competence-framework>
- The Digital Economy and Society Index (DESI). (2018). *Digital Single Market*. Retrieved 24 September 2019, from <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>
- The economic and social consequences of robotization. (2016). *World Bank Blogs*. Retrieved 24 September 2019, from <http://blogs.worldbank.org/jobs/economic-and-social-consequences-robotization>
- The EU ICT sector and its R&D performance. (2018). *Digital Economy and Society Index Report 2018*. Retrieved 24 September 2019, from http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52246
- The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology. (2018). *ITU*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx>
- The Internet of Things and Energy & Environment Policy Principles. (2014). *Intel*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.intel.com/content/www/us/en/policy/policy-iot-energy-environmental.html>
- Time to establish a modern, fair and efficient taxation standard for the digital economy. (2018). Communication from The Commission to The European Parliament and The Council. *COM*. 146. Retrieved 24 September 2019, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX:52018DC0146>
- Tongia, R., Subrahmanian, E., Arunachalam, V.S. (2005). Information and communications technology for sustainable development: Defining a global research agenda. Bangalore, India: Allied Publishers. Retrieved 24 September 2019, from https://www.cs.cmu.edu/~rtongia/ICT4SD_Full_Book.pdf

- Tonin, M. (2017). The Internet of Things: Promises and Perils of a Disruptive Technology. *NATO Parliamentary Assebly*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.nato-pa.int/document/2017-internet-things-tonin-report-175-stctts-17-e-bis>
- Topic: E-commerce worldwide. (2019). Retrieved 24 September 2019, from <https://www.statista.com/topics/871/online-shopping/>
- Triplett, J.E. (1999). The Solow productivity paradox: what do computers do to productivity? *Canadian Journal of Economics. Revue canadienne d'Economique*, Vol. 32, No. 2, 309-320.
- Tyagi, R. (2017a). Digital Marketing Trends and Statistics to Leverage Digital Marketing in 2019-20. *Techmagnate*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.techmagnate.com/blog/digital-marketing-trends-and-statistics/>
- Tyagi, R. (2017b). How to Measure Digital Marketing Campaign. *Techmagnate*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.techmagnate.com/blog/how-measure-digital-marketing-campaign/>
- UNESCO Science Report: Towards 2030. (2016). Second revised. UNESCO Publishing. Retrieved 24 September 2019, from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235406>
- Van Deursen, A.J.A.M., Helsper, E.J., & Eynon, R. (2014). Measuring Digital Skills. From Digital Skills to Tangible Outcomes project report. Retrieved 24 September 2019, from <http://www.lse.ac.uk/media-and-communications/assets/documents/research/projects/disto/Measuring-Digital-Skills.pdf>
- Viereckl, R., Koster, A., Hirsh, E., Ahlemann, D. (Eds) (2016). Connected car report 2016. Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.strategyand.pwc.com/cn/en/media/connected-car-report-2016.pdf>
- Vishnevsky, V.P., Knjazev, S.I. (2018). How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformations. *Nauka innov.*, 14 (4), 55-69. <https://doi.org/10.15407/scin14.04.055>
- Welcome to Corda. (2018). *Corda*. Retrieved 24 September 2019, from <https://docs.corda.net>
- Wolf, W. (2009). Cyber-physical systems. *Computer*. No. 3 (42), 88-89. <https://doi.org/10.1109/MC.2009.81>.
- World Bank Country and Lending Groups. (2017). *The World Bank*. Retrieved 24 September 2019, from <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519>
- World Bank Country and Lending Groups. (2018). *The World Bank*. Retrieved 24 September 2019, from <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>
- World Development Indicators. (2018). *The World Bank. DataBank*. Retrieved 24 September 2019, from <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators#>
- Worldwide Big Data and Analytics 2017—2021 Forecast: Market Opportunity by Industry. (2018). *Independent Directors Council (IDC)*. Retrieved 24 September 2019, from <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US43104117>
- Zamora, A., Arruffi, J. (2017). Digital Economic Opportunity in Spain. How digitalization may boost the Spanish Economy. Retrieved 24 September 2019, from https://www.accenture.com/t00010101T000000Z__w__/es-es/_acnmedia/PDF-59/Accenture-Strategy-Digital-Transformation.pdf
- Венесуельська криптовалюта El Petro нічим не забезпечена. (2018). *Forklog*. URL: <https://forklog.com/reuters-venesuelskaya-kriptovalyuta-el-petro-nichem-ne-obespechena/> (дата звернення: 24.09.2019).

- Вернер, І.Є. (заг. ред.). (2017). Статистичний щорічник України за 2016 р. Київ: Державна служба статистики України.
- Вишне夫斯基, В.П., Князев, С.І. (2017). Smart-промисленность: перспективы и проблемы. *Экономика Украины*, № 7 (660), 22-37.
- Вишне夫斯基, В.П., Вієцька, О.В., Гаркушенко, О.М., Князев, С.І., Лях, О.В., Чекіна, В.Д., Череватський, Д.Ю. (2018). Smart-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку. В.П. Вишне夫斯基 (заг. ред.); НАН України, Ін-т економіки пром-ті. Київ.
- Воскресенская, Н.О. (2017). Экономическая компаративистика как наука и учебная дисциплина: (о книге Нуреева Р.М. «Сравнительный анализ экономических систем»). *Journal of Institutional Studies*, № 3, 164-180. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2017.9.3.164-180>.
- Гаркушенко, О.М. (2018a). Цифрова економіка: проблеми визначення. *Стан та перспективи розвитку фінансово-економічного потенціалу сучасних підприємств: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Дніпро, 23 серпня 2018 р.). Дніпро: Перспектива, 6-8.
- Гаркушенко, О.Н. (2018b). Информационно-коммуникационные технологии в эпоху становления smart-промышленности: проблемы определения и условия развития. *Экономика промышленности*, № 2 (82), 50-75. <https://doi.org/10.15407/econindustry2018.02.050>
- Голиченко, О. (2017). Государственная политика и провалы национальной инновационной системы. *Вопросы экономики*, № 2, 97-108.
- Дендев, Б. (общ. ред.). (2013). Информационные и коммуникационные технологии в образовании. М.: ИИТО ЮНЕСКО.
- Для громадського обговорення розміщено проект Стратегії інноваційного розвитку України. (2018). Міністерство освіти і науки України. Retrived 14 July 2019, from <https://mon.gov.ua/ua/news/dlya-gromadskogo-obgovorennya-rozmisheno-proekt-strategiyi-innovacijnogo-rozvitku-ukrayini-mon-zaklikaye-usi-zacikavleni-storoni-nadavati-zauvazhennya-i-propozicii>
- Жук, І.М. (Заг. ред.). (2016). Статистичний щорічник України за 2015 р. Київ: Державна служба статистики України.
- Земельный кадастр на блокчейне. *Exonum*. URL: <https://exonum.com/ru/napr> (дата звернення 06.02.2019).
- Коляденко, С.В. (2016). Цифрова економіка: передумови та етапи становлення в Україні і у світі. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*, № 6, 105-112.
- Люди — самое узкое место в Industry 4.0. (2017). *b2b-ray*. URL: https://www.b2b-ray.com/publication/ludi__uzkoie_gorlyshko_v_industry_40 (дата звернення: 24.09.2019).
- Ляшенко, В., Котов, Є. (2015). Україна XXI: неоіндустріальна держава або «крах проекту»? НАН України, Ін-т економіки пром-сті; Полтавський ун-т економіки і торгівлі. Київ, 196 с.
- Національний класифікатор України. Класифікація видів економічної діяльності ДК 009:2010. (2010). Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики. *Державна регуляторна служба України*. URL: <http://www.dkrp.gov.ua/info/842> (дата звернення: 24.09.2019).
- Ожегов, С.И., Шведова, Н.Ю. (2001). Толковый словарь русского языка (4 изд., дополн.). М.: Азбуковник.

- Платонов, В.В. (2007). Парадокс Солоу двадцать лет спустя или об исследовании влияния инноваций в информационных технологиях на рост производительности. *Финансы и бизнес*, № 3, 28-39.
- Рейтинг стран мира по уровню развития информационно-коммуникационных технологий. (2018). *Гуманитарная энциклопедия*. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/ict-development-index/ict-development-index-info> (дата звернення: 24.09.2019).
- Соколова, Г.Б. (2018). Деякі аспекти розвитку цифрової економіки в Україні. *Економічний вісник Донбасу*, № 1 (51), 92-96.
- Статистична інформація. (2018). *Державна служба статистики України*. URL: ukrstat.gov.ua (дата звернення: 24.09.2019).
- Стиглиц, Д., Сен, А., Фитусси, Ж.-П. (2016). Неверно оценивая нашу жизнь: Почему ВВП не имеет смысла? Доклад Комиссии по измерению эффективности экономики и социального прогресса / пер. с англ. И. Кушнарево; науч. ред. перевода Т. Дробышевская. М.: Изд-во Ин-та Гайдара.
- Фоміних, Н.Ю. (2010). Інформаційно-комунікаційні технології у викладанні філологічних дисциплін: Навчально-методичний посібник. Севастополь: Рібест.
- Фостер, Р. (1987). Обновление производства: атакующие выигрывают: пер. с англ. / Общ. ред. и вступ. ст. В.И. Данилова-Данильяна. М.: Прогресс, 272.
- Хохлов, Ю.Е. (общ. ред.). (2009). Глоссарий по информационному обществу. М.: Институт развития информационного общества.

ДЕЯКІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ «ЦИФРОВА ЕКОНОМІКА» У РОБОТАХ ЗАРУБІЖНИХ ТА ВІТЧИЗНЯНИХ ДОСЛІДНИКІВ

| Визначення (оригінал) | Визначення * | Джерело |
|--|---|--|
| <p>The recent and still largely unrealized transformation of all sectors of the economy by the computer-enabled digitization of information</p> <p>The digital economy is comprised of markets based on digital technologies that facilitate the trade of goods and services through e-commerce. The digital economy is a vital sector, driving very substantial growth. Furthermore, the impact of the digital economy extends beyond information goods and services to other areas of the economy as well as lifestyles more generally</p> <p>Цифровая (электронная) экономика — это экономика, характерной особенностью которой является максимальное удовлетворение потребностей всех её участников за счёт использования информации, в том числе персональной. Это становится возможным благодаря развитию информационно-коммуникационных</p> | <p>Нещодавня і до сих пір переважно нереалізована трансформація усіх галузей економіки шляхом комп'ютерного оцифрування інформації</p> <p>Цифрова економіка складається з ринків, заснованих на цифрових технологіях, що полегшують торгівлю товарами та послугами через електронну комерцію. Цифрова економіка є життєво важливим сектором, що значно зростає. Крім того, вплив цифрової економіки виходить за межі інформаційних товарів та послуг в інші сфери економіки та життя в цілому</p> <p>Цифрова (електронна) економіка — це економіка, характерною особливістю якої є максимальне задоволення потреб усіх її учасників за рахунок використання інформації, зокрема персональної. Це стає можливим завдяки розвитку інформаційно-комунікаційних і фінансових технологій, а також доступності-</p> | <p>Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research. Ed. by E. Brynjolfsson and B. Kahin. The MIT Press, 2002, p. 2</p> <p>DAF/COMP(2012)22: The Digital Economy. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2012, p. 5</p> <p>Введение в «Цифровую» экономику / А.В. Кешелава, В.Г. Буданов, В.Ю. Румянцев и др.; под общ. ред. А.В. Кешелава; гл. «цифр.» конс. И.А. Зимненко. Москва: ВНИИГеосистем, 2012, с. 12</p> |

Продовження додатка А

| Визначення (оригінал) | Визначення * | Джерело |
|--|---|---|
| <p>и финансовых технологий, а также доступности инфраструктуры, вместе обеспечивающих возможность полноценного взаимодействия в гибридном мире всех участников экономической деятельности: субъектов и объектов процесса создания, распределения, обмена и потребления товаров и услуг</p> | <p>інфраструктури, які разом забезпечують можливість повноцінної взаємодії у гібридному світі всіх учасників економічної діяльності: суб'єктів і об'єктів процесу створення, розподілу, обміну та споживання товарів і послуг</p> | |
| <p>A concrete form of economic manifestation of production and service flows dominated by digital technologies, where associated information flows are functionally dependent on ICTs</p> | <p>Конкретна форма економічного прояву потоків виробництва товарів та послуг, що відбуваються переважно за допомогою цифрових технологій, де інформаційні потоки функціонально залежать від ІКТ</p> | <p>Encyclopedia of Information Science and Technology. Ed. by M. Khosrow-Pour (Information Resources Management Association, USA), Third Edition, 2014, p. 21</p> |
| <p>The economic activity that results from billions of everyday online connections among people, businesses, devices, data, and processes. The backbone of the digital economy is hyperconnectivity which means growing interconnectedness of people, organizations, and machines that results from the Internet, mobile technology and the internet of things (IoT)</p> | <p>Економічна активність як результат мільярдів повсякденних онлайн-зв'язків між людьми, підприємствами, пристроями, даними та процесами. Основою цифрової економіки є гіперзв'язок, тобто усе більший взаємозв'язок між людьми, організаціями та машинами, що виникає внаслідок використання Інтернету, мобільних технологій та Інтернету речей (<i>IoT</i>)</p> | <p>Cassar, C., Heath, D., Micallef, L. What is Digital Economy? Unicorns, transformation and the internet of things. Deloitte, 2015</p> |
| <p>A broad range of economic activities that include using digitized information and knowledge as the key factor of production, modern information networks as an important activity space, and the effective use of information and communication technology (ICT) as an important driver of productivity growth and economic structural optimization</p> | <p>Широкий спектр економічних заходів, серед яких — використання оцифрованої інформації знань як ключового фактору виробництва, сучасні інформаційні мережі як важливий простір діяльності та ефективне використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), як важливий фактор підвищення продуктивності та структурної оптимізації економіки</p> | <p>G20 DETF 2016: G20 Digital Economy Development and Cooperation Initiative. Hangzhou Summit, 2016, p. 1</p> |

Продовження додатка А

| Визначення (оригінал) | Визначення * | Джерело |
|---|---|---|
| <p>The digital economy is the share of total economic output derived from a number of broad «digital» inputs. These digital inputs include digital skills, digital equipment (hardware, software and communications equipment) and the intermediate digital goods and services used in production. Such broad measures reflect the foundations of the digital economy</p> | <p>Цифрова економіка — це частка загального економічного обсягу виробництва, яка виходить із ряду широких «цифрових» факторів. Ці цифрові фактори охоплюють цифрові навички, цифрове обладнання (апаратне забезпечення, програмне забезпечення та обладнання зв'язку) та проміжні цифрові товари й послуги, що використовують у виробництві. Такі широкі заходи відображають основи цифрової економіки</p> | <p>Knickrehm, M., Bethon, B., Daugherty, P. Digital disruption: The growth multiplier Optimizing digital investments to realize higher productivity and growth. Accenture, 2016, p. 2</p> |
| <p>The digital economy is the amalgamation of several general purpose technologies (GPTs) and the range of economic and social activities carried out by people over the Internet and related technologies. It encompasses the physical infrastructure that digital technologies are based on (broadband lines, routers), the devices that are used for access (computers, smartphones), the applications they power (Google, Salesforce) and the functionality they provide (IoT, data analytics, cloud computing)</p> | <p>Цифрова економіка — це об'єднання декількох технологій загального призначення та сукупності економічних і соціальних заходів, що здійснюються людьми за допомогою Інтернету та суміжних технологій. Охоплює фізичну інфраструктуру, в основі якої лежать цифрові технології (широкосмутові лінії зв'язку, маршрутизатори), пристрої, що використовуються для доступу (комп'ютери, смартфони), програми, з якими вони працюють (Google, Salesforce) та їхні функціональні можливості (IoT, аналіз даних, хмарні обчислення)</p> | <p>DEV/DOC/WKP(2016)6: Dahlman, C., Mealy, S., Wermelinger, M. Harnessing the Digital Economy for Developing Countries, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016, p. 11</p> |
| <p>An economy which functions primarily by means of digital technology, especially electronic transactions made using the Internet</p> | <p>Економіка, яка функціонує в першу чергу за допомогою цифрових технологій, особливо електронних транзакцій, які здійснюються через Інтернет</p> | <p>Wong, J. Digital Economy and Inclusive Trade. Government policy imperatives for the SDGs. United Nations ESCAP, 2017, p. 2</p> |
| <p>Изменение технологической базы экономики, позволяющее автоматизировать рутинные операции</p> | <p>Зміна технологічної бази економіки, яка дає змогу автоматизувати рутинні операції</p> | <p>Иванов, В.В., Малинецкий, Г.Г. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. Москва, 2017, с. 6</p> |

Закінчення додатка А

| Визначення (оригінал) | Визначення * | Джерело |
|--|---|---|
| <p>Інноваційна динамічна економіка, що базується на активному впровадженні інновацій та інформаційно-комунікаційних технологій в усі види економічної діяльності та сфери життєдіяльності суспільства, що дозволяє підвищити ефективність та конкурентоспроможність окремих компаній, економіки та рівень життя населення</p> <p>A hyperconnected economy characterized by a growing interconnected people, organization and machines through the web and by the use means of digital technology which include: advanced manufacturing, robotics and factory automation, new sources of data from mobile and ubiquitous Internet connectivity, cloud computing, big data analytics, and artificial intelligence</p> <p>Тип економіки, що характеризується активним впровадженням і використанням цифрових технологій зберігання, обробкою й передачею інформації в усі сфери людської діяльності</p> | <p>Гіперпов'язана економіка, що характеризується зростанням взаємозв'язку між людьми, організацією та машинами через Інтернет та за допомогою використання цифрових технологій, що включають: передове виробництво, робототехніку та автоматизацію виробництва, нові джерела даних від мобільних і повсюдних інтернет-з'єднань, хмарні обчислення, аналіз Великих даних та штучний інтелект</p> | <p>Карчева, Г.Т., Огородня, Д.В., Опенько, В.А. Цифрова економіка та її вплив на розвиток національної та міжнародної економіки, <i>Фінансовий простір</i>, 2017, № 3, с. 14</p> <p>Mundula, L., Auci, S. Institutional Entrepreneurship, Trust, and Regulatory Capture in the Digital Economy. <i>Handbook of Research on Entrepreneurship and Marketing for Global Reach in the Digital Economy</i>, 2018, p. 78</p> <p>Краус, Н.М., Голобородько, О.П. Цифрова економіка: тренди та перспективи авангардного характеру розвитку, <i>Ефективна економіка</i>, 2018, № 1</p> |

* Переклад В.П. Вишневського.

ІНДИКАТОРИ, ЗА ЯКИМИ РОЗРАХОВУЄТЬСЯ ІНДЕКС ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ ТА СУСПІЛЬСТВА (*DIGITAL ECONOMY AND SOCIETY INDEX*)

| Підкатегорія | Індикатор | Характеристика | Вплив | Одиниця вимірювання | Джерело |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------|--------------------------|---|
| <i>Категорія 1. Зв'язок</i> | | | | | |
| 1a. Фіксований широкосмутовий зв'язок | 1a1. Фіксоване широкосмутове покриття | Відсоток домогосподарств, охоплених широкосмутовим зв'язком: xDSL, кабельні (базові та <i>NGA</i>), <i>FTTR</i> або <i>WiMax</i> мережі | Усі домогосподарства | Відсоток домогосподарств | Broadband coverage in Europe, studies for the EC by IHS and Valdani, Vicari & Associati (2013-2015, SMART 2013/0054) and by IHS and Point Topic (2016 onwards, SMART 2016/0045) |
| | 1a2. Фіксований широкосмутовий прийом | Відсоток домогосподарств, охоплених широкосмутовим зв'язком: xDSL, кабельні (базові та <i>NGA</i>), <i>FTTR</i> або <i>WiMax</i> мережі | Те саме | Те саме | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by People |
| 1b. Мобільний широкосмутовий зв'язок | 1b1. 4G покриття | Відсоток охоплення населених пунктів 4G — вимірюється як середнє покриття операторів зв'язку в кожній країні | Усі передплати | » | Broadband coverage in Europe, studies for the EC by IHS and Valdani, Vicari & Associati (2013-2015, SMART 2013/0054) and by IHS and Point Topic (2016 onwards, SMART 2016/0045) |
| | 1b2. Мобільний широкосмутовий зв'язок | Кількість передплат на мобільні дані на 100 осіб | Те саме | Передплат на 100 осіб | Electronic communications market indicators collected by Commission services, through National Regulatory Authorities, for the Communications Committee (COCOM) |

| | | | | | |
|---|---|---|--|-------------------------------|---|
| 1с. Швидкий широко- смуговий зв'язок | 1с1. Швидке ши- роко-смугове по- криття | Відсоток домогосподарств, охоп- лених широкосмуговим зв'язком зі швидкістю завантаження не мен- ше 30 Мбіт/с. Розглянуті технології: <i>FTTH, FTTB, кабель Docsis 3.0 та VDSL</i> | Усі домогос- подарства | Відсоток домогос- подарств | Broadband coverage in Europe, studies for the EC by IHS and Valdani, Vicari & Associati (2013- 2015, SMART 2013/0054) and by IHS and Point Topic (2016 on- wards, SMART 2016/0045) |
| 1d. Надшвид- кий широко- смуговий зв'язок | 1с2. Швидкий широкополосний прийом | Відсоток домогосподарств, які передплатили широко-смуговий зв'язок зі швидкістю не менше 30 Мбіт/с | Усі фіксовані широко-смуг- ові перед- плати | Те same | Electronic communications mar- ket indicators collected by Com- mission services, through Na- tional Regulatory Authorities, for the Communications Committee (COCOM) and Eurostat — Com- munity survey on ICT usage in Households and by People |
| | 1d1. Надшвидке широко-смугове покриття | Відсоток домогосподарств, охоп- лених широко-смуговим зв'язком зі швидкістю завантаження не менше 100 Мбіт/с. Розглянуті технології: <i>FTTH, FTTB та кабель Docsis 3.0</i> | Усі домогос- подарства | » | Broadband coverage in Europe, studies for the EC by IHS and Valdani, Vicari & Associati (2013- 2015, SMART 2013/0054) and by IHS and Point Topic (2016 on- wards, SMART 2016/0045) |
| | 1d2. Надшвидкий широко-смуговий прийом | Відсоток домогосподарств, які передплатили широко-смуговий зв'язок зі швидкістю не менше 100 Мбіт/с | Усі фіксовані широко- смугові пе- редплати | » | Electronic communications mar- ket indicators collected by Com- mission services, through Na- tional Regulatory Authorities, for the Communications Committee (COCOM) and Eurostat — Com- munity survey on ICT usage in Households and by People |

Продовження додатка Б

| Підкатегорія | Індикатор | Характеристика | Вплив | Одиниця вимірювання | Джерело |
|--|---|--|---|------------------------------|--|
| 1е. Індекс цін на широкосмутовий зв'язок | 1е1. Широкосмутовий індекс цін | Індекс цін на широкосмутовий зв'язок розраховує ціни дванадцяти репрезентативних коштів широкосмутового зв'язку як відсоток від доходу домогосподарств. Кошки передбачають три категорії швидкості (12—30 Мбіт/с, 30—100 і, нарешті, 100 Мбіт/с) і чотири типи продуктів (автономний Інтернет, Інтернет + ТВ, Інтернет + фіксована телефонія та Інтернет + ТВ + фіксована телефонія) | Усі фіксовані широко-смутові респлати | Бал (0—100) | Access cost: Broadband Internet Access Cost (BIAC), annual studies EC realised by Van Dijk (2013-2015) and by Empirica (2016 onwards). Income: Real adjusted gross disposable income of households per capita (Eurostat: tec00113) |
| 2а. Базові навички та використання | 2а1. Інтернет-користувачі 2а2. Щонайменше базові навички роботи з цифровими технологіями | Особи, які користуються Інтернетом хоча б раз на тиждень Навички роботи з поштовою скринькою, інструменти редагування, установка нових пристроїв і т. д. | Усі особи 16—74 років Те саме | Відсоток осіб Те саме | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by People (1_IUSE) Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by Individuals |
| 2б. Просунуті навички і розвиток | 2б1. Фахівці з ІКТ | Включаючи робочі місця, такі як менеджери з обслуговування ІКТ, фахівці з ІКТ і продавці і послуги з ІКТ На основі нової класифікації ISCO-08 | Зайняті особи | » » | Eurostat — Labour force survey |

Категорія 2. Людський капітал

| | 2b2. Випускники STEM | Особи зі ступенем в області науки, технології, математики або інженерних дисциплін | Усі особи 20—29 років | Випускники в STEM на 1000 осіб | Eurostat (table educ_uoegrad04, using selection ISCED11=ED5-8) |
|-----------------|--|--|-----------------------|---|--|
| 3a. Контент | <i>Категорія 3. Використання Інтернет-сервісів</i> | | | | |
| | 3a1. Новини | Особи, які використовували Інтернет для читання новинних сайтів, газет або журналів | Усі особи 16—74 років | Відсоток осіб, які користувалися Інтернетом за останні 3 місяці | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by Individuals (L_IUNW1) |
| | 3a2. Музика, відео та ігри | Особи, які використовували Інтернет, щоб грати або завантажувати ігри, зображення, фільми або музику | Те саме | Те саме | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by Individuals |
| 3b. Комунікація | 3a3. Відео за запитом | Особи, які використовували Інтернет для використання послуг «Відео за запитом» | » » | » » | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by Individuals |
| | 3b1. Відеовиклик | Особи, які використовували Інтернет для телефонних або відеодзвінків (Skype) | » » | » » | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by Individuals (L_IUPH1) |
| | 3b2. Соціальні мережі | Особи, які використовували Інтернет для участі в соціальних мережах (створення профілю користувача, публікація повідомлень або інший внесок) | » » | » » | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by Individuals (L_IUSNET) |
| 3c. Транзакція | 3c1. Інтернет-банкінг | Особи, які використовували Інтернет для користування онлайн-банкінгом | » » | » » | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by Individuals (L_IUBK) |

Продовження додатка Б

| Підкатегорія | Індикатор | Характеристика | Вплив | Одиниця вимірювання | Джерело |
|--|------------------------------------|--|---|--|---|
| | 3с2. Покупки | Особи, які замовляли товари або послуги онлайн | Усі особи 16—74 років | Відсоток Інтернет-користувачів (у минулому році) | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by Individuals (I_BLT12) |
| <i>Категорія 4. Інтеграція цифрових технологій</i> | | | | | |
| 4а. Оцифрована бізнесу | 4а1. Електронний обмін інформацією | Компанії, які мають пакет програмного забезпечення ERP (планування ресурсів підприємства) для обміну інформацією між різними функціональними областями (наприклад, бухгалтерський облік, планування, виробництво, маркетинг) | Усі підприємства (без фінансового сектору, 10+ працівників) | Відсоток підприємств | Eurostat — Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises (E_ERP1) |
| | 4а2. RFID | Підприємства, що використовують «розумні мітки», технології радіочастотної ідентифікації (RFID) для ідентифікації продукції після продажу або в рамках виробництва і надання послуг | Те саме | Те саме | Eurostat — Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises (E_RFPSAS1) |
| | 4а3. Соціальні мережі | Компанії, що використовують дві або більше з таких соціальних мереж: соціальні мережі, корпоративний блог або мікроблог, сайти | » » | » » | Eurostat — Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises (E_SM1_GE2) |

| | | | |
|-------------------------|--|--|---|
| | <p>для обміну мультимедійним контентом, інструменти обміну знаннями на основі <i>wiki</i>. Використання соціальних мереж означає, що підприємство має профіль користувача, обліковий запис або призначену для користувача ліцензію залежно від вимог і типу соціальних мереж</p> | | Eurostat — Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises |
| 4а4. Електронні рахунки | Компанії, які відправляють рахунки в узгодженому стандартному форматі (наприклад, <i>EDIFACT</i> , <i>XML</i>), що уможливило їх автоматичну обробку без введення індивідуального повідомлення вручну | » | » |
| 4а5. Хмарни | Компанії, які отримують хоча б одну з послуг хмарних обчислень: розміщення бази даних підприємств, програмне забезпечення для бухгалтерського обліку, програмне забезпечення <i>CRM</i> , обчислювальна потужність | » | Eurostat — Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises |
| 4б. Електронна комерція | 4б1. МСП (<i>SMEs</i>) (малі та середні підприємства), що продають онлайн | МСП (без фінансового сектору, 10—249 співробітників) | Eurostat — Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises (E_ESELL) |

Закінчення додатка Б

| Підкатегорія | Індикатор | Характеристика | Вплив | Одиниця вимірювання | Джерело |
|--|-------------------------------------|---|---|--|---|
| | 4b2. Оборот електронної комерції | Загальний оборот МСП від електронної комерції | МСП (без фінансового сектору, 10—249 співробітників) | Відсоток обігу | Eurostat — Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises (E_ETURN) |
| | 4b3. Транскордонні онлайн-продажі | МСП, які здійснювали електронні продажі в інші країни ЄС | Те саме | Відсоток МСП | Eurostat — Community survey on ICT usage and eCommerce in Enterprises (E_AEUEU) |
| <i>Категорія 5. Цифрові державні послуги</i> | | | | | |
| 5а. Електронний уряд | 5а1. Користувачі електронного уряду | Особи, котрі відправляють заповнені форми в державні органи через Інтернет, останні 12 місяців | Усі особи 16—74 років | Відсоток Інтернет-користувачів (у минулому році), які відправили форми | Eurostat — Community survey on ICT usage in Households and by People |
| | 5а2. Попередньо заповнені форми | Кількість даних, попередньо заповнених в онлайн формах державних послуг | Послуги, які оцінюються в рамках еталона електронного уряду | Бал (0—100) | eGovernment Benchmark |
| | 5а3. Повний онлайн-сервіс | Частка адміністративних кроків, пов'язаних з основними життєвими подіями (народження дитини, нове місце проживання тощо), які можуть бути виконані онлайн | Те саме | Те саме | eGovernment Benchmark |

| | | | » | eGovernment Benchmark |
|---|---|---|---------------------------------|---|
| 5a4. Послуги електронного уряду для бізнесу | Відоображає частку державних послуг, необхідних для початку бізнесу і для проведення регулярних ділових операцій, які доступні в інтернеті як для внутрішніх, так і для іноземних користувачів. Послуги, що надаються через портал, отримують вищий бал, а послуги, що надають тільки інформацію (але повинні бути виконані поза мережею), — менший | Показує, як у країні діє політика відкритих даних (включаючи транспонування переглянутої Директиви PSI), передбачуваний політичний, соціальний та економічний вплив відкритих даних і характеристики (функціональні можливості, доступність і використання даних) національного порталу даних | » | eGovernment Benchmark |
| 5a5. Відкриті дані | Відкриті дані | Сумарний бал | Відсоток від максимального балу | European Data Portal |
| 5b. Електронна охорона здоров'я | 5b1. Послуги електронної охорони здоров'я | Відсоток осіб, які користувалися послугами охорони здоров'я і медичного обслуговування, що надаються онлайн, без необхідності звертатися в лікарню або до лікаря (наприклад, отримуючи рецепт або консультацію онлайн) | Відсоток осіб | Eurobarometer 460: Attitudes towards the impact of digitization and on daily life |

* Переклад В.П. Вишневецького.

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000101000001
010110000011101
100001001101000
000001101000000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
101000001001010
000001101000001
011110000010000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110

АННОТАЦИЯ

Цифровизация экономики Украины: трансформационный потенциал: монография / Вишневский В.П., Гаркушенко О.Н., Князев С.И., Липницкий Д.В., Чекина В.Д.; под ред. В.П. Вишневского, С.И. Князева; НАН Украины, Институт экономики промышленности. — Киев: Академперіодика, 2020. — 188 с.

Монография подготовлена по материалам научного проекта «Трансформационный потенциал цифровизации экономики Украины» целевой комплексной программы научных исследований НАН Украины «Реконструкция экономики Украины: исторические вызовы и современные проекты», а также плановой научно-исследовательской работы Института экономики промышленности НАН Украины «Направления становления смарт-промышленности в Украине».

Развитие цифровой экономики и основанных на ИКТ киберфизических систем — это приоритетное направление глобальных технико-технологических трансформаций. В последние годы в ведущих странах мира происходит переход к новому технологическому укладу, известному как «Индустрия 4.0» (*Industry 4.0*) или «смарт-промышленность» (*smart industry*). Характерной чертой этих изменений является стремительная цифровизация экономики, которая быстро и кардинально меняет человека, производство, государство и общество.

С содержательной стороны цифровая экономика охватывает цифровую технику и технологии (аппаратные средства, программное обеспечение, оборудование связи), навыки человека в части пользования этими техникой и технологиями (цифровые навыки), а также про-

межуточные цифровые товары и услуги, которые используются в производстве ВВП. Во многих ведущих странах мира её объёмы, определённые как относительные размеры сектора ИКТ, превышают 5 % ВВП (Measuring the Digital, 2018).

Внедрение современных цифровых технологий — мобильного Интернета, Интернета вещей, Больших данных, блокчейн и др. — в деятельность предприятий и организаций, технику и технологию, производственные и непроизводственные процессы даёт возможность расширять ассортимент товаров и услуг, повышать их качество и соответствие запросам потребителей, увеличивать производительность труда, формировать новые цепочки и сети создания добавленной стоимости. Валовая добавленная стоимость, сформированная во всех секторах глобальной экономики с помощью ИКТ, уже составляет более 1/5 мирового ВВП (Knickrehm, Berthn, Daugherty, 2016).

Однако эффективность процессов цифровизации в национальных экономиках различна. Она зависит, во-первых, от того, насколько те или иные страны готовы к внедрению самых современных цифровых технологий. Здесь имеют значение такие факторы как степень развитости ИКТ и их инфраструктуры, параметры накопления и использования цифрового капитала, цифровые навыки населения и пр. Во-вторых, — насколько экономики готовы к современным производственным трансформациям вообще: каков технический и технологический уровень производства, насколько сложны и многообразны его продукты, насколько способствует современному индустриальному развитию национальная сфера НИОКР и т. д.

Очевидно, что цифровизация сама по себе не является экономической панацеей, поскольку в условиях слабой инновационной сферы, устаревших производственных технологий, изношенных машин и оборудования, дефицита STEM-персонала она имеет мало перспектив и может свестись, главным образом, к сокращению рабочих мест в сфере услуг.

В мире уже выполнено много исследований, посвященных процессам становления и дальнейшего развития цифровой экономики. Однако они часто уделяют внимание раскрытию экономического потенциала новых цифровых технологий безотносительно того, как этот потенциал реализуется на практике в особой технико-технологической, социокультурной и институциональной среде разных стран, действительно ли он приносит надежно измеряемые положительные результаты, и при каких условиях. В этом смысле давний скептицизм Нобелевского лауреата Р. Солоу, который отметил, что: «Вы можете видеть компьютерный век везде, кроме статистики производительности» (Solow, 1987, с. 36), остаётся актуальным.

Соответственно, всё это повышает значимость проблемы количественной оценки и эффективного использования потенциала цифровизации

экономики Украины с учётом специфических обстоятельств её готовности к цифровым и производственным трансформациям. При этом задача состоит не просто в том, чтобы в очередной раз подчеркнуть важность ускоренного развития цифровой экономики, что стало ныне общемировой тенденцией, а в том, чтобы оценить её реальные возможности в конкретных исторических условиях, сложившихся на сегодня в Украине, и определить, что именно нужно сделать для его дальнейшего ускорения и эффективного использования.

С этой целью в монографии проанализированы теоретические и практические аспекты цифровизации в мире и в Украине и обоснованы пути усиления позитивного влияния процессов цифровизации на новую индустриализацию и ускорение социально-экономического развития страны.

Структурно монография состоит из четырёх глав, в которых последовательно раскрывается сложный комплекс вопросов, связанных с определением, развитием и использованием трансформационного потенциала цифровизации экономики Украины.

Первая — теоретическая — глава «Информационно-коммуникационные технологии и их роль в цифровизации национальных экономик» посвящена определению свойств сектора ИКТ, их правовым и экономическим аспектам, предпосылкам успешного развития ИКТ. Исходя из анализа составляющих термина «информационно-коммуникационные технологии» и современных тенденций развития цифровой экономики, они определены как совокупность методов и процессов производства информации, её хранения, обработки, передачи и восприятия человеком или специальными устройствами, а также научное описание таких методов и процессов. Сектор этих технологий состоит из двух связанных сегментов: ИКТ-услуг (решений) и ИКТ-промышленности. В первом сегменте разрабатывают и внедряют новые технологии, предоставляющие услуги по передаче, получению, хранению информации, в другом создается материально-техническая база таких технологий.

Как показали результаты анализа, на сегодня страны-лидеры производства ИКТ-продукции и ИКТ-услуг принадлежат преимущественно к кругу стран с высокими доходами на душу населения и реже — с доходами выше среднего уровня. Исключение составляют только такие известные поставщики ИКТ-услуг, как Индонезия и Индия, где доходы населения ниже средних. В Украине анализ показателей реализации соответствующей продукции свидетельствует, что её ИКТ-промышленность пока что не демонстрирует удовлетворительных результатов.

Кроме того, наличие ИКТ и соответствующего динамического сектора национальной экономики сами по себе не являются залогом успешного развития. Многое зависит от общего уровня развития экономики страны, насколько полно в ней используются возможности, предоставляемые со-

временными техникой и технологиями. Современные ИКТ — это хороший инструмент более точной диагностики проблем страны и разработки новых путей их решения, но только в том случае, когда созданы необходимые условия для его использования: обеспечен высокий уровень компьютерной грамотности населения, созданы надёжные институты защиты прав интеллектуальной собственности, работает действенное антимонопольное законодательство и т. д.

Во второй — аналитической — главе «Цифровизация экономики и современные цифровые технологии» рассмотрены проблемы перехода от традиционного к цифровому бизнесу, определены факторы влияния процессов цифровизации на конечные результаты экономической деятельности и показано, насколько глубоко новые цифровые технологии, в частности такие «хайповые», как технологии Больших данных и блокчейн, проникли в общественное бытие, бизнес и жизни людей.

В современных условиях монетизация Больших данных происходит путём создания большей ценности компании для клиентов и покупателей за счёт разработки новых бизнес-моделей, создания пулов предприятий смежных сфер, использующих Большие данные, предоставления новых услуг, разработки новых направлений и видов сбыта продукции, повышения уровня ее качества и др.

Установлено, что наибольшую отдачу от анализа Больших данных предприятия получают за счёт сокращения производственных затрат и создания больших возможностей для инноваций. Анализ Больших данных значительно меняет практику продаж и сферу маркетинга и существенно влияет на сферу отраслевых НИОКР. Стремительно развивается также новое направление использования Больших данных в государственном секторе экономики: внедрение результатов прогностического моделирования предоставляет новые возможности для экономии времени и государственных средств в налогообложении и социальном обеспечении населения, для уменьшения масштабов коррупции и мошенничества в сфере фискальных отношений, в том числе международных.

Одной из самых актуальных современных цифровых технологий является блокчейн, представленный уже тремя одновременно существующими поколениями. Теперь эта технология начинает раскрывать свой потенциал не только в сфере финансов и торговли (криптовалюты, смарт-контракты), но и в материальном производстве. В частности, перспективным направлением применения блокчейн в промышленности может стать его симбиоз с технологиями Интернета вещей, который будет способствовать повышению степени надёжности и безопасности уже широко распространённых «умных» устройств и оборудования.

В третьей — научно-методической — главе «Проблемы оценки процессов цифровизации и их влияния на экономическое развитие» выпол-

нен анализ научно-методических подходов и экономико-математических моделей, используемых для определения влияния процессов цифровизации на реальную экономику. Установлено, что существуют значительные проблемы в этой сфере исследований. Так, изъёмом многих методик расчёта индикаторов развития цифровой экономики является то, что они недостаточно учитывают общие социально-экономические показатели, макроэкономические, демографические и институциональные особенности стран, а потому нуждаются в дальнейшем развитии и уточнении.

Анализ экономико-математических моделей показал, что для оценки влияния ИКТ на результаты хозяйственной деятельности преимущественно применяются модификации производственной функции Кобба — Дугласа, в том числе предложенные Р. Солоу. Их недостатками часто оказываются неполный учёт факторов износа компьютеров и ИКТ, а также фаз технологических циклов, что оказывает влияние на достоверность полученных результатов. Кроме того, оценки обычно выполняют для одной страны, и это уменьшает их пояснительный потенциал.

Исходя из этого в работе обосновано, что моделирование влияния ИКТ на рост той или иной национальной экономики целесообразно осуществлять в сравнении с другими странами, с учётом особенностей их эволюции во времени и пространстве и фактора жизненного цикла технологий, описываемого S-образными технологическими кривыми.

Решение этой задачи требует разработки комплекса моделей, в рамках которого можно будет устанавливать факторы, определяющие развитие ИКТ, распределять страны на группы в зависимости от наличия в них этих факторов, выявлять влияние ИКТ на производство и производительность труда в каждой из выделенных групп.

В четвертой — расчётно-практической — главе «Оценка трансформационного потенциала цифровизации экономики Украины и пути его повышения» предложены принципы оценивания и реализован новый научно-методический подход к моделированию трансформационного потенциала цифровой экономики, обоснованы пути его повышения.

Этот подход предполагает, во-первых, выполнение кластерного анализа с целью выделения групп стран, интерпретируемых как страны Индустрии 4.0, Индустрии 3.0 и Индустрии 2.0 (группа, в которую входит Украина). И, во-вторых, — построение для каждой из этих групп функций зависимости ВВП на душу населения от традиционных факторов (капитала, труда) и размеров цифровой экономики.

Выполненный анализ построенных функций показал, что экономическое влияние цифровизации может быть ощутимым даже в государствах, входящих в группу Индустрии 2.0, но оно существенно меньше, чем в государствах, достигших высокого уровня развития производственных технологий и высокого качества общественных институтов.

Исходя из этого обосновано, что экономические эффекты цифровизации в виде роста ВВП не обеспечиваются автоматически. Кроме того, полученные результаты расчётов следует интерпретировать, принимая во внимание специфические обстоятельства места и времени. По этой причине для достижения лучших показателей роста ВВП за счёт цифровизации в Украине необходимо «подтягивание» не только цифровых технологий, но и производственной техники и качества общественных институтов до уровня стран-лидеров, а также последовательное решение комплекса связанных с этим проблем, прежде всего в сферах научно-технической и институциональной.

Завершают монографию **выводы**, где подведены итоги выполненного исследования и выделены его важнейшие результаты, которые могут быть использованы в деятельности органов государственной власти и управления, негосударственных неприбыльных самоуправляющихся организаций, промышленных предприятий и их объединений в процессе формирования и реализации политики дальнейшего развития и повышения эффективности цифровой экономики Украины.

* * *

Выполненное исследование, результаты которого изложены в монографии, позволило получить ряд **научных результатов**, на которые целесообразно обратить внимание с позиций их использования в теории и практике, а также для критического оценивания и определения направлений дальнейшего научного анализа проблем развития цифровой экономики, в том числе в Украине.

1. В части выявления особенностей современных информационно-коммуникационных технологий и их роли в цифровизации национальных экономик.

1.1. На основе результатов анализа современных технико-экономических процессов в эпоху цифровой революции, структурного и этимологического анализа известных определений ИКТ, а также для расширения сферы применения этого термина, в работе предложено понимать ИКТ как совокупность методов и процессов производства информации, её хранения, обработки, передачи и восприятия человеком или специальными устройствами, а также научное описание таких методов и процессов.

1.2. Предлагается расширить определение понятия инфраструктуры ИКТ за счёт включения в него системы подготовки и переподготовки кадров в сфере ИКТ и компьютерной грамотности населения страны. При таком подходе ИКТ-инфраструктура — это совокупность средств вычислительной техники, телекоммуникационного оборудования, каналов передачи данных и информационных систем, средств коммутации и управления информационными потоками, организационных структур, правовых

и нормативных механизмов, обеспечивающих их эффективное функционирование, а также системы обеспечения компьютерной грамотности населения, профессиональной подготовки и переподготовки специалистов в секторе ИКТ.

1.3. Определено, что современные ИКТ, которым присущи специфические свойства (концепция 4С — обработка данных (*Computing*), коммуникации (*Communications*), наполнение (*Content*), доступность для экономических агентов, их способность (*Capacity*) пользоваться ИКТ), станут доступными для полной реализации своего потенциала в Украине при условии выполнения ряда требований:

- ◆ стабилизации развития национальной экономики;
- ◆ обеспечения высокого уровня образованности населения страны, в частности — компьютерной грамотности;
- ◆ создания надёжного института прав интеллектуальной собственности;
- ◆ формирование развитого рынка ИКТ;
- ◆ оказания эффективной государственной поддержки предприятиям ИКТ-сектора;
- ◆ наличия действенного антимонопольного регулирования и создания конкурентной среды в сфере ИКТ.

2. В части определения специфики процессов цифровизации и их влияния на конечный выпуск товаров и услуг в экономике.

2.1. По результатам анализа категориального аппарата цифровой экономики и с учётом опережающих темпов развития цифровой деятельности определено, что цифровая экономика представляет собой вид экономической активности, основанный на цифровых технологиях. Также выделено понятие цифровой экономики в узком смысле — как валовой добавленной стоимости, созданной в секторах ИКТ-услуг и ИКТ-промышленности, и в широком смысле — как валовой добавленной стоимости, созданной во всех секторах экономики с помощью ИКТ-технологий и ИКТ-инфраструктуры.

2.2. Установлено, что в настоящее время не существует унифицированного подхода к измерению вклада цифровой экономики в мировую, поэтому данные о её размерах очень разные: от нескольких процентов (то есть однозначных цифр), до примерно 1/5 мирового ВВП. При этом многие оценки основаны не на фактических данных, а на экспертных выводах и результатах анкетирования. На сегодня наиболее надёжна оценка специалистов ОЭСР, которые рассчитывают цифровую экономику как сумму валовой добавленной стоимости, созданной в секторе ИКТ-услуг и ИКТ-промышленности.

2.3. К числу известных цифровых технологий, которые определяют особенности современного этапа развития цифровой экономики, относятся технологии Больших данных. Установлено, что наибольшую отдачу от

анализа Больших данных предприятия получают за счёт сокращения затрат и создания новых возможностей для инноваций. Монетизация Больших данных происходит путём создания большей ценности компании для клиентов и покупателей через разработку новых бизнес-моделей, создания пулов из компаний смежных отраслей, использующих Большие данные, создания новых услуг, новых направлений и видов сбыта продукции, повышения уровня её качества.

2.4. Раскрыт потенциал нового динамического направления использования Больших данных — внедрение прогностических моделей Больших данных в государственный сектор экономики. Их использование открывает новые возможности для экономии времени и государственных средств в налогообложении и социальном обеспечении населения, для уменьшения масштабов коррупции и мошенничества в сфере фискальных отношений, в том числе международных.

2.5. Определено, что среди перспективных цифровых технологий важное место занимает блокчейн. В настоящее время индустриальные версии блокчейн развиваются несколько медленно, а внимание инвесторов и разработчиков, как и раньше, привлекают преимущественно криптовалюты. Однако ситуация постепенно меняется. В частности, одним из перспективных направлений применения блокчейн в промышленности может быть его симбиоз с технологиями Интернета вещей, который будет способствовать повышению степени надёжности и безопасности уже широко распространённых «умных» устройств и оборудования.

3. В части проблем определения влияния процессов цифровизации и ИКТ на экономическое развитие.

3.1. Установлено, что известные в настоящее время инструменты и методы, с помощью которых можно оценивать влияние цифровизации на экономические показатели деятельности бизнеса, имеют ряд недостатков, среди которых:

- ◆ отсутствие системного оценивания и избирательность объектов исследования, что негативно сказывается на представлении о развитии цифровых технологий и их влиянии на результаты деятельности и степень внедрения «цифры» в национальную экономику;
- ◆ большое количество показателей, использование разнообразных источников, отсутствие данных (индикаторов) в некоторых странах или отсутствие данных за определённые промежутки времени, что значительно усложняет анализ;
- ◆ технически усложнённые расчёты по индикаторам новых технологий, навыков, способностей и компетенций, которые препятствуют корректному сравнению стран.

3.2. Выявлено, что общим недостатком многих проанализированных методик расчёта индикаторов размера и развития цифровой экономики

является то, что результаты вычислений часто не связаны с общими показателями социально-экономического развития стран, их макроэкономическими, демографическими и институциональными особенностями, к которым, в частности, относятся размеры экономики и объёмы ВВП на душу населения, количество населения и рабочей силы, объёмы экспорта высокотехнологичной продукции, степень инновационности экономики и т. п.

3.3. В результате анализа известных экономико-математических моделей влияния научно-технического прогресса и ИКТ на экономическое развитие установлено, что такие модели основаны преимущественно на производственной функции Кобба — Дугласа с предложенными Р. Солоу её модификациями. Использование этих моделей позволило получить ряд очень разных и противоречивых оценок влияния ИКТ на экономику. Тем не менее, общий главный вывод, который можно сделать на их основе, состоит в том, что вопреки «парадоксу Солоу» цифровизация всё же имеет значение.

Главные недостатки проанализированных моделей таковы:

- ◆ использование во многих из них методологии анализа панельных данных, применённой ещё Р. Солоу;
- ◆ недостаточный учёт наличия технологических циклов и возможностей перехода к новым технологическим укладам, что сказывается на достоверности полученных результатов;
- ◆ выполнение многих оценок влияния ИКТ на экономическое развитие на примере одной страны, что ставит их в зависимость от особенностей институтов, социально-экономического развития, сложившейся инфраструктуры каждого отдельного объекта анализа.

3.4. Определено, что для оценки влияния, оказываемого ИКТ на экономику страны, а также развития цифровых технологий и экономики во взаимосвязи и взаимовлиянии, целесообразно:

- ◆ анализировать влияние ИКТ на экономическое развитие, проводя сравнение различных стран с учётом их опыта развития цифровой экономики; соответственно, решение такой задачи может потребовать разработки не одной, а комплекса моделей;
- ◆ выполнять анализ за сравнительно небольшой промежуток времени (в течение которого, исходя из положений закона Мура и учитывая фактор ускорения НТП, не наблюдается резких и непредсказуемых скачков эффективности цифровой деятельности);
- ◆ учитывать фактор жизненного цикла технологий и то, что в различных странах доминируют технологии разного уровня и разной степени развития; это сказывается и на производительности цифровых технологий.

4. В части оценки трансформационного потенциала цифровизации экономики Украины.

4.1. Опираясь на результаты выполненного анализа, оценку трансформационного потенциала цифровизации экономики предложено строить на таких принципах:

- ◆ цифровая экономика имеет большое значение не сама по себе, а, прежде всего, как неотъемлемая составная часть производственных киберфизических систем, формирующих новый способ производства и связанные с ним системы институтов и социально-экономических отношений; поэтому эффекты цифровизации зависят от производительности материальных носителей ИКТ в целом и программного обеспечения в частности;
- ◆ закономерности связей между цифровыми затратами и результатами деятельности, опосредованные развитием киберфизических систем, нельзя считать универсальными, едиными для всех времен и народов; поэтому если в разных странах (группах стран) доминируют разные технологические уклады, то и последствия цифровизации в этих странах (группах стран) будут разными;
- ◆ эффекты цифровизации целесообразно определять с применением концепции жизненного цикла технологии, описываемого S-образными кривыми, и скачкообразными переходами из одной кривой к другой в связи с изменением господствующих технологий в той или иной стране;
- ◆ во внимание нужно принимать не только технико-технологические, но и институциональные факторы, ведь эффективность внедрения новых технологий определяется также тем, насколько формальные и неформальные нормы поведения, доминирующие в том или ином обществе, благоприятны для инноваций.

4.2. Для реализации изложенных принципов разработан и реализован научно-методический подход к моделированию, который предусматривает:

- ◆ формирование базы данных по странам мира в разрезе двух классов показателей: характеризующих цифровую (кибернетическую) сторону исследуемого явления (показатели развития цифровой экономики), и характеризующих его физическую сторону (показатели развития технологий сферы материального производства);
- ◆ выполнение кластерного анализа с использованием выбранных показателей. Упорядочение объектов позволило сформировать три чётко разделённые группы стран, интерпретированные как страны Индустрии 4.0 (кластер А), страны Индустрии 3.0 (кластер В), и страны Индустрии 2.0 (кластер С, в который входит и Украина). Такая интерпретация этих групп обусловлена содержательным анализом показателей, их характеризующих;
- ◆ построение функций зависимости ВВП на душу населения стран мира от традиционных факторов, выраженных через удельные (в расчёте

на одного человека) показатели валового накопления основного капитала, среднемесячного заработка работников и размере цифровой экономики.

4.3. На основе анализа построенных функций установлено, что цифровизация даёт большую отдачу в кластерах А и В, и меньшую — в кластере С. То есть эффекты цифровизации лучше проявляются там, где высок общий технико-технологический уровень производства и созданы благоприятные для инноваций институты.

4.4. Установлено, что влияние цифровизации может быть ощутимым даже в странах, входящих в кластер С. Если сектор ИКТ рассматривать отдельно, то рост цифровой экономики в Украине на 10 % давал бы прирост ВВП только на $\approx 0,4$ %. А с учётом комплексного влияния цифровизации на различные аспекты социально-экономических процессов, полученные результаты расчётов свидетельствуют о наличии довольно существенного потенциального положительного эффекта — рост цифровой экономики на 10 % потенциально может обусловить прирост ВВП $\approx 1,4$ %.

4.5. Выполнена экономическая интерпретация полученных результатов. Обосновано, что рассчитанные экономические эффекты цифровизации в виде роста ВВП не могут быть достигнуты автоматически. Результаты нужно интерпретировать, принимая во внимание специфические обстоятельства места и времени отдельных государств. По этой причине достижение лучших показателей ВВП за счёт цифровизации в Украине требует не только «подтягивания» цифровых технологий, но и техники и общественных институтов до уровня тех стран, которые уже сумели достичь лучших результатов и расположены правее на S-образной кривой, а также решения комплекса связанных с этим проблем.

5. В части обоснования комплекса мероприятий по повышению инновационного потенциала цифровизации экономики Украины.

5.1. На основе анализа S-образных кривых и концепции жизненного цикла технологий, сделан вывод о том, что рассчитывать на трансферт технологий из-за рубежа как надёжное средство решения проблем отставания национальной экономики нельзя, поскольку, трансфертные технологии обычно имеют ограниченный потенциал роста физической производительности и содержат «встроенное» технологическое отставание. Очевидно, чтобы принципиально поднять технико-технологический уровень, нужна собственная наука, соединённая с производством, развитие национальной сферы НИОКР (необходимой как для новых собственных разработок, так и для адаптации заимствованных).

5.2. С учётом особой важности национальной науки выявлено, что причина её упадка заключается не столько в недостаточном внимании к этой сфере со стороны государства (в т. ч. недостаточном бюджетном финансировании), сколько в слабом спросе на научно-технические разработ-

ки со стороны бизнеса. Такой спрос, в свою очередь, связан с коротким горизонтом планирования. Для преодоления этого препятствия принципиально важно вывести развитие экономики и её ведущего звена — промышленности — за рамки краткосрочных политических циклов, генерирующих нестабильность и увеличивающих социальное неравенство. Для этого необходимы:

- ◆ долгосрочные гарантии собственности, в том числе интеллектуальной;
- ◆ долгосрочные государственно-частные стратегии развития, в том числе киберфизического производства, плюс стратегии переподготовки кадров на принципах *STEM*, а также стратегии сокращения бедности и социального неравенства;
- ◆ долгосрочные институты развития, основанные на принципах независимых регуляторных агентств, изменения правил работы и руководства которых должны выходить за пределы полномочий очередной политической власти.

5.3. Обосновано, что для ускорения развития цифровой экономики в Украине необходимы меры, способствующие совершенствованию долгосрочной политики Украины в сфере инноваций, в частности, путём учёта в Стратегии инновационного развития Украины на период до 2030 г. предложений о:

- ◆ поэтапном увеличении объёмов финансирования НИОКР на период до 2030 г. минимум до 2 % ВВП, в том числе не менее половины за счёт частного сектора;
- ◆ содействию лучшей осведомлённости предпринимателей, чиновников и учёных о целях, этапах и участниках инновационного процесса путём разработки, периодического обновления и публикации перечня ключевых технологий, создающих основу для инноваций в ряде продуктов в отраслях промышленности; создание для этого Группы высокого уровня по ключевым технологиям;
- ◆ совершенствовании процедур среднесрочного планирования инновационного развития с использованием количественных индикаторов развития и определения сумм финансирования мероприятий с разбивкой по годам;
- ◆ привлечении к финансовому обеспечению инноваций институтов развития, выделении в государственном и местных бюджетах средств на реализацию мероприятий Стратегии отдельной строкой.

5.4. Предложено реализовать ряд мероприятий по созданию благоприятной институциональной среды непосредственно для увеличения трансформационного потенциала цифровизации:

- ◆ усовершенствовать терминологический аппарат в сфере ИКТ, который используется в Украине, прежде всего — в нормативно-законодательных актах, исходя из разработанного определения ИКТ как со-

- вокупности методов и процессов производства информации, её хранения, обработки, передачи и восприятия человеком или специальными устройствами, а также научного описания таких методов и процессов;
- ◆ разработать признанную на государственном уровне методику оценки влияния Больших данных на доходы, создание добавленной стоимости и ВВП в целом; при этом основными показателями могут быть: а) для оценки поставщиков Больших данных — количество компаний, работающих в сфере анализа Больших данных; объём доходов этих компаний от производства оборудования и программного обеспечения для анализа Больших данных; б) для оценки потребителей Больших данных — количество компаний и предприятий, которые используют анализ Больших данных в собственной деятельности (размер, виды деятельности, регионы); объёмы инвестиций в Большие данные; доля дохода предприятий, созданная за счёт использования Больших данных;
 - ◆ для сбора показателей деятельности предприятий-потребителей Больших данных Госкомстату Украины — разработать новые статистические формы, а предприятиям — выделять, возможно, оценочным методом, долю доходов, полученных благодаря анализу Больших данных; для получения дополнительной информации о деятельности компаний-поставщиков Больших данных можно воспользоваться опытом немецкой компании *Experton Group*, разработавшей Методику оценки вендоров *Big Data* и применяющей её для проведения ежегодного мониторинга этого рынка; исправить определение термина «товар» в «Классификации видов экономической деятельности ДК 009:2010 «Национального классификатора Украины, поскольку вследствие стремительной цифровизации товары уже давно не являются только материальными объектами — оцифрованные товары и программное обеспечение не нужно транспортировать, однако они служат предметом покупки, продажи или обмена и не относятся к услугам;
 - ◆ усовершенствовать налоговое законодательство в отношении торговли товарами в электронной форме (для предприятий — использовать механизм обратного начисления обязательств по НДС; для операций по приобретению товаров и услуг конечными потребителями, стоимость которых не превышает, например, прожиточный минимум — ввести налог на транзакции со ставкой 1—2 %); это должно способствовать увеличению поступлений в бюджет и минимизации мошеннических схем с НДС, уклонения от уплаты налогов в электронной торговле;
 - ◆ разработать план мероприятий по развитию института прав собственности в Украине с учётом целей развития сектора ИКТ и действующих международных соглашений в части противодействия цифровому пиратству;

- ◆ в рамках реализации Концепции развития цифровой экономики и общества Украины на 2018—2020 гг. — разработать подробные программы государственной поддержки предприятий сектора ИКТ, научно-исследовательских и общеобразовательных учреждений, осуществляющих подготовку специалистов для сектора ИКТ и исследования в этом направлении.

Изложенные научные положения, выводы и рекомендации могут быть использованы органами государственной власти и управления, негосударственными неприбыльными самоуправляемыми организациями, промышленными предприятиями и их объединениями в процессе формирования и реализации политики в сфере развития цифровой экономики Украины и повышения её эффективности.

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
000100000011111
000001110110000
0110000111010100
0001000001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000101000001
010110000011101
100001001101000
000001101000000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011100000011000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110

SUMMARY

Vishnevsky, V., Harkushenko, O., Kniaziev, S., Lypnytskyi, D., & Chekina, V. (2020). *Digitalization of Ukrainian economy: transformational potential* (Eds. Vishnevsky, V. & Kniaziev, S.). Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine. Kyiv: Akademperiodyka. 188 p.

The monograph was prepared on the basis of a scientific project “Transformational potential of the Ukrainian economy’s digitization” of the targeted comprehensive program of scientific researches of NAS of Ukraine “Reconstruction of the Ukrainian economy: historical challenges and modern projects”, as well as schedules research work of IIE of NAS of Ukraine “Directions of “smart” industry’s establishment in Ukraine”.

The development of a digital economy and ICT-based cyberphysical systems is a priority field for global technology transformations. Recently in advanced countries of the world there has been a transition to a new technological mode, known as Industry 4.0 or smart industry. These changes’ peculiarity is a rapid digitalization of an economy, which quickly and dramatically changes people, production, state and society.

On the content side the digital economy covers digital equipment and technologies (hardware, software, communication equipment), human skills in using these equipment and technologies (digital skills), as well as intermediate digital goods and services that have application to countries’ GDP production. In many leading countries of the world, its volume, measured as the relative size of ICT sector, exceeds 5% of GDP (Measuring the Digital, 2018).

An introduction of up-to-date digital technologies (mobile Internet, Internet of things, Big data, blockchain, etc.) into

activities of enterprises and organizations, equipment and technology, production and non-production processes makes it possible to expand the range of goods and services, to improve their quality and compliance with consumer needs, to increase labor productivity and to form new value chains and networks. The gross value added, generated in all sectors of the global economy through ICT, is already more than 1/5 of global GDP (Knickrehm, Berthn, Daugherty, 2016).

However, the effectiveness of digitalization processes in national economies differs. It depends, firstly, on how countries are prepared to implement the latest digital technologies. Here, such factors as the degree of ICT and their infrastructure development, parameters of accumulation and use of digital capital, digital skills of the population, etc. are important. Secondly, in what extent economies are ready for modern production transformations in general: what is the technical and technological level of production, how complex and diverse its products are, how much a national R&D sphere contributes to modern industrial development, etc.

It is obvious that digitalization itself is not an economic panacea, since in conditions of a weak innovation sphere, outdated production technologies, obsolete machinery and equipment and STEM personnel shortage, it has little prospects and can be resolved mainly into a reduction in jobs in the service sector.

A lot of researches have already been done in the world on processes of formation and further development of the digital economy. However, they often pay attention to uncovering the economic potential of new digital technologies regardless of how this potential is implemented in practice in the particular technical, technological, social, cultural and institutional environment of different countries, whether it really brings reliable measurable positive results and under what conditions. In this sense, the long-standing skepticism of Nobel prize-winner R. Solow, who noted that: "You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics" (Solow, 1987, p. 36), remains relevant.

Accordingly, all of these increases the significance of the problem of quantitative assessment and the effective use of the Ukrainian economy's digitalization potential, taking into account specific circumstances of its readiness for digital and industrial transformations. Moreover, the task here is not simply to once again emphasize the importance of the digital economy's accelerated development, which has become a worldwide trend, but to assess its real capabilities in specific historical conditions, prevailing in Ukraine today, and to define, what precisely needs to be done for its further acceleration and effective use.

To this end, the monograph analyzes theoretical and practical aspects of digitalization in the world and in Ukraine and substantiates ways to strengthen the positive impact of digitalization on new industrialization and accelerate the country's social and economic development.

Structurally, the monograph consists of four chapters, which subsequently reveal a complex set of issues related to the definition, development and use of the transformational potential of the Ukrainian economy's digitalization.

The first (theoretical) chapter “Information and communication technologies and their role in the national economies’ digitalization” is focused on defining the ICT sector’s properties, their legal and economic aspects, and on prerequisites for ICTs’ successful development. Based on the analysis of components of the term “information and communication technologies” and current trends in the digital economy development, ICTs are defined as a set of methods and processes for the production of information, its storage, processing, transmission and perception by humans or special devices, as well as a scientific description of such methods and processes. The sector of these technologies consists of two related segments: ICT services (solutions) and ICT industry. In the first segment new technologies that provide services for the transfer, receipt and storage of information are developed and implemented, in another one — the material and technical base of such technologies is created.

As the analysis showed, today leading countries in the production of ICT products and ICT services mainly belong to the circle of countries with high per capita incomes and less often — with upper-middle incomes. The only exceptions are well-known ICT service providers such as Indonesia and India, where incomes are below average (lower-middle income per capita). In Ukraine, an analysis of sales indicators of relevant products reveals that its ICT industry has not yet shown satisfactory results.

In addition, the presence of ICT and the corresponding dynamic sector of a national economy alone are not the key to successful development. Much depends on the general level of progress of a country’s economy, how fully it uses the opportunities, provided by modern equipment and technologies. Modern ICTs are a good tool for more precise diagnosis of a country’s problems and elaborating new ways to solve them, but only if the necessary conditions for its application are created: a high level of computer literacy for population is provided, reliable institutions for the protection of intellectual property rights are created, and effective antitrust legislation is in force, etc.

In the second (analytical) chapter “Digitalization of the Economy and Modern Digital Technologies” problems of the transition from conventional to digital business are examined, factors of the digitalization processes’ influence on final results of economic activity are defined, and how deep new digital technologies (in particular, such high-tech ones, as Big data technologies and blockchain) have entered into social life, business and people’s lives.

In modern conditions, the monetization of Big Data occurs by creating greater company value for customers and buyers by developing new business models, forming pools of enterprises in related fields that use Big Data, providing new services, developing new areas and types of marketing of products, improving their quality level and etc.

It has been established that enterprises get the most return from Big Data analysis in the form of production costs’ reduction and creating big opportuni-

ties for innovations. Big Data analysis significantly changes sales practices and marketing, and substantially affects R&D in industry. A new direction of using Big Data in the public sector of an economy is also developing rapidly: the implementation of results of prognostic modeling provides new opportunities for saving time and state funds in taxation and social security, as well as for reducing corruption and fraud in the field of fiscal relations, including international ones.

One of the most relevant modern digital technologies is the blockchain, which is already represented by three simultaneously existing generations. Now this technology begins to reveal its potential not only in the field of finance and trade (cryptocurrencies, smart contracts), but also in material production. In particular, a promising area of blockchain application in industry may be its symbiosis with the technology of Internet of things, which will increase the degree of reliability and security of already widespread “smart” devices and equipment.

In the third — scientific and methodological — chapter “Problems of assessing digitalization processes and their impact on economic development”, an analysis of scientific and methodological approaches, as well as economic and mathematical models of defining the digitalization impact on the real economy is performed. The existence of significant problems in this field of research was found. Thus, a flaw of many methods of calculating indicators of the digital economy’s development is that they do not sufficiently take into account general social and economic indicators, macroeconomic, demographic and institutional characteristics of countries, and therefore need further development and refinement.

The analysis of economic and mathematical models showed that in order to assess the impact of ICT on the results of economic activity, modifications of the Cobb-Douglas production function are mainly applied, including those, proposed by R. Solow. Their shortcomings often turn out to be incomplete accounting of computers and ICTs’ depreciation, as well as technological cycles’ phases, which affects the reliability of the results. In addition, assessments are usually performed for one country, which reduces their explanatory potential.

Based on this, it is substantiated in the work that modeling the influence of ICTs on the growth of a particular national economy should be done in comparison with other countries, taking into account the peculiarities of their evolution in time and space and the technology life cycle factor, described by S-shaped technological curves.

The solution of this task requires the development of a set of models, within which it will be possible to establish factors, determining ICTs’ development, to distribute countries into groups depending on the presence of these factors in them and to identify the impact of ICTs on production and labor productivity in each of the selected groups.

In the fourth — estimated and practical — chapter “Assessing the transformational potential of the Ukrainian economy’s digitalization and ways to increase it”

principles of assessment are offered and a new scientific and methodological approach to modeling the transformational potential of the digital economy is implemented, and the ways to increase it are justified.

This approach contemplates, firstly, performing cluster analysis to identify groups of countries, interpreted as countries of Industry 4.0, Industry 3.0 and Industry 2.0 (a group that includes Ukraine); and, secondly, the construction for each of these groups of countries of functions, reflecting the dependence between GDP per capita, traditional production factors (capital, labor) and the size of the digital economy.

An analysis of constructed functions showed that the economic impact of digitalization can be noticeable even in the countries, included in the Industry 2.0 group, but it is significantly smaller than in countries that have achieved a high level of development of production technologies and high quality public institutions.

Based on this, it is substantiated that economic effects of digitalization in the form of GDP growth are not provided automatically. In addition, calculated results should be interpreted taking into account specific circumstances of the place and time. For this reason, in order to achieve the best indicators of GDP growth due to digitalization in Ukraine, it is necessary to “pull up” not only digital technologies, but also production equipment and the quality of public institutions to the level of leading countries, as well as to provide a consistent solution to the complex of problems associated with this, especially in scientific, technical and institutional fields.

The monograph ends with conclusions that summarize the study and highlight its most important results, which can be used by state authorities and government, non-governmental non-profit self-governing organizations, industrial enterprises and their associations in their activities in the process of formation and implementation of a policy for further development and increasing the efficiency of the digital economy in Ukraine.

* * *

The performed study, results of which are presented in the monograph, made it possible to obtain a number of scientific results, to which attention should be paid to while using them in theory and practice, as well as for critical assessment and defining directions for further scientific analysis of problems of the digital economy's development, including in Ukraine.

1. In terms of identifying features of modern information and communication technologies and their role in the national economies' digitalization.

1.1. Based on results of the analysis of modern technical and economic processes in the digital revolution, the structural and etymological analysis of well-known definitions of ICT, and with the aim to broaden the scope of this term, it is proposed to consider ICTs as a set of methods and processes for the production of information, its storage, processing, transmission and perception by

humans or special devices, as well as the scientific description of such methods and processes.

1.2. It is offered to expand the definition of the concept of ICT infrastructure by including in it a system of personnel's training and retraining in the field of ICTs and enhancing computer literacy of a country's population. According to such an approach, ICT infrastructure is a combination of computer technology, telecommunications equipment, data transmission channels and information systems, means of communications and tools for managing information flows, organizational structures, legal and regulatory mechanisms that ensure their effective functioning, as well as systems of providing computer literacy to population, vocational training and retraining of specialists in the ICT sector.

1.3. It is identified that modern ICTs, which have specific attributes (4C concept — computing, communications, content, capacity), will become available to the full extent of their potential in Ukraine subject to a number of requirements:

- ◆ stabilizing the national economy's development;
- ◆ ensuring a high level of education of the country's population, in particular — its computer literacy;
- ◆ creating a reliable institution in the field of intellectual property rights;
- ◆ developing an advanced ICT market;
- ◆ ensuring an effective state support to enterprises in the ICT sector;
- ◆ supporting an existence of the effective antitrust legislation and creating of a competitive environment in the field of ICT.

2. In terms of defining key features of digitalization processes and their impact on the final output of goods and services in the economy.

2.1. Based on the analysis of the digital economy's categorial apparatus and taking into account the accelerated pace of digital activities' development, it was established that the digital economy is a type of economic activity based on digital technologies. The concept of the digital economy is singled out in the narrow sense — as gross value added created in the sectors of ICT services and ICT industry, and in the broad sense — as gross value added created in all sectors of the economy by an implementation of ICTs and ICT infrastructure.

2.2. At present there is no unified approach to measuring the contribution of the digital economy to the world, therefore, data on its size are very different: from a few percent (i.e. single digits) to about 1/5 of the global GDP. However, many estimates are based not on evidence, but on expert findings and results of surveys. Today, the most reliable assessment are presented by OECD specialists, who calculate the digital economy as the sum of the gross value added created in the ICT services sector and the ICT industry.

2.3. Among the well-known digital technologies that shape peculiarities of the modern stage of the digital economy's development are Big Data technologies. It was established that enterprises get the most return from Big Data analysis in the form of costs reduction and creating new opportunities for innovations.

The monetization of Big Data occurs by creating greater company value for customers and buyers through the development of new business models, forming pools of companies in related industries, creating new services, new directions and types of sales of products, improving its quality level.

2.4. The potential of the new dynamic direction of Big Data implementation is revealed — the introduction of prognostic models built on Big Data in the public sector of the economy. Their use opens up new opportunities for saving time and public funds in taxation and social security areas, a reduction of corruption and fraud in the field of fiscal relations, including international ones.

2.5. It is determined that blockchain occupies an important place among promising digital technologies. Currently, industrial versions of the blockchain are developing rather slowly, and the attention of investors and developers, as before, is mainly attracted to cryptocurrencies. However, this situation is gradually changing. In particular, one of the challenging areas for the use of blockchain in industry may be its symbiosis with such technologies as Internet of things, which will help to increase the degree of reliability and security of already widespread “smart” devices and equipment.

3. In terms of problems of defining the impact of digitalization and ICTs on economic development.

3.1. It was found that currently known tools and methods of evaluating the digitalization impact on the economic indicators of a business have a number of disadvantages, including:

- ◆ lack of systematic assessment and selectivity of subjects of inquiry, which negatively affects the very idea of the development of digital technologies, their impact on results of operations and the extent, to which the “digits” are introduced into the national economy;
- ◆ a large number of indicators, the use of various sources, the lack of data (indicators) in some countries or the lack of data for certain periods of time, which greatly complicates the analysis;
- ◆ overstructured calculations, based on indicators of new technologies, skills, abilities and competencies that prevent the correct inter-country comparison.

3.2. It was revealed that a common drawback of many analyzed methods of calculating indicators of the size and development of the digital economy is that results of calculations are often not related to countries’ general indicators of social and economic development, their macroeconomic, demographic and institutional features, which, in particular, include the size of the economy and the volume of GDP per capita, population and labor force numbers, the volume of high-tech products’ export, the degree of innovation of the economy, etc.

3.3. Based on the analysis of well-known economic and mathematical models of the influence of scientific and technological progress and ICTs on economic development, it was found that such models are mainly rest on the Cobb-Douglas

production function with its modifications, proposed by R. Solow. The use of these models allowed us to obtain a number of very different and conflicting assessments of the ICTs' impact on the economy. Nevertheless, the general main conclusion that can be drawn on their basis is that, contrary to the "Solow paradox", digitalization still matters.

The main disadvantages of the analyzed models are as follows:

- ◆ the use in many of them of the panel data analysis methodology, applied by R. Solow;
- ◆ insufficient accounting of technological cycles and possibilities of transition to new technological modes, which affects the reliability of results;
- ◆ carrying out many assessments of the ICTs' impact on economic development using the example of a single country, which makes them dependent on characteristics of institutions, social and economic development, and the existing infrastructure of each individual object of the analysis.

3.4. It is defined that in order to assess the ICTs' impact on a country's economy, as well as the development of digital technologies and the economy in their relation and interaction, it is advisable to:

- ◆ analyze the ICTs' impact on economic development by comparing different countries, taking into account their experience in the digital economy development; accordingly, the solution of such a task may require the development of not one, but a number of models;
- ◆ perform an analysis in a relatively short period of time (during which, based on Moore's law provisions and considering the acceleration factor of scientific and technological progress, there are no abrupt and unpredictable jumps in the effectiveness of digital activities);
- ◆ take into account the technologies' life cycle factor and the fact that technologies of different modes and different degrees of development dominate in different countries; this also affects the productivity of digital technologies.

4. In terms of assessing the transformational potential of the Ukrainian economy's digitalization.

4.1. Based on results of the analysis, it is proposed to build an assessment of the transformational potential of the digitalization of the economy on the following principles:

- ◆ the digital economy is of great importance not in itself, but, first of all, as an integral part of manufacturing cyberphysical systems that form a new mode of production and associated systems of institutions, social and economic relations; therefore, the effects of digitalization depend on the performance of tangible ICT carriers in general and software in particular;
- ◆ the laws of the relationship between digital costs and results of activities, mediated by the development of cyberphysical systems, cannot be considered universal, common for all times and people; therefore, if different technological modes dominate in different clusters (groups of countries),

then consequences of digitalization in these countries (groups of countries) will be different;

- ◆ it is advisable to define effects of digitalization using the concept of the technologies' life cycle, described by S-shaped curves and abrupt transitions from one curve to another due to a change in prevailing technologies in a given country;
- ◆ it is necessary to take into account not only technical and technological, but also institutional factors, because the effectiveness of new technologies introduction is also depends on how favorable formal and informal norms of behavior that dominate in a given society are towards innovations.

4.2. To implement the abovementioned principles, a scientific and methodological approach to modeling was developed and implemented, which provides for:

- ◆ a database formation of countries across the globe in the context of two classes of indicators: characterizing the digital (cybernetic) side of the phenomenon under study (indicators of the digital economy's development), and characterizing its physical side (indicators of the technologies' development in the sphere of material production);
- ◆ performing cluster analysis using selected indicators. The ordering of objects allowed the formation of three clearly separated groups of countries, interpreted as countries of Industry 4.0 (cluster A), countries of Industry 3.0 (cluster B), and countries of Industry 2.0 (cluster C, which includes Ukraine). Such an interpretation of these groups is due to a meaningful analysis of the indicators, describing them;
- ◆ the construction of functions of the dependence of GDP per capita in countries of the world from traditional factors, expressed in terms of specific (per capita) indicators of gross fixed capital formation, average monthly earnings of workers and the digital economy's size.

4.3. Based on the analysis of constructed functions, it was found that digitalization provides greater returns in clusters A and B, and less — in cluster C. That is, effects of digitalization are better manifested where the general technical and technological level of manufacturing is high and innovation-favorable institutions are created.

4.4. It was established that the impact of digitalization can be notable even in countries from cluster C. If we consider the ICT sector separately, then a 10% growth in the digital economy in Ukraine would give a GDP growth of only $\approx 0.4\%$. And taking into account the complex effect of digitalization on various aspects of social and economic processes, results of calculations indicate a rather significant potential positive effect: a 10% growth in the digital economy could potentially lead to a GDP growth of $\approx 1.4\%$;

4.5. The economic interpretation of these results is made. It is proved that calculated economic effects of digitalization in the form of GDP growth cannot

be achieved automatically. Results must be interpreted, taking into account the specific circumstances of the place and time of a particular state. For this reason, achieving the best values of GDP indicators due to digitalization in Ukraine requires “pulling up” not only digital technologies, but also technology and public institutions to the level of those countries that have already managed to achieve better results and technological development of which is described by the upper-right part of the S-shaped curve, as well as finding solutions of a complex of related problems.

5. In terms of substantiation of a set of measures to increase the innovative potential of digitalization of the Ukrainian economy.

5.1. Based on the analysis of S-shaped curves and the concept of the technologies’ life cycle, it is concluded that it is impossible to count on technology transfer from abroad as a reliable mean of solving problems of the lagging in the national economy, since transferred technologies usually have a limited growth potential of physical productivity and contain “built-in” technological backlog. Obviously, in order to essentially raise the technical and technological level, we need our own science, combined with manufacturing and the development of the national R&D sphere (which is necessary for new own developments and for adaptation of borrowed ones).

5.2. Taking into account the particular importance of national science, it was revealed that the reason for its decline is not so much in the insufficient attention from the state (including insufficient budget financing), but in the weak demand for scientific and technological developments from the business. Such demand, in turn, is associated with a short planning horizon. To overcome this obstacle, it is crucially important to bring the development of the economy and its leading link — industry — out the framework of short-term political cycles that generate instability and increase social inequality. To do this, it is needed:

- ◆ long-term guarantees of property rights, including intellectual property ones;
- ◆ long-term public-private development strategies, including cyberphysical manufacturing, plus STEM-based retraining strategies, as well as strategies to reduce poverty and social inequality;
- ◆ long-term institutions of development, based on principles of independent regulatory agencies, changes in rules of work and management of which should go beyond powers of the next political authority.

5.3. It is grounded, that in order to accelerate the digital economy development in Ukraine measures are needed to improve the Ukrainian long-term policy in the field of innovation, in particular — by taking into account the Strategy for Innovative Development of Ukraine for the period until 2030 proposals on:

- ◆ a phased increase in R&D funding for the period up to 2030 to at least 2% of GDP, including at least half of which should be due to the private sector;
- ◆ promoting better awareness of entrepreneurs, officials and scientists about goals, stages and participants of the innovative process by developing, periodi-

cally updating and publishing a list of key technologies that create the basis for innovation in a number of products in industries; the establishment of a High-Level Panel on Key Technologies for this;

- ◆ improving procedures for the medium-term planning of innovative development using quantitative indicators of development and defining the funding amount, disaggregated by years;
- ◆ raising financial support for innovation from development institutions, allocating funds in the state and local budgets for the implementation of Strategy measures as a separate line.

5.4. It is proposed to implement a number of measures to create a favorable institutional environment to increase directly the transformational potential of digitalization:

- ◆ to improve the terminological apparatus in the field of ICTs, which is used in Ukraine, first of all, in legal acts, based on the developed in this study definition of ICTs as a set of methods and processes for the production of information, its storage, processing, transmission and perception by a people or special devices, and also the scientific description of such methods and processes;
- ◆ to develop a recognized at the state level methodology of assessment the impact of Big Data on income, the creation of value added and GDP as a whole; the main indicators may be: a) for estimating Big Data providers — the number of companies, working in the field of Big Data analysis; the income of these companies from the equipment and software manufacturing for the analysis of Big Data; b) for estimating Big Data consumers — the number of companies and enterprises that use Big Data analysis in their own activities (size, types of activity, regions); investments in Big Data; the share of an enterprise's income, created through the use of Big Data;
- ◆ to collect performance indicators of enterprises-Big Data consumers, the State Statistics Committee of Ukraine must develop new statistical forms, and enterprises — allocate, possibly, using the valuation methods, the share of revenues generated through the Big Data analysis; to collect additional information about the activities of Big Data suppliers, it may be of utility to use the experience of the German company Experton Group, which developed the Big Data vendor assessment methodology and uses it to conduct annual monitoring of this market;
- ◆ to correct the definition of the term “product” in the “Classification of Economic Activities DK 009: 2010” of the National Classifier of Ukraine, since due to rapid digitalization, goods are no longer only tangible objects — digitized goods and software do not need to be transported, but they are the subject of purchase, sales or exchanges and do not apply to services;
- ◆ to improve tax legislation in relation to trade of goods in electronic form (for enterprises — by using reverse charge VAT; for transactions on the purchase

of goods and services by final consumers, the cost of which does not exceed, for example, the cost of living — by introduction of a transaction tax with a rate of 1—2%); this should help to increase budget revenues and minimize fraud schemes with VAT, tax evasion in electronic commerce;

- ◆ to prepare an action plan for the development of the institution of property rights in Ukraine, taking into account the development goals of the ICT sector and existing international agreements in the field of fighting digital piracy;
- ◆ as a part of the implementation of the Concept for the development of the digital economy and society of Ukraine for 2018-2020 — to develop detailed programs of state support for enterprises in the ICT sector, research and educational institutions that train specialists for the ICT sector and conduct R&D in this direction.

Abovementioned scientific provisions, conclusions and recommendations can be used by state authorities and governing bodies, non-profit self-governing organizations, industrial enterprises and their associations in the process of formation and implementation of policies in the field of development of the digital economy of Ukraine and increase of its efficiency.

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
00010000001111
000001110110000
011000111010100
000100010010000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000101000001
010110000011101
100001001101000
000001101000000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011100000100000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111100000100000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І АБРЕВІАТУР | 3 |
| ПЕРЕДМОВА | 5 |
| 1. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ РОЛЬ У ЦИФРОВІЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНИХ ЕКОНОМІК | |
| 1.1. Властивості сектору ІКТ, його структура та інфраструктура | 13 |
| 1.2. Правові та економічні аспекти ІКТ | 20 |
| 1.3. Передумови успішного розвитку ІКТ | 28 |
| 2. ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ І СУЧАСНІ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ | |
| 2.1. Перехід від традиційного до цифрового бізнесу | 35 |
| 2.2. Фактори впливу цифровізації на результати економічної діяльності | 42 |
| 2.3. Розвиток технологій цифрової трансформації економіки (на прикладі Великих даних і блокчейн) | 47 |
| 2.3.1. Великі дані та їх аналітика | 47 |
| 2.3.2. Блокчейн | 55 |
| 3. ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ПРОЦЕСІВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА ЇХ ВПЛИВУ НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК | |
| 3.1. Аналіз методичних підходів до моніторингу та оцінювання процесів цифровізації | 65 |
| 3.2. Еволюція математичних моделей впливу науково-технічного прогресу та ІКТ на економічний розвиток | 78 |
| 3.3. Аналіз сучасних моделей впливу ІКТ на економічний розвиток | 82 |

| | |
|---|-----|
| 4. ОЦІНКА ТРАНСФОРМАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПІДВИЩЕННЯ | |
| 4.1. Побудова функції залежності цифрових витрат і реальних результатів | 99 |
| 4.2. Оцінка трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України | 113 |
| 4.3. Шляхи підвищення трансформаційного потенціалу цифровізації економіки України | 119 |
| ВИСНОВКИ | 124 |
| ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 132 |
| ДОДАТКИ | 144 |
| АННОТАЦІЯ | 156 |
| SUMMARY | 170 |

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
000100000011111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000101000001
010110000011101
100001001101000
000001110100000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011100000100000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
010000100110100
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И АБРРЕВИАТУР | 3 |
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 5 |
| 1. ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ РОЛЬ В ЦИФРОВИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИК | |
| 1.1. Свойства сектора ИКТ, его структура и инфраструктура | 13 |
| 1.2. Правовые и экономические аспекты ИКТ | 20 |
| 1.3. Предпосылки успешного развития ИКТ | 28 |
| 2. ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ И СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | |
| 2.1. Переход от традиционного к цифровому бизнесу | 35 |
| 2.2. Факторы влияния цифровизации на результаты экономической деятельности | 42 |
| 2.3. Развитие технологий цифровой трансформации экономики (на примере Больших данных и блокчейн) | 47 |
| 2.3.1. Большие данные и их аналитика | 47 |
| 2.3.2. Блокчейн | 55 |
| 3. ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ | |
| 3.1. Анализ методических подходов к мониторингу и оценке процессов цифровизации | 65 |
| 3.2. Эволюция математических моделей влияния научно-технического прогресса и ИКТ на экономическое развитие | 78 |
| 3.3. Анализ современных моделей влияния ИКТ на экономическое развитие | 82 |

| | |
|--|-----|
| 4. ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ И ПУТИ ЕГО ПОВЫШЕНИЯ | |
| 4.1. Построение функции зависимости цифровых расходов и реальных результатов | 99 |
| 4.2. Оценка трансформационного потенциала цифровиза- ции экономики Украины | 113 |
| 4.3. Пути повышения трансформационного потенциала цифровизации экономики Украины | 119 |
| ВЫВОДЫ | 124 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 132 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ | 144 |
| АННОТАЦИЯ | 156 |
| SUMMARY | 170 |

100001001101000
001100010000100
100100001000001
000001111010000
010010100000001
101000001011110
000010000100001
001101000000011
01000010111110
000010000010101
100000110101000
001111010000011
101100000111101
000001110010000
000110100000110
101000001100010
000010000100011
100000110101000
010000010000010
000100000001111
000001110110000
011000111010100
000100001000101
000010000010000
010000100000111
011000010000110
000100100100000
111101000010000
010000011100100
000100001000010
011010000000110
100000110011000
001110110000011
000100000110011
000001000001111
110000011110100
001000101000001
010110000011101
100001001101000
000001101000000
10011100001001
10100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000001101000001
011110000010000
100001001101000
000011010000101
111100000100000
101011000001101
010000011110100
000111011000001
111010000011010
111111110000110
100010110000100
110100000110001
000010010010000
100000100000111
101000001001010
000000110100000
101111000001000
01000001001010
000001101000010
111110000010000
010101100000110
101000001111010
000011101100000
111101000001110

CONTENT

| | |
|---|----|
| LIST OF ABBREVIATIONS | 3 |
| PREFACE | 5 |
| 1. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AND THEIR ROLE IN NATIONAL ECONOMIES' DIGITALIZATION | |
| 1.1. Peculiarities and structure of ICT sector, ICT infrastructure | 13 |
| 1.2. Legal and economic aspects of ICT | 20 |
| 1.3. Prerequisites for ICT's successful development | 28 |
| 2. DIGITALIZATION OF ECONOMY AND ADVANCED DIGITAL TECHNOLOGIES | |
| 2.1. Transition from conventional to digital business | 35 |
| 2.2. Impact factors of digitalization on results of an economic activity | 42 |
| 2.3. Development of technologies of an economy's digital transformation (on example of Big Data and blockchain) | 47 |
| 2.3.1. Big Data and Analytics | 47 |
| 2.3.2. Blockchain | 55 |
| 3. DIGITAL PROCESSES' AND THEIR IMPACT ON ECONOMIC DEVELOPMENT ASSESSMENT PROBLEMS | |
| 3.1. An analysis of methodological approaches to monitoring and assessment of digital processes | 65 |
| 3.2. Evolution of math models of technologic progress and ICT's impact on economic development | 78 |
| 3.3. Analysis of modern models of ICT's impact on economic development | 82 |

| | |
|--|-----|
| 4. ASSESSMENT OF TRANSFORMATIONAL POTENTIAL OF UKRAINIAN ECONOMY'S DIGITALIZATION AND THE WAYS OF ITS ENHANCEMENT | |
| 4.1. Building the function of dependence between digital costs and real results | 99 |
| 4.2. Assessment of transformational potential of Ukrainian economy's digitalization | 113 |
| 4.3. Ways to enhance the transformational potential of Ukrai- nian economy's digitalization | 119 |
| CONCLUSIONS | 124 |
| LITERATURE | 132 |
| ANNEXES | 144 |
| ANNOTATION | 156 |
| SUMMARY | 170 |

Наукове видання

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ ПРОМИСЛОВОСТІ

ВИШНЕВСЬКИЙ Валентин Павлович
ГАРКУШЕНКО Оксана Миколаївна
КНЯЗЕВ Святослав Ігорович
ЛИПНИЦЬКИЙ Денис Володимирович
ЧЕКІНА Вікторія Денисівна

ЦИФРОВАІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ: ТРАНСФОРМАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Редактор *А.І. Радченко*

Художнє оформлення *О.А. Бурдік*

Технічне редагування *Т.М. Шендерович*

Коректор *А.О. Мережко*

Комп'ютерна верстка *Н.О. Кучеренко*

Підп. до друку 20.02.2020. Формат 70 × 100/16.

Гарн. Minion Pro. Ум. друк. арк. 15,3. Обл.-вид. арк. 15,07.

Тираж 300 прим., у т. ч. 100 на USB-флеш-накопичувачах. Зам. № 5876.

Видавець і виготовлювач Видавничий дім «Академперіодика» НАН України
01004, Київ, вул. Терещенківська, 4

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи серії ДК № 544 від 27.07.2001 р.