

О.В. ТУТОВА, канд. екон. наук, старш. наук. співроб.,
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН та МОН України, просп. Глушкова, 40, Київ 03187, Україна,
olenatutova@gmail.com

Є.А. САВЧЕНКО, канд. техн. наук, старш. наук. співроб.,
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН та МОН України, просп. Глушкова, 40, Київ 03187, Україна,
savchenko_e@meta.ua

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ НА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Проведено аналіз рейтингів розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, розроблених провідними міжнародними організаціями. Визначено шість держав, які досягли найбільшого прогресу за цими рейтингами. Проаналізовано взаємозв'язок між валовим національним доходом і положенням цих країн в рейтингу електронного уряду. Побудовано моделі на основі комбінаторного алгоритму МГУА для прогнозу валового національного доходу на два роки наперед.

***Ключові слова:** інформаційно-комунікаційні технології, рейтинг, індекс готовності до мережевого суспільства, електронний уряд, економіка знань, індекс електронного участі, цифрова економіка, волове національний дохід на душу населення.*

Вступ

У 2017 р. цифрова революція увійшла у вирішальну фазу — до Інтернету підключився кожен другий житель Землі. За оцінкою Глобального інституту *McKinsey* вже в найближчі 20 років до 50% робочих операцій в світі можуть бути автоматизовані, і за масштабами цей процес можна порівняти з промисловою революцією XVIII-XIX ст. Промислова революція дозволила окремим країнам домогтися вражаючих темпів економічного зростання і вони на багато десятиліть стали лідерами світової економіки [1].

Цифрові перетворення — один з головних чинників світового економічного зростання. За оцінками Глобального інституту *McKinsey*, у Китаї збільшення ВВП до 22% до 2025 р. може відбутися за рахунок застосування інтернет-технологій. У США очікуваний приріст вартості,

що створюється цифровими технологіями, також вражає — тут він на 2025 р. може скласти 1,6-2,2 трлн дол. США. Такі сміливі економічні прогнози пов'язані не тільки з ефектом від автоматизації існуючих процесів, а й з упровадженням принципово нових, проривних бізнес-моделей і технологій. Серед них — цифрові платформи, цифрові екосистеми, поглиблена аналітика великих масивів даних, технології «Індустрії 4.0», такі як 3D-друк, роботизація, інтернет речей [1].

Експерти з цифрових технологій та економіки сходяться на думці, що в найближчі десятиліття на ринок праці суттєво вплине автоматизація. Застосування цифрових технологій допоможе поліпшити діловий та інвестиційний клімат завдяки підвищенню доступності й ефективності державних послуг, розвитку цілої екосистеми бізнес-сервісів (логістичні послуги, мобільний банкінг), збільшенню прозорості умов ведення бізнесу

(електронні майданчики для проведення тендерів і закупівель, портали зворотного зв'язку) [2].

Сьогодні існує декілька міжнародних рейтингів, які прямо або опосередковано характеризують рівень розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) і зрілості інструментів електронної держави у різних країнах світу. Рівень розвитку ІКТ є основою для цифрових перетворень і розвитку цифрової економіки, оскільки цифрова економіка — це економіка, що базується на цифрових комп'ютерних технологіях.

До найбільш авторитетних відносять рейтинги, що складають фахівці Організації об'єднаних націй (ООН), Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ), Всесвітнього економічного форуму (ВЕФ) і Світового банку (СБ).

Рейтинги розвитку інформаційно-комунікаційних технологій

Індекс розвитку ІКТ (*ICT Development Index — IDI*) — комплексний, універсальний і загально-визнаний показник, що характеризує досягнення країни з точки зору розвитку ІКТ [3]. Його розраховують Міжнародному союзу електрозв'язку. Розробка індексу була рекомендована всесвітньою зустріччю на вищому рівні з питань розвитку інформаційного суспільства. Індекс будують на основі трьох підіндексів — доступу, використання і навичок. Для розрахунку індексу використовують 11 показників, які характеризують проникнення фіксованого телефонного зв'язку, мобільного стільникового зв'язку й інтернету (в тому числі широкосмугового), доступ до комп'ютерів та інтернету домогосподарств, рівень грамотності дорослого населення і залученість молоді в освіту. Основним завданням індексу є визначення показників, значення яких необхідно поліпшити для скорочення *цифрового розриву* з найбільш розвиненими країнами. Однак при розрахунку цього індексу не враховують такі важливі аспекти, як величина території країни і щільність населення.

Індекс готовності до мережевого суспільства (*Networked Readiness Index — NRI*) — це комплексний показник, який відображає готовність економіки країн світу до використання ІКТ для прискорення її розвитку. Індекс будують на

основі трьох індексів-компонентів: *Environment subindex* — середовище, *Readiness subindex* — готовність і *Usage subindex* — використання.

Рейтинг розвитку електронного урядування (*E-government development rank*) — це оцінка рівня розвитку електронного урядування в 193 країнах — членів ООН [5]. Поряд з оцінкою веб-сайтів органів влади у країні індекс розвитку електронного урядування включає в себе характеристики доступу до них, такі як інфраструктура та рівень освіти, що відображають те, як країна використовує інформаційні технології для сприяння доступу та залучення до них її громадян. Він включає оцінки таких аспектів, як електронні послуги і сервіси, що надають органи влади, інформаційно-комунікаційна інфраструктура та розвиток людського потенціалу. Метою розробки цього індексу є створення інструментарію для порівняння функціонування урядів різних країн у сфері розвитку електронного урядування.

Сприяння залучення громадян до процесу прийняття рішень, що впливають на добробут суспільства, є наріжним каменем інклюзивного соціального управління. Метою ініціатив з розширення електронної участі громадян має стати поліпшення доступу громадян до інформації та громадських послуг, і сприяти розширенню громадянських прав і свобод, що впливає на розвиток суспільства в цілому та особистості зокрема. Індекс електронної участі (*EPI — e-participation index*) визначають як додатковий індекс при проведенні досліджень ООН у сфері електронного урядування (*UN E-Government Survey*). Він розширює межі досліджень, зосереджуючи увагу на використанні онлайн послуг, для полегшення надання громадянам інформації (*обмін електронною інформацією*), взаємодію із зацікавленими сторонами (*електронна консультація*) та участь в процесі прийняття рішень (*прийняття електронних рішень*) [5].

Індекс економіки знань (*Knowledge Economy Index — KEI*) характеризує загальний рівень просування країни чи регіону до економіки, заснованої на знаннях. Індекс економіки знань включає в себе чотири рівнозначних субіндекси — якості освіти (*Education and Human Resources*), інноваційної діяльності (*The Innovation System*),

ІКТ (*Information and Communication Technology — ICT*), економічного й інституційного режиму (*The Economic Incentive and Institutional Regime*). Перші три субіндекси складають індекс знань (*Knowledge Index — KI*), який розраховують окремо. Субіндекси економіки знань розраховують за методикою, розробленою СБ [6].

Постановка проблеми

З метою проведення дослідження оцінювання взаємозв'язку між розвитком цифрової економіки та ІКТ як її основи, й економічним зростанням у різних країнах світу потрібно визначити, які держави досягли найбільшого прогресу у рейтингах розвитку цифрових комп'ютерних технологіях з початку обрахунку цих рейтингів до останніх досліджень. Порівняємо, як країни світу скоротили відставання від країн, що посідають перші місця, за цей період. Відібравши таким чином держави, які досягли переконливого успіху за усіма п'ятьма індексами, визначимо залежність між положенням країн у рейтингу електронного урядування і валовим національним доходом на душу населення як показника, що характеризує економічне зростання в країні. Для оцінювання впливу розвитку інформаційно-комунікаційних технологій на соціально-економічне середовище побудовані моделі прогнозування валового національного доходу на душу населення на основі складових індексу електронного урядування на прикладі Казахстану. У даній статті валовий національний

дохід на душу населення обраний як показник, що характеризує соціально-економічне середовище. Побудова моделей здійснена за допомогою індуктивного підходу, який зарекомендував себе як метод автоматичної побудови моделей за вибіркою експериментальних даних та широко використовується для побудови моделей у різних галузях. Найбільш відомим з алгоритмів МГУА є комбінаторний алгоритм МГУА, який і використано для побудови моделей залежностей економічних показників.

Визначення країн, які досягли найбільшого прогресу за рейтингами розвитку ІКТ

Для визначення країн, які досягли прогресу за усіма п'ятьма (або чотирма) індексами розвитку цифрових комп'ютерних технологій, тобто цифрової економіки, проведено порівняння між відставанням країни від першого місця у рейтингу на початок періоду з її відставанням від першого місця в останньому звіті. В таблиці 1 наведено країни, яким за період 2002—2017 рр. вдалося скоротити відставання від лідерів рейтингу Швеції (2002) та Ісландії (2017) за індексом розвитку ІКТ — *IDI*.

Як видно з табл. 1, відповідно до індексу розвитку ІКТ найбільшого прогресу у цьому рейтингу вдалося досягти Азербайджану і Білорусі — вони піднялися на 35 і 25 місць відповідно [5]. Відзначимо досягнення Білорусі, яка на відміну від Азербайджану, який у 2002 р. знаходився на 100 місці, у цьому році досягла досить високого

Таблиця 1. Фрагмент значень ряду країн за індексом *IDI*

Країна	Місце у рейтингу <i>IDI</i> , 2002	Значення індексу <i>IDI</i> , 2002	Місце у рейтингу <i>IDI</i> , 2017	Значення індексу <i>IDI</i> , 2017	Підйом у рейтингу, місць
Швеція	1	6.05	11	8.41	-10
Ісландія	2	5.88	1	8.98	1
...
Білорусь	57	2.53	32	7.55	25
Казахстан	68	2.18	52	6.79	16
Саудівська Аравія	73	2.13	54	6.67	19
Азербайджан	100	1.71	65	6.2	35
Російська Федерація	52	2.71	45	7.07	7
Литва	43	3.17	41	7.19	2

57 місця приблизно у середині рейтингу зі 170 країн, лише на 5 місць відстаючи від Російської Федерації, яка у 2002 р. перебувала на 52 позиції. Причому, Російська Федерація змогла за ці п'ятнадцять років покращити свою позицію у рейтингу лише на 7 місць. Але слід зазначити, що однією з основних цілей обрахунку цього індексу є вимірювання так званого *цифрового розриву*, тобто різниці між позиціями країн з точки зору рівня розвитку ІКТ у них. Таким чином, з табл. 1 можна бачити, що усі наведені у ній країни змогли скоротити кратний розрив від країн лідерів. Так Литва у 2002 р. мала майже двократне відставання від лідера рейтингу Швеції — значення індексу розвитку ІКТ для Литви було 3.17, а у Швеції на той час вже було 6.05 пунктів. Натомість, у 2017 р. *цифровий розрив* між Литвою (значення індексу розвитку ІКТ — 7.19) і Ісландією, яка займала перше місце у цьому році із 8.98 пунктами, скоротився у майже 3.5 рази. Отже, підйом Литви на лише 2 місці у цьому рейтингу не повинен вводити в оману і применшувати її прогрес у розвитку ІКТ, які є основою функціонування цифрової економіки. У табл. 2 наведено ряд країн, яким за період 2003—2016 рр. вдалося скоротити відставання від лідерів рейтингу США (2003—2004), Швеції (2009—2010) та Сінгапуру (2016) за індексом готовності до мережевого суспільства — *NRI*.

Оскільки індекс готовності до мережевого суспільства 2003—2004 включав лише 102 країни, у нього не ввійшли багато держав світу, зокрема

Казахстан, Саудівська Аравія, Азербайджан. У рейтинг за 2009—2010 рр. ці країни вже включені розробниками. Таблиця 2 показує, що Російська Федерація і Казахстан досягли найбільшого прогресу у рейтингу готовності до мережевого суспільства. Причому, якщо Російська Федерація змогла піднятися на 22 позиції у рейтингу за період з 2003 по 2016 р., то Казахстану знадобилося лише 7 років, щоб з 68 місця, яке він займав у рейтингу готовності до мережевого суспільства у 2009—2010 рр. піднятися на 39 місце у 2016 р., випередивши таким чином Російську Федерацію на 2 позиції. У табл. 3 наведено країни, яким за період 2003—2018 рр. вдалося скоротити відставання від лідерів рейтингу США (2003) та Данії (2018) за рейтингом розвитку електронного урядування (*E-government development rank*).

Таблиця 3 демонструє, що всі наведені у ній країни суттєво скоротили відставання від лідерів рейтингу за період з 2003 по 2018 р. Так у 2004 р. Саудівська Аравія знаходилася поза межами першої сотні рейтингу, а за абсолютним значенням свого індексу розвитку електронного урядування відставала від США — країни, що була на першому місці — майже у 3 рази. Але у 2018 р. Саудівська Аравія скоротила свій відрив від Данії, яка посідає перше місце з показником 0.915, майже у 3,5 рази, збільшивши значення індексу розвитку електронного урядування до 0.6574, піднявшись таким чином на 53 позиції у рейтингу. Литва у 2003 р. вже займала високе 34 місце з результатом

Таблиця 2. Фрагмент значень індексу *NRI* для ряду країн

Країна	Місце у рейтингу за <i>NRI</i> , 2003—2004	Значення індексу <i>NRI</i> , 2003—2004	Місце у рейтингу <i>NRI</i> , 2009—2010	Значення індексу, <i>NRI</i> , 2009—2010	Місце у рейтингу <i>NRI</i> , 2016	Значення індексу <i>NRI</i> , 2016	Підйом у рейтингу, місць
США	1	5.5	5	5.46	5	5.8	—4
Швеція	4	5.2	1	5.65	3	5.8	1
Сінгапур	2	5.4	2	5.64	1	6	1
...
Казахстан	—	—	68	3.68	39	4.6	29
Саудівська Аравія	—	—	38	4.3	33	4.8	5
Азербайджан	—	—	64	3.75	53	4.3	11
Російська Федерація	63	3.19	80	3.58	41	4.5	22
Литва	42	3.63	41	4.12	29	4.9	13

у 0.557, що було у 1.6 рази менше, ніж у лідера рейтингу США. У 2018 р. це відставання складало 1.2 рази, але при цьому Литва опустилася на 6 позицій, посівши 40 місце, через те, що інші країни-конкуренти спромоглися суттєвіше скоротити своє відставання від лідерів. У табл. 4 наведено країни, яким за період 2003—2018 рр. вдалося скоротити відставання від лідерів рейтингу Великобританії (2003) та Данії (2018) за індексом електронної участі (*e-participation index*).

Як видно з табл. 4, найбільшого прогресу за індексом електронної участі вдалося досягти Беларусі та Російській Федерації, які за період з 2003 по 2018 рр. спромоглися піднятися аж на 69 і 68 позицій відповідно, зайнявши високі позиції у рейтингу електронної участі у 2018 р. — Беларусь 33 місце, а Російська Федерація — 23. Також слід відзначити успіх, якого досягла Саудівська Аравія. У 2003 р. вона посідала лише 123 місце із

151 країни-учасниці рейтингу, а у 2018 р. вже була на 67 позиції, тобто покращила свою позицію на 56 місць. Крім того, звернемо увагу на те, що у 2003 р. Беларусь і Азербайджан поділили 102 місце з результатом у 0.0345. Натомість у 2018 р. Беларусь вже займала 33 місце, а Азербайджан — лише 79. Аналогічно, за цей період Казахстан зміг випередити Литву, піднявшись з 69 місця, яке вони займали разом у 2003 р., на 42 місце у 2018 р., а Литва змогла посісти лише 51 позицію, на 9 місць позаду Казахстану. У табл. 5 наведено країни, яким за період 2002—2012 рр. вдалося скоротити відставання від лідера рейтингу Швеції (2002 та 2012) за індексом *KEI*.

Табл. 5 демонструє, що на початок періоду дослідження у 2002 р. усі країни (за винятком Литви, яка займала 34 місце) перебували у другій половині першої сотні рейтингу, складеного за індексом економіки знань. Але вже у 2012 р. усі

Таблиця 3. Фрагмент значень рейтингу розвитку електронного урядування

Країна	Місце у рейтингу за <i>E-gov</i> , 2003	Значення індексу <i>E-gov</i> , 2003	Місце у рейтингу <i>E-gov</i> 2018	<i>E-gov</i> 2018, Значення індексу	Підйом у рейтингу, місць
США	1	0.92706	11	0.8769	-10
Данія	4	0.82046	1	0.915	3
...
Беларусь	81	0.3965	38	0.7641	43
Казахстан	83	0.38661	39	0.7597	44
Саудівська Аравія	105	0.33756	52	0.7119	53
Азербайджан	94	0.36351	70	0.6574	24
Російська Федерація	58	0.44255	32	0.7969	26
Литва	34	0.55733	40	0.7534	-6

Таблиця 4. Фрагмент значень індексу електронної участі ряду країн

Країна	Місце у рейтингу за <i>E-part.</i> 2003	Значення індексу <i>E-part.</i> , 2003	Місце у рейтингу <i>E-part.</i> 2018	Значення індексу <i>E-part.</i> 2018	Підйом у рейтингу, місць
Великобританія	1	1	5	0.9831	-4
Данія	20	0.4483	1	1	19
...
Беларусь	102	0.0345	33	0.882	69
Казахстан	69	0.1034	42	0.8371	27
Саудівська Аравія	123	0.0172	67	0.7135	56
Азербайджан	102	0.0345	79	0.6798	23
Російська Федерація	91	0.0517	23	0.9213	68
Литва	69	0.1034	51	0.8034	18

вони значно покращили свої позиції. Знову ж таки за виключенням Литви, яка піднявшись на 2 позиції, опинилася на досить високому 32 місці. Не дуже суттєвим виявився прогрес Казахстану, який зміг піднятися на 5 позицій з 78 місце на 73, у порівнянні з Саудівською Аравією, яка досягла 50 місця, піднявшись на 26 позицій за 10 років, покращивши середовище для використання знань для економічного розвитку країни.

Вплив зростання валового національного доходу на розвиток ІКТ на прикладі індексу електронного урядування

Показником фінансового благополуччя країни, який вимірює середній дохід окремо взятої людини за рік, називають доходом на душу населення. Поняття дохід на душу населення має синоніми, такі як валовий національний дохід на душу населення (ВНД) або дохід на душу населення. Дохід на душу населення розраховується з національного доходу, поділеного на кількісний показник населення. Для міжнародних порівняльних характеристик ВНД обчислюють в єдиній валюті, найчастіше цією валютою є долар США. У своїй статті ми використовуємо валовий дохід на душу населення, скоригований на паритет купівельної спроможності у доларах США за 2011 р. Цей показник описує сукупний дохід країни, створений за рахунок виробництва та володіння засобами виробництва, зменшений на виплату іншим країнам за використання засобів виробництва, якими вони володіють, конвертований у міжнародні долари, використовуючи паритет

купівельної спроможності, і поділений на середньорічну кількість населення. Міжнародний долар має таку ж саму купівельну спроможність щодо ВНД, як і долар у США. Паритет купівельної спроможності є теорією, яка стверджує, що обмінний курс валют знаходиться у рівновазі, якщо купівельна спроможність однакова в обох країнах. Ці дані надає СБ.

Як видно з табл. 6, Саудівська Аравія має найбільший валовий дохід на душу населення серед цих країн, починаючи з 2003 і закінчуючи 2017 р. Найсуттєвіше збільшити свій ВНД за цей період вдалося Азербайджану, його ВНД зріс майже утричі. На другому місці за темпами зростання доходів на душу населення знаходиться Казахстан, якому вдалося досягти зростання у приблизно 2.5 рази. Також слід відзначити, що, якщо у 2003 році ВНД Російської Федерації перевищував ВНД Литви, то на кінець періоду у 2017 р. Литва випереджала Російську Федерацію за цим показником на 17%. Крім того, треба зазначити, що найбільший негативний вплив світова криза 2008 р. спричинила у Литві та Саудівській Аравії, у меншій мірі у Російській Федерації. Падіння світових цін на нафту у 2014 р. негативно вплинуло на динаміку ВНД насамперед у Азербайджані і Саудівській Аравії, меншою мірою у Російській Федерації і Беларусі, де цей показник у 2017 р. збільшився у порівнянні з 2016 р. [7].

З метою дослідження зв'язку між економічним зростанням і розвитком ІКТ як основи функціонування цифрової економіки проведено аналіз впливу зростання валового національного доходу на індекс електронного урядування.

Таблиця 5. Фрагмент значень індексу *KEI* для ряду країн

Країна	Місце у рейтингу за <i>KEI</i> , 2002	Значення індексу <i>KEI</i> , 2002	Місце у рейтингу <i>KEI</i> , 2012	Значення індексу <i>KEI</i> , 2012	Підйом у рейтингу, місць
Швеція	1	9.65	1	9.43	0
...
Беларусь	70	4.89	59	5.59	11
Казахстан	78	4.58	73	5.04	5
Саудівська Аравія	76	4.60	50	5.96	26
Азербайджан	94	3.61	79	4.56	15
Російська Федерація	64	5.28	55	5.78	9
Литва	34	7.25	32	7.80	2

Як показує рис. 1, в Азербайджані у 2003—2005 рр. поступове незначне збільшення ВНД не призвело до зростання індексу електронного урядування. Крім того, суттєве зростання доходів на душу населення у 2008—2010 рр. у порівнянні з 2005 р. не призвело до такого ж стрімкого збільшення значення індексу. Натомість, навіть негативна динаміка ВНД після 2014 р. не завадила суттєвому збільшенню індексу. Саме у цей період Азербайджану вдалося суттєво досягти прогресу за такими складовими індексу як масштаб і якість онлайн-послуг та рівень розвитку телекомунікаційної інфраструктури.

У Білорусі у 2003—2005 роках динамічне економічне зростання супроводжувалося таким же пропорційним збільшенням індексу електронного урядування (рис. 2). Натомість, збільшення ВНД у майже 1.5 рази за наступні 5 років не тільки не призвело до пропорційного зростання Індексу, а навпаки його значення у 2010 р. зменшилося у порівнянні з 2005 р. Але вже у 2012 р. тенденція до економічного зростання разом із пропорційним збільшенням індексу електронного урядування повертається. Не зважаючи на падіння ВНД після 2014 р., індекс продовжує зростати, таким чином відстань Білорусі від країн, що посідають провідні позиції у цьому рейтингу, скорочується швидкими темпами.

Казахстан демонструє одночасне пропорційне зростання ВНД разом із індексом електронного урядування (рис. 3). Однак, після 2012 року збільшення темпів зростання індексу уповільнюється, але все одно спостерігається зростання індексу разом із ВНД.

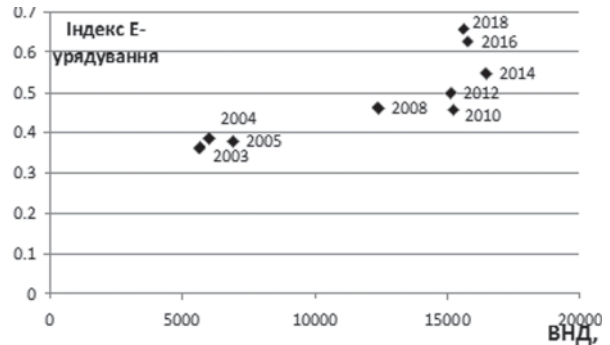


Рис. 1. ВНД на душу населення та індекс електронного урядування в Азербайджані (2003—2018)

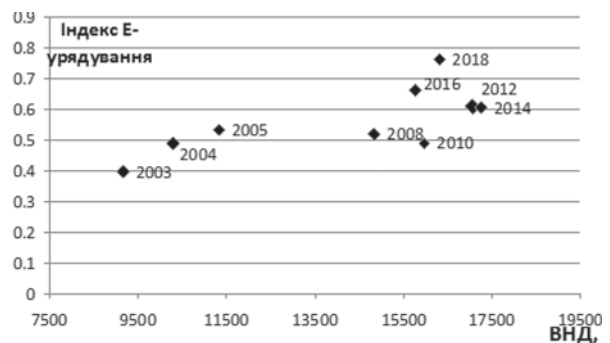


Рис. 2. ВНД на душу населення та індекс електронного урядування у Білорусі (2003—2018)

Індекс електронного урядування у Литві не зростає прямо пропорційно ВНД у Литві (рис. 4). Так у 2004 році, не зважаючи на зростання ВНД, значення індексу зменшується, аналогічно, у 2014 та 2018 рр. значення індексу знижується, не зважаючи на зростання ВНД. У 2010 р. спостерігається одночасне падіння ВНД ра-

Таблиця 6. Валовий дохід на душу населення, скоригований на паритет купівельної спроможності у доларах США за 2011 р. (Gross national income (GNI) per capita (2011 PPP \$) за даними Світового банку

Країна	2003	2004	2005	2008	2010	2012	2014	2016	2017
Азербайджан	5658	6017	6940	12383	15246	15107	16480	15751	15600
Білорусь	9167	10283	11337	14848	15979	17049	17264	15765	16323
Казахстан	13634	14666	15407	16855	17925	19163	21699	22054	22626
Литва	15243	16587	18273	22756	20672	23326	25912	26884	28314
Російська Федерація	16358	17761	18895	23335	22425	24377	24458	23843	24233
Саудівська Аравія	42379	44549	45798	47508	45951	50305	50787	51329	49680

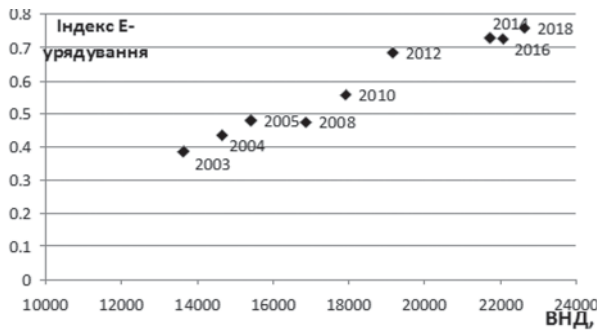


Рис. 3. ВНД на душу населення та Індекс електронного урядування у Казахстані (2003—2018)

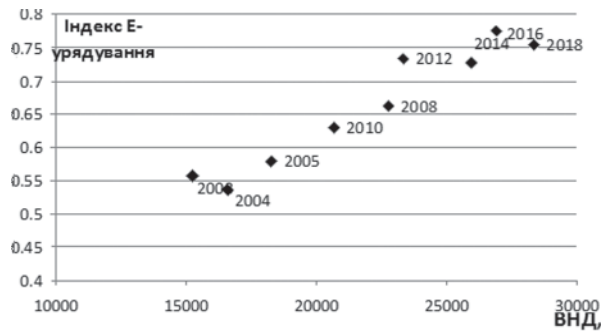


Рис. 4. ВНД на душу населення та Індекс електронного урядування у Литві (2003—2018)

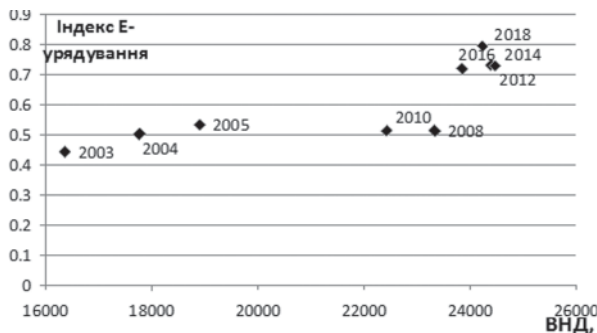


Рис. 5. ВНД на душу населення та Індекс електронного урядування у Російській Федерації (2003—2018)

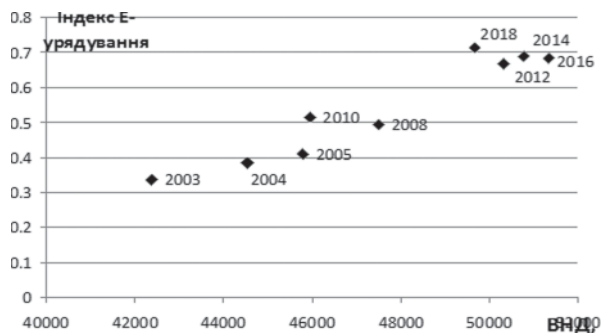


Рис. 6. ВНД на душу населення та Індекс електронного урядування у Саудівській Аравії (2003—2018)

зом із зниженням індексу під впливом світової економічної кризи 2008 р. Найбільше індекс у Литві зріс у 2008 р. у порівнянні із 2005 поруч із одночасним суттєвим збільшенням ВНД, а також у 2012 р. у порівнянні із 2010, причому ВНД теж зростав достатньо швидкими темпами у цей період.

Ситуація у Російській Федерації (рис. 4) схожа з тенденціями у Беларусі (рис. 2). Суттєве зростання ВНД супроводжується незначним, але стабільним збільшенням Індeksu. Однак, значне зростання ВНД у 2005—2008 рр. не призводить до такого ж зростання значення індексу, а навпаки — відбувається його падіння у

Таблиця 7. Значення для розрахунку прогнозу ВНД Казахстану на 2020 р.

Рік	ВНД на душу населення	$y_{norm k}$	$y_{norm k+1}$	x_1	x_2	x_3
2003	13634	0,602581101	0,648192345	0,1878	0,9100	0,0621
2004	14666	0,648192345	0,680942279	0,3205	0,9200	0,0627
2005	15407	0,680942279	0,744939450	0,4500	0,9300	0,0638
2008	16855	0,744939450	0,792230178	0,3211	0,9759	0,1306
2010	17925	0,792230178	0,846945991	0,5270	0,9677	0,1797
2012	19163	0,846945991	0,959029435	0,7843	0,9134	0,3555
2014	21699	0,959029435	0,974719349	0,7480	0,8619	0,5749
2016	22054	0,974719349	1,000000000	0,7681	0,8401	0,5668
2018	22626	1,000000000	—	0,8681	0,8388	0,5723

2008—2010 рр. у порівнянні з його значенням у 2005 р. Після 2010 р. ситуація змінюється, і починаючи з 2012 р. Російська Федерація є незмінним суб-регіональним лідером, навіть незважаючи на зменшення рівня доходів на душу населення після 2012 р.

У Саудівській Аравії протягом усього досліджуваного періоду спостерігається зростання індексу електронного урядування, лише за виключенням 2016-го року, коли воно загальмувалося, не зважаючи на падіння ВНД у 2010 та 2017 рр. у порівнянні із попередніми періодами (рис. 5). Також слід зазначити, що Саудівська Аравія, маючи майже у 1.5—2 рази вищий ВНД поміж усіх досліджуваних країн за усіма трьома компонентами індексу електронного урядування випереджує лише Азербайджан. Натомість вона поступається усім іншим пострадянським країнам за індексом людського капіталу та за індексом розвитку телекомунікаційної інфраструктури, а Російській Федерації і Казахстану — також за індексом онлайн-послуг.

Прогнозування ВНД за складовими індексу електронного урядування на прикладі Казахстану

Між економічним зростанням і розвитком інформаційних технологій існує тісний взаємозв'язок [8]. Таким чином, прогнозування ВНД на основі складових індексу електронного урядування допоможе розробити інструментарій, що може стати у нагоді в процесі прийняття рішень щодо подальшого розвитку інноваційного сектору та аналізу соціально-економічного становища з урахуванням впливу на нього телекомунікаційних технологій.

Розглянемо побудову моделі прогнозу ВНД Казахстану на основі комбінаторного алгоритму МГУА [9]. Для цього будуюмо таблицю 7.

У табл. 7 наведено: y — значення ВНД; x_1 — індекс впровадження онлайн сервісів (Online Service Index); x_2 — індекс розвитку людського капіталу (Human Capital Index); x_3 — індекс розвитку телекомунікаційної інфраструктури (Telecommunication Infrastructure Index); $y_{norm k}$ — масштабовані значення ВНД Казахстану, тобто розді-

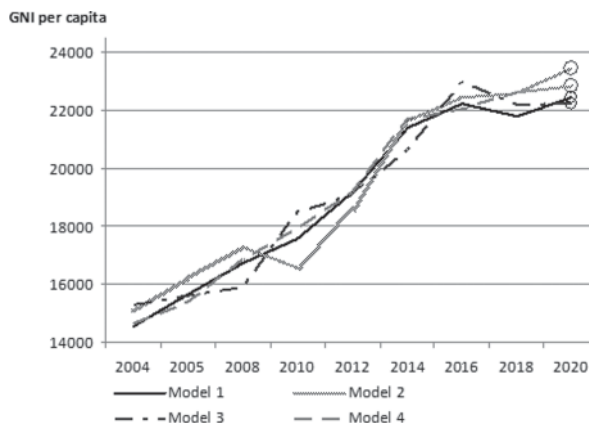


Рис. 7. ВНД Казахстану (реальні та за трьома отриманими моделями)

лені на максимальне значення ВНД у першому стовпці табл. 7; $y_{norm k+1}$ — змінна, що описує значення на два роки вперед (вихідна змінна); x_1 — x_3 — вхідні змінні для отримання моделі.

За цими даними побудовано модель прогнозу ВНД Казахстану на 2020 р. такого вигляду: $y_{norm k+1} = f(x_1, x_2, x_3)$.

За комбінаторним алгоритмом МГУА отримано найкращі моделі, з яких відібрано три найкращі за критерієм точності з урахуванням довизначення за критерієм незміщеності помилок [10]. Для того, щоб згладити отриманий результат і врахувати моделі різних властивостей, за цим набором моделей знайдене середнє прогнозне значення ВНД Казахстану (табл. 8).

Враховуючи, що дані було масштабовано, за отриманими моделями розраховані значення,

Таблиця 8. Результати прогнозування та отримані моделі

№	Модель	Значення критеріїв	Прогнозне значення ВНД
1	$y_{norm k+1} = -0,3166 + 0,286x_1 + 0,967x_2 + 0,437x_3$	AR=0,0015; BS=0,009	22818,32
2	$y_{norm k+1} = 0,582 + 0,375x_1 + 0,226x_3$	AR=0,0045; BS=0,0024	22270,32
3	$y_{norm k+1} = -0,567 + 1,313x_2 + 0,785x_3$	AR=0,002; BS=0,0026	23456,37
Середнє значення прогнозу ВНД на 2020 р.			22848,34

приведені до реальних множенням на максимальне значення ВНД.

На рис. 7 наведено графік реальних значень ВНД Казахстану та за трьома отриманими моделями. Кружечком виділено прогнозні значення ВНД.

Побудова моделі прогнозу ВНД Казахстану на 2020 р. на основі складових індексу електронного урядування показує, що очікуване зростання ВНД разом із збільшенням значення індексу електронного урядування визначається подальшим розвитком ІКТ у країні.

Висновки

Проведено аналіз рейтингів розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, складених Світовим банком, Всесвітнім економічним форумом, ООН і Міжнародним союзом електрозв'язку, а саме визначені шість країн, які досягли найбільшого прогресу за Індексом розвитку ІКТ (*ICT Development Index — IDI*), за Індексом готовності до мережевого суспільства (*Networked Readiness Index — NRI*), за Рейтингом розвитку електронного урядування (*E-government development rank*), за індексом електронної участі (*e-participation index*) та за Індексом економіки знань (*Knowledge Economy Index — KEI*). Прогрес країн у цих рейтингах визначався шляхом порівняння відставання країни від першого місця у рейтингу на початок періоду з її відставанням від першого місця у останньому дослідженні. Країни, що досягли найбільших успіхів за даними цих рейтингів, — це Азербайджан, Беларусь, Казахстан, Литва, Російська Федерація і Саудівська Аравія. Слід зазначити, що за період обрахунку цих рейтингів серед держав, що посідали і посідають провідні місця, майже не сталося суттєвих змін. Таким чином країни-лідери залишаються на чолі технологічного розвитку у світі, активно впроваджуючи інновації. Натомість наведеним вище країнам вдалося суттєво скоротити *цифровий розрив* з країнами-лідерами. 5 з них є пострадянськими державами.

Оскільки між економічним зростанням і розвитком інформаційних технологій існує тісний взаємозв'язок, можна зробити висновок, що зростання ВНД на початку 2000-х років дозво-

лило цим країнам зосередити свої ресурси на скороченні *цифрового розриву*. Ця тенденція зображена на рис. 1—5. Однак, слід зазначити, що суттєве збільшення цього індексу сталося після 2010 р., коли темпи зростання ВНД відставали від темпів, якими деякі з цих країн покращували свої позиції у цьому рейтингу. Це можна пояснити проведенням цілеспрямованої державної політики урядами країн. Так, ситуація у Російській Федерації (рис. 4) схожа з тенденціями у Беларусі (рис. 2). Суттєве зростання ВНД супроводжується незначним, але стабільним збільшенням індексу. Однак, значне зростання ВНД у 2005—2008 рр. не призводить до такого ж зростання значення індексу, а навпаки — до його падіння у 2008—2010 рр. порівняно з його значенням у 2005 р. Після 2010 р. ситуація змінилась, і починаючи з 2012 р. Російська Федерація є незмінним суб-регіональним лідером, навіть незважаючи на падіння рівня доходів на душу населення після 2012 р. Отже, незважаючи на залежність рівня розвитку ІКТ від економічної ситуації у країні, ця залежність не є лінійною. Так, високий ВНД не означає автоматично високе місце у рейтингу. Саудівська Аравія, маючи майже у 1.5—2 рази вищий ВНД поміж усіх досліджуваних країн, випереджає лише Азербайджан за усіма трьома компонентами індексу електронного урядування. Натомість вона поступається усім іншим пострадянським країнам за індексом людського капіталу та за індексом розвитку телекомунікаційної інфраструктури, а Російській Федерації і Казахстану — за індексом онлайн-послуг.

Оскільки, серед країн, яким вдалося піднятися в усіх досліджуваних рейтингах, є п'ять пострадянських країн, то важливим завданням є подальше дослідження чинників, завдяки яким, їм вдалося досягти цього прогресу, з метою впровадження їхнього досвіду в Україні, а також відповіді на питання, чому Україні немає серед них. Рівень розвитку інформаційно-комунікаційних технологій є основою для цифрових перетворень і цифрової економіки, оскільки цифрова економіка — це економіка, що базується на цифрових комп'ютерних технологіях. Таким чином, подальші дослідження розвитку цифрової економіки в Україні є важливим завданням.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровая Россия: новая реальность, июль 2017. Digital McKinsey. [Электронный ресурс] — <https://www.mckinsey.com/ru/~ /media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Digital%20Russia/Digital-Russia-report.ashx>.
2. Доклад о человеческом развитии 2015. Труд во имя человеческого развития / [Электронный ресурс] — http://www.un-ilibrary.org/economic-and-social-development/2015_a38c8a2e-ru.
3. The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology / [Электронный ресурс] — <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx>
4. Networked readiness index / [Электронный ресурс] — <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/executive-summary/>
5. UN E-Government Knowledgebase / [Электронный ресурс] — <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Compare-Countries>
6. Measuring Knowledge in the World's Economy развития / [Электронный ресурс] - http://web.worldbank.org/archive/website01030/WEB/IMAGES/KAM_V4.PDF
7. Human Development Data (1990–2017) / [Электронный ресурс] — <http://hdr.undp.org/en/data>
8. Tutova O., Savchenko Ie. Modeling of Impact of Macroeconomic Indicators on the Growth of National Income. Proceedings of 4th International Conference in Inductive Modelling ICIM 2013. Kyiv: IRTC, 2013. pp. 315–319.
9. Ивахненко А.Г., Степашко В.С. Помехоустойчивость моделирования. Киев: Наук. думка, 1985. 215 с.
10. Ivakhnenko A.G., Savchenko E.A.: Investigation of Efficiency of Additional Determination Method of the Model Selection in the Modeling Problems by Application of the GMDH Algorithm. Journal of Automation and Information sciences. Begell House. Inc. Publishers., 40, № 3, 2008. pp. 47–58.

Стаття надійшла 04.12.2018

REFERENCES

1. Digital Russia: a new reality, July 2017. Digital McKinsey. [online] Available at: <<https://www.mckinsey.com/ru/~ /media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Russia/Our%20Insights/Digital%20Russia/Digital-Russia-report.ashx>> [Accessed 16 Oct. 2016]. (In Russian).
2. Human Development Report 2015. Labor for Human Development. [online] Available at: <http://www.un-ilibrary.org/economic-and-social-development/2015_a38c8a2e-ru> [Accessed 12 Oct. 2016]. (In Russian).
3. The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology. [online] Available at: <<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx>> [Accessed 6 Apr. 2017].
4. Networked readiness index. [online] Available at: <<http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/executive-summary/>> [Accessed 16 Oct. 2016].
5. UN E-Government Knowledgebase. [online] Available at: <<https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Compare-Countries>> [Accessed 16 Oct. 2016].
6. Measuring Knowledge in the World's Economy развития. [online] Available at: <http://web.worldbank.org/archive/website01030/WEB/IMAGES/KAM_V4.PDF> [Accessed 16 Oct. 2016].
7. Human Development Data (1990–2017). [online] Available at: <<http://hdr.undp.org/en/data>> [Accessed 16 Oct. 2016].
8. Tutova, O., Savchenko, Ie., 2013. “Modeling of Impact of Macroeconomic Indicators on the Growth of National Income”. Proceedings of 4th International Conference in Inductive Modelling ICIM 2013, Kyiv: IRTC, pp. 315–319.
9. Ivakhnenko, A.G., Stepashko, V.S., 1985. Noise-immunity of modeling. Kiev: Naukova dumka, 216 p. (In Russian).
10. Ivakhnenko, A.G., Savchenko, E.A., 2008. “Investigation of Efficiency of Additional Determination Method of the Model Selection in the Modeling Problems by Application of the GMDH Algorithm. Journal of Automation and Information sciences”. Begell House. Inc. Publishers., 40 (3), pp. 47–58.

Received 04.12.18

Тутова Е.В., к.э.н., старш. научн. сотрудник,
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем
НАН и МОН Украины, просп. Глушкова, 40, Киев 03187, Украина
olenatutova@gmail.com

Савченко Е.А., к.т.н., старш. научн. сотрудник,
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем
НАН и МОН Украины, просп. Глушкова, 40, Киев 03187, Украина
savchenko_e@meta.ua

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СРЕДУ

Введение. Одной из ключевых характеристик цифровой революции является то, что она базируется на новом типе инноваций, основанных на цифровых технологиях и на новых экономических моделях, которые она создает.

Уровень развития информационно-коммуникационных технологий является основой для цифровых преобразований и цифровой экономики.

Цель статьи. С целью проведения исследования оценки взаимосвязи между развитием цифровой экономики и информационно-коммуникационных технологий, как ее основы, и экономическим ростом в разных странах мира нужно определить, какие государства достигли наибольшего прогресса в рейтингах развития цифровых компьютерных технологиях с начала расчета этих рейтингов последним исследованием. Для этого сравним, как страны мира сократили отставание от стран, занимающих первое место, за этот период. Таким образом, следует определить страны, которые достигли существенного прогресса по индексу развития ИКТ (*ICT Development Index — IDI*), индексу готовности к сетевому обществу (*Networked Readiness Index — NRI*), рейтингу развития электронного управления (*E-government development rank*), индексу электронной участия (*e-participation index*) и индексу экономики знаний (*Knowledge Economy Index — KEI*). Проведен анализ зависимости между позицией этих стран в рейтингах цифровой экономики и информационно-коммуникационных технологий и валовым национальным доходом на душу населения в этих странах как показателя, характеризующего социально-экономическое положение.

Методы. Модели прогноза ВВП стран на два года вперед построены с помощью комбинаторного алгоритма МГУА.

Результат. Определены шесть стран, которые достигли прогресса во всех пяти или четырех рейтингах. Проведено исследование взаимосвязи между их позицией в этих рейтингах и валовым национальным доходом. Построены модели прогноза ВВП на основе составляющих индекса электронного правительства с помощью комбинаторного алгоритма МГУА для прогноза ВВП на два года вперед.

Выводы. Результаты этого исследования показывают, что существует прямая связь между значениями этих индексов и валовым доходом на душу населения. Тем не менее, чем больше растет доход, тем слабее становится зависимость этих индексов от него. Это означает, что увеличение финансирования на развитие информационных и коммуникационных технологий приводит к росту этих индексов только до определенного уровня.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, рейтинг, индекс готовности к сетевому обществу, электронное правительство, экономика знаний, индекс электронного участия, цифровая экономика, валовый национальный доход на душу населения.

Tutova Olena V., PhD (Econ.), Research Associate,
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
NAS and MES of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine
olenatutova@gmail.com,

Savchenko Yevgeniya A., PhD (Eng.), Senior Research Associate,
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
NAS and MES of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03187, Ukraine
savchenko_e@meta.ua,

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF DIGITAL ECONOMY DEVELOPMENT ON SOCIAL AND ECONOMIC ENVIRONMENT

Introduction. One of the key characteristics of the digital revolution is that it is nurtured by a different type of innovation, increasingly based on digital technologies and on the new business models it allows. Under these newly formed condition it is important to estimate how digital economy development influence on economic growth.

Purpose. In order to assess interconnections between digital economy development and information and communication technologies as its background and economic growth in different countries of the world it is necessary to define what countries achieved the most significant progress in the rankings that characterize the level of development of digital computer technologies from the first editions of these rankings till the latest studies. In order to define these successful countries one should check how those countries decreased the distance from the countries with the best scores. Thus the countries that succeeded remarkably in the rankings of ICT Development Index, Networked Readiness Index, E-government development rank, E-participation Index and Knowledge Economy Index should be chosen. Then the dependency between the position of these countries in the rankings of digital economy and information and communication technologies and gross national per capita income as an indicator of economic growth in the countries should be analysed. Also the components of these indices will be determined in order to define the most influential of them from the point of view of the gross national per capita income.

Methods. By the development of this procedure the combinatorial GMDH algorithm and regression analysis are used to build these models.

Results. Six countries were chosen as those that achieved significant progress by all five or four rankings. The interconnection between their position in these rankings and their gross national income were analysed. Also the way how the components of these indices influence gross national income in these countries was examined.

Conclusion. The results of this research show that there is a direct dependency of indices values and gross national per capita income. Nevertheless, the bigger income grows the weaker the dependency of the indices values on it. It means that the increase of financial investments in information and communication technologies causes the growth of the indices only till the certain level.

Keywords: Data Analysis, Modeling, E-Government, Human development level.