

**TRENDS RESEARCH OF THE INFORMATION ECONOMY
BASED ON GLOBAL INTERNATIONAL INDICES**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ
ЗА ГЛОБАЛЬНИМИ МІЖНАРОДНИМИ ІНДЕКСАМИ**

Nadiia Morozova¹

Tetyana Novikova²

Timur Malafeyev³

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-049-0-8>

Abstract. The article describes the uneven development of the information economy based on an analysis of the ICT development index in order to identify innovative growth at the national, regional, and global levels. The aim of the work is to develop a set of models for the analysis of the dynamics of the information economy, which makes it possible to determine the stages of the information economy development, groups of countries according to the level of ICT development, and to assess the factors impact of ICT development on the economic growth rate. The work considered the set of information indicators for assessing the level of the information economy development and analyzed development trends of the information economy by macro-region; developed a country profile model for ICT development and built a model for measuring the impact of ICT development on economic growth.

Special empirical measures – international indices – are used to determine the extent of the impact of informatization on the countries' development. All the indicators used in the work form the basis of the Information and Communication Technology (ICT) Development Index. This suggests that the ICT index is a universal tool for comparing world economies.

¹ Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

² Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

³ Candidate of Science in Public Administration, Associate Professor,
V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Research has been carried out based on neural network modelling techniques, in particular the Kohonen network and econometric methods and models.

The article discusses the use of ICT to analyze the information economy at the macroeconomic level to measure the impact of ICT on the gross national product. The author's concept of research on the impact of ICT on the gross national product of the countries of the world has been developed. The author's concept scheme consists of two blocks. The first block consists of the construction of country groupings based on the level of ICT development. Based on the Kohonen networks, the countries have been clustered according to the level of development of information and communication technologies, which will make it possible to compare the world economies and to highlight priority and problem areas in the implementation of ICT. The second block is to study the influence level of the ICT development index on countries' GDP using econometric models of macroeconomic indicators.

The relationship between ICT and GDP has been confirmed. The simulation found that the potential for increasing GDP through ICT was greater for developing countries than for developed countries because for developed countries ICT using was routine and necessary. The impact of further ICT development in developed countries is such that, with an increase of 1% in ICT use, GDP increases by 0.6%. For developing countries, however, the opposite is true. An increase of 1% in the rate of ICT increases GDP by 1.2% on average, i.e., such countries have the potential to develop and meet the targets of developed countries.

The findings and results of the study can be used by policymakers and enterprises to ensure better ICT outcomes, which in turn can promote sustainable economic and social development, both in certain countries and globally.

1. Вступ

Сучасна динамічна конкуренція, заснована на інноваційному перетворенні економічного простору, посилила роль інформації в процесі суспільного виробництва. Вона стала домінуючим чинником конкурентоспроможності підприємств, галузей, регіонів і країн, створюючи можливості для людського капіталу широко використовувати свій

потенціал для досягнення взаємодоповнюючих цілей забезпечення стійкого економічного розвитку. Інформація та технології, пов'язані з нею, визначають темпи зростання економіки – темпи приросту ВВП, а також ступінь зрілості, розвитку і становлення громадянського суспільства.

Сучасна економіка є багатосекторною: вона включає сектор традиційної індустріальної економіки, сектор традиційної постіндустріальної економіки, сектор інноваційної економіки, сектор інформаційної економіки, венчурний бізнес та інші кластери і сектора нових технологій. Фундаментом, який забезпечує системне функціонування всіх секторів економіки і держави в цілому, виступає інформаційний сектор, який в його сучасному розумінні включає провідні галузі матеріального виробництва, що забезпечують технологічний прогрес, сферу надання послуг комунікації і зв'язку, виробництво інформаційних технологій та програмного забезпечення, а також різні види технічної освіти.

Формування інформаційного сектора економіки тісно пов'язане з глобальною інформатизацією економіки, розвитком інформаційного суспільства. Цей процес обумовлює кардинальні зміни у всій економічній системі країни. В рамках інформаційного сектора економіки змінюється значення інститутів, форм їх взаємовідносин, рушійних сил, властивих економічній системі, значення нових факторів виробництва та їх використання. Все більша частка ВВП забезпечується діяльністю з виробництва, обробки, зберігання і розповсюдження інформації, знань, що веде до збільшення числа зайнятих цією діяльністю.

Глобалізація і інтенсифікація інформаційних процесів, інформатизація всіх сфер діяльності суспільства, підвищення рівня розвитку інформаційної інфраструктури, необхідність залучення нових технологій у виробничий процес обумовлюють необхідність ґрунтовного дослідження проблем формування і розвитку інформаційного сектора економіки. Крім того, ця тема є актуальною в умовах інтеграції України в Європейський союз. Країни ЄС активно використовують та тримають високі показники розвитку ІКТ. Як відомо, країни-члени ЄС характеризуються високим економічним розвитком. Не останню роль у цьому займає розуміння та активне використання ІКТ. Саме тому, на нашу думку, слід звернути більш детальну увагу на дослідження цього важливого і актуального питання.

2. Аналіз особливостей розвитку та мета дослідження

Одним з перших авторів, що правильно розпізнає основну особливість інформаційної економіки, був Махлуп (1962 р.) [12], який використовував термін «заснована на знаннях галузь», щоб описати її. Він виявив, що до 1959 року професії, що виробляють знання, перевищили інші за кількістю. Однак вже в 1973 році такі автори, як Деніел Белл (1973 р.), продовжували посилалися на економіку, що розвивається як «постіндустріальну». У 1977 році Марк Урі Порат (1977 р.), до якого пізніше приєднався Рубін, написав 9-томну дисертацію, в якій вимірювався і оцінювався розмір цієї економіки, і описував цей сектор, що розвивається, як «інформаційну економіку». Його робота з тих пір широко цитується як перше загальне використання терміну «інформаційна економіка» [16]. Порат проводить відмінність між двома економічними областями: областю матерії та енергії і областю інформації. Останній він називає інформаційним сектором, а перший – сектором сільського господарства і промисловості. Інформаційний сектор включає в себе перетворення інформації «з одного шаблону в інший». Економіка стає інформаційною економікою, коли пов'язана з інформацією робота починає перевищувати роботу, пов'язану з іншими секторами [17]. Сучасні науковці також приділяють багато уваги дослідженню питань розвитку інформаційної економіки. Питанням впливу ІКТ на розвиток інформаційного суспільства та його інноваційне зростання були присвячені праці таких закордонних та вітчизняних вчених як Д. Белл, О. Виноградова, С. Войтко, Б. Гейтс, О. Гудзь, В. Іванов, П. Друкер, Я. Жаліло, М. Кастельс, О. Карпенко, К. Князев, М. Коннорс, С. В. Легомінова, Й. Масуда, Р. Радзієвська, В. Степанова, Е. Тоффлер, Ф. Уебстер та інші. Враховуючи значні наукові результати, отримані на даний момент дослідниками, слід зазначити, що підвищена актуальність даної проблематики породжує виникнення низки нових завдань, вирішення яких потребує подальших досліджень.

Кожна економіка у процесі розвитку ІКТ стикається з різними проблемами, пов'язаними з її географією, потребами в інфраструктурі і соціально-економічною структурою, а також ресурсами, якими вона володіє. Політичні заходи, спрямовані на поліпшення середовища ІКТ, повинні бути адаптовані до цих конкретних характеристик. Проте, уряди і підприємства ІКТ можуть використовувати досвід більш дина-

мічних країн при розробці своїх планів щодо поліпшення національного середовища ІКТ. Розуміння того, як і чому деякі країни досягли більш високих темпів розвитку ІКТ, може допомогти директивним органам і підприємствам інших країн в тому, що вони будуть домагатися кращих результатів в сфері ІКТ, що, в свою чергу, буде сприяти сталому економічному та соціальному розвитку в їх країнах.

Тому дана стаття присвячена аналізу нерівномірностей розвитку інформаційної економіки на основі аналізу індексу розвитку ІКТ для визначення напрямків інноваційного зростання у національному, регіональному та світовому масштабах. Метою роботи є розробка комплексу моделей аналізу динаміки інформаційної економіки, який дозволяє визначити стадії розвитку інформаційної економіки, групи країн за рівнем розвитку ІКТ; оцінити вплив факторів розвитку ІКТ на темпи економічного зростання. Дослідження проводиться на основі методів нейромережевого моделювання, зокрема, використовуються мережі Кохонена та економетричні методи та моделі [1; 2; 6].

3. Аналіз індикативного простору показників

Для визначення ступеня впливу інформатизації на розвиток країн використовуються спеціальні емпіричні вимірювачі – міжнародні індекси. Найбільш показовими є: ISI – Індекс інформаційного суспільства, ERI – Індекс електронної готовності, KEI – Індекс економіки знань, EGDI – Індекс розвитку електронного уряду, DAI – Індекс цифрового доступу, TAI – Індекс технологічних досягнень, NRI – Індекс мережевої готовності, DOI – Індекс цифрових можливостей, ICT OI – Індекс можливостей ІКТ, ICT DI – Індекс поширення ІКТ, GCI – Індекс глобальної конкурентоспроможності, GIІ – Індекс глобальних інновацій. Детальніше про формування індексів йдеться у [15].

Усі наведені індикатори складають основу індексу розвитку ІКТ. Це дає можливість зробити припущення, що даний індекс є універсальним інструментом для порівняння світових економік. Тому, надалі, буде розглядатися саме цей індекс. На рис. 1 наведено динаміку ІКТ за деякими регіонами світу з 2010 по 2019 рік. Європа є регіоном, який може похвалитися найвищим середнім показником ІКТ, який дорівнює 7,55 у 2017 році та зріс до 9,02 у 2019 році. Така динаміка свідчить про те, що всі країни в регіоні характеризуються високими або відносно

високими показниками ефективності, але існують також деякі географічні відмінності в розподілі. Позиції в верхній частині регіонального рейтингу в основному займають країни Північної і Західної Європи, а в нижній частині – країни Південної та Східної Європи. Як і в попередні роки, п'ять скандинавських країн – Данія, Фінляндія, Ісландія, Норвегія і Швеція – займають особливе місце, всі входять до двадцятки кращих в світі.

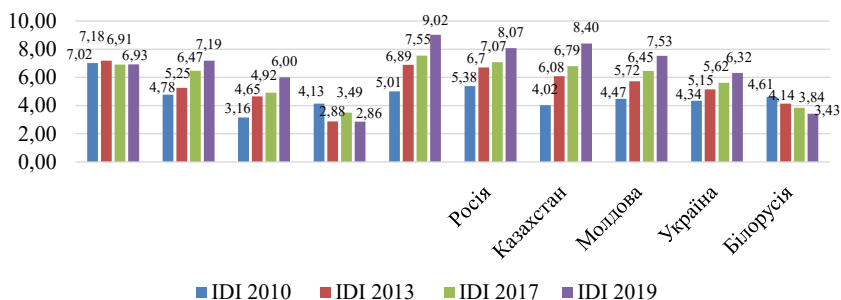


Рис. 1. Динаміка індексу розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) по регіонам світу за період 2010–2019

Джерело: складено автором на основі [11; 13–14]

Так як вектор політики України направлено в бік інтеграції з Європейським Союзом, слід розглянути як співвідносяться показники України за індексом ІКТ до показників країн ЄС. На рис. 2. зображено, як відрізняються показники ІКТ України від середніх значень ЄС. Так, бачимо, що за двома показниками Україна має значення, більше середніх в Євросоюзі. Це відсоток людей, що мають вищу освіту та абоненти мобільного зв'язку. У той же час, за показником підписок мобільного широкосмугового зв'язку спостерігається досить сильне відставання від показників ЄС.

З наведеного аналізу робимо висновок, що інформаційно-комунікаційні технології мають сильний вплив на економічні результати країни. Тому для інтеграції України в ЄС слід вжити заходів щодо підвищення ефективності використання ІКТ. Досвід країн-членів ЄС говорить, про позитивний вплив ІКТ на динаміку розвитку економіки країни. Дослідження щільності зв'язку між рівнями економічних показників



Рис. 2. Порівняння значень індикаторів ІКТ України та країн ЄС

Джерело: складено автором на основі [11; 13–14]

і рівнями продуктивності ІКТ, що знаходить відображення в варіаціях між різними географічними регіонами та всередині них, і є предметом даного дослідження.

4. Концептуальна схема дослідження ІКТ

У статті для аналізу інформаційної економіки буде розглянуто використання ІКТ на макроекономічному рівні з метою оцінки впливу ІКТ на валовий національний продукт. Запропонована концептуальна схема дослідження наведена на рис. 3.

Як видно з рис. 3, концептуальна схема складається з двох блоків. Розглянемо їх більш детально. Перший блок передбачає групування країн за рівнем розвитку ІКТ. За допомогою мереж Кохонена країни будуть кластеризовані за рівнем розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, що дозволить порівняти світові економіки, виділити

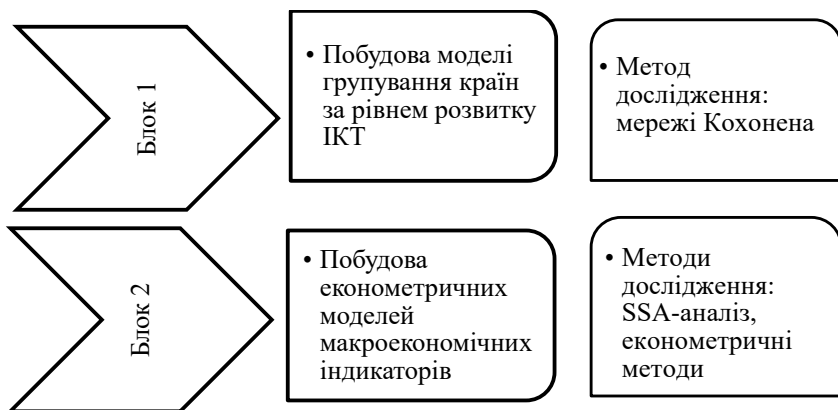


Рис. 3. Концептуальна схема дослідження впливу ІКТ на валовий національний продукт країн світу

Джерело: власна розробка авторів

пріоритетні та проблемні області у впровадженні ІКТ. Другий блок передбачає дослідження щільності впливу індексу розвитку ІКТ на рівень ВВП країн з використанням економетричних моделей макроекономічних індикаторів.

5. Моделі групування країн

Відповідно до запропонованої на рис. 3 концептуальної схеми на першому етапі дослідження здійснюється побудова моделі групування країн за рівнем розвитку ІКТ за допомогою мереж Кохонена [18]. Вихідними даними для побудови моделі є статистичні дані країн за показником ІКТ за 2010–2019 рр. [8–9]. Метою застосування даного інструменту є здійснення кластеризації, тобто виділення однорідних груп країн на основі показника ІКТ. Для вирішення завдання будемо використовувати ППП Deductor [4]. На початку роботи запускаємо майстер обробки і вибираємо зі списку метод обробки «Карта Кохонена». Далі слід налаштувати призначення стовпців, тобто для кожного стовпця вибрати одне з призначень: вхідний, вихідний, не використовується і інформаційний. Зазначимо до всіх стовпців, що відповідають динаміці індексу ІКТ, призначення «Вхідний». Наступним кроком є

розбиття вихідної множини на навчальну, тестову та валідаційну. За замовчуванням, програма пропонує розбити множину на навчальну – 95% та тестову – 5%. Можливі два варіанти кластеризації: автоматичне визначення числа кластерів з відповідним рівнем значущості і фіксована кількість кластерів (визначається користувачем). Оскільки нам невідома кількість кластерів, обираємо автоматичне визначення їх кількості. Запускаємо процес навчання мережі – необхідно натиснути на кнопку «Пуск» і дочекатися закінчення процесу навчання. Під час навчання можемо спостерігати зміну кількості розпізнаних прикладів і поточні значення помилок. Після закінчення навчання налаштовується відображення кластерів. На рис. 4 зображено карти входів. Чітко видно збільшення області, де знаходяться країни з високим і середнім рівнем ІКТ та зменшення з низьким показником ІКТ.

На першій карті найбільші значення мають об'єкти, розташовані в правому нижньому кутку. Розглядаючи одночасно всі карти, ми можемо сказати, що ці ж об'єкти мають найбільші значення показника на всіх 10 картах.

На рис. 5 наведена ілюстрація матриць відстаней і щільності влучень, а також карта кластерів. Тут ми бачимо сформовані кластери, кожен з яких виділено окремим кольором.

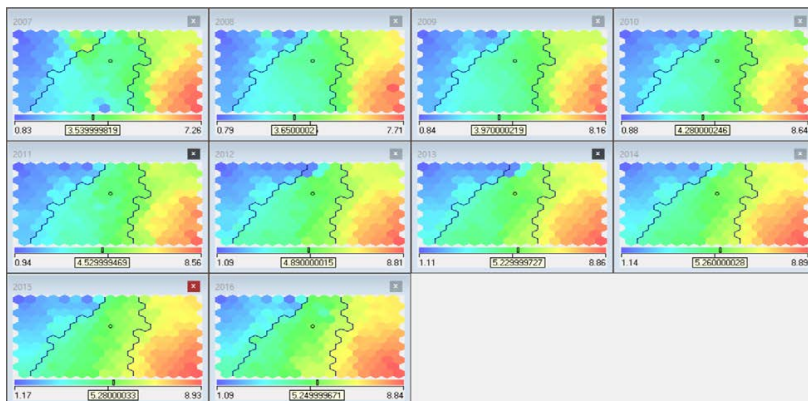


Рис. 4. Карти входів після закінчення навчання за методом обробки «Карта Кохонена»

Джерело: власні розрахунки в ППП Deductor

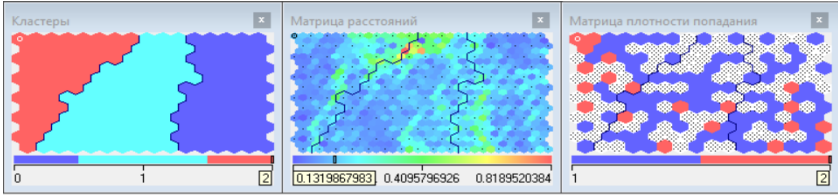


Рис. 5. Кластеры, матрица відстаней та щільності влучень

Джерело: власні розрахунки в ППП Deductor

Положення України на карті кластерів представлено на рис. 6. Таким чином, Україна входить в кластер із середнім рівнем розвитку ІКТ.

В результаті застосування самоорганізованих карт багатовимірний простір вхідних факторів було представлено в двовірному вигляді, в якому його досить зручно аналізувати. Країни були класифіковані на 3 групи, виходячи з розмальовки показника за різні періоди, можна зробити висновок, про те, що нульовий характеризує країни з низьким рівнем розвитку ІКТ, 1-й – із середнім, 2-й – з високим.

Далі слід дослідити, що саме впливає на потрапляння країни в певний кластер в залежності від рівня розвитку ІКТ. Тому, слід розглянути кластеризацію за субіндексами доступу, використання і навичок ІКТ.

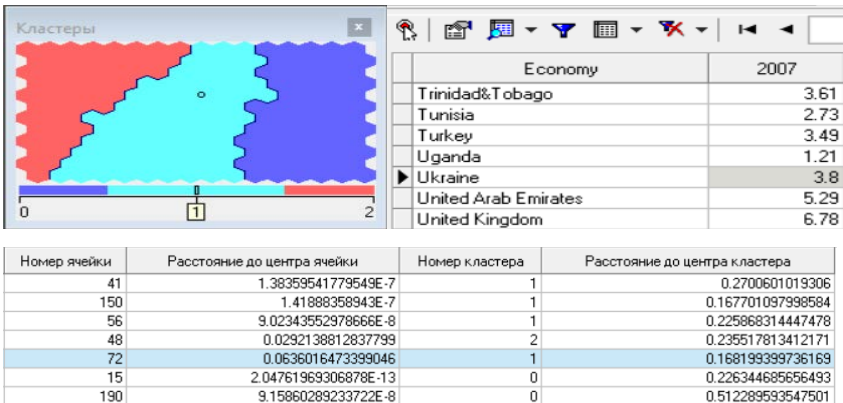


Рис. 6. Визначення положення України на карті кластерів

Джерело: власні розрахунки в ППП Deductor

Імпортуємо дані в аналітичне середовище і повторюємо алгоритм, описаний раніше. Після навчання мережі отримуємо результат, представлений на рис. 7.

Аналізуючи карти входів, можна помітити схожість в розфарбуванні першої і другої карт, це говорить про наявність взаємозв'язку між цими показниками. Розглянемо нульовий кластер. Даний кластер характеризується високими значеннями показників. Це дозволяє охарактеризувати даний кластер таким чином – це країни з високим рівнем субіндексів доступу, використання і навичок ІКТ. Україна потрапила в кластер, який характеризується середнім рівнем розвитку показників доступу, використання і навичок ІКТ. На карті показника навичок ІКТ Україна знаходиться в правому верхньому куті. Тут накопичені країни з найбільшими показниками даного субіндексу, про що говорить забарвлення карти (рис. 8).

У той же час, за показниками доступу і використання ІКТ Україна належить до групи країн із середніми значеннями. При чому значення показника доступ трохи вище, ніж значення показника використання. Можна зробити висновок, що в цілому інформаційно-комунікаційні технології в Україні розвинуті досить добре. Найбільшим чином на це впливає рівень навичок населення. Але слід розвивати інфраструктуру доступу та використання ІКТ.

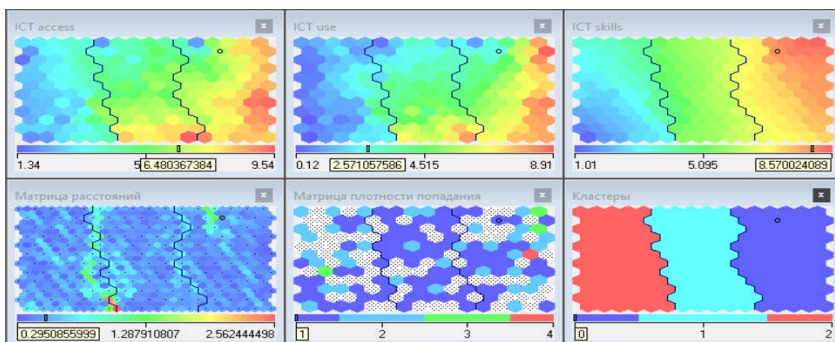


Рис. 7. Результат роботи мережі Кохонена за субіндексами доступу, використання і навичок ІКТ

Джерело: власні розрахунки в ППП Deductor

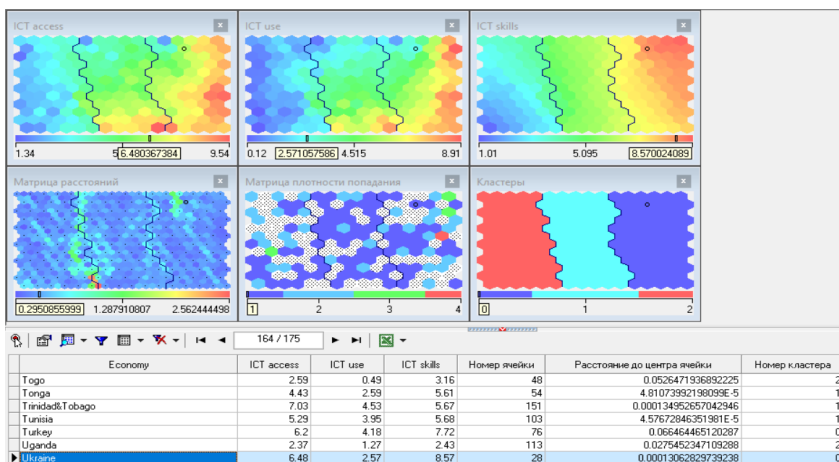


Рис. 8. Розташування України на карті кластерів за субіндексами доступу, використання і навичок ІКТ

Джерело: власні розрахунки в ППП Deductor

6. Моделі макроекономічних індикаторів

Відповідно до концептуальної моделі дослідження, наступним кроком є аналіз впливу індексу розвитку ІКТ на динаміку макроекономічних показників, зокрема ВВП країн світу.

Для аналізу залежності були обрані значення ВВП в розрахунку на одну особу і значення індексу ІКТ за 2019 рік [8]. Задаємо залежні і незалежні змінні, в даному випадку залежна ВВП, незалежна ІКТ. Аналіз здійснюється у пакеті Statistica. Усі результати аналізу зведено до таблиць 1-3.

Спочатку перевіримо гіпотезу про існування лінійного зв'язку між показниками. Побудуємо лінійну економетричну модель і визначимо найважливіші характеристики моделі і ступінь її адекватності. З таблиці 1 (стовпець 2) бачимо, що показники ВВП та ІКТ мають високий рівень кореляції (більше 0.7). Для перевірки гіпотези про нормальність розподілу похибок необхідно побудувати їх розподіл на нормальному імовірнісному папері (Normal plot of residuals). З побудованого графіка (табл. 1, стовп. 3-4) видно, що розподіл помилок не відповідає кривій нормального закону. Результати зіставлення фактичних та теоретичних значень ВВП наведені на рис. 9.

Таблиця 1

Результати побудови моделей впливу розвитку ІКТ на ВВП країн світу

Вид моделі	$Y = -28055 + 14212.8 * x$	$Y = 1515.873 * x^{1.968}$																																								
Результати регресійного аналізу	<p>Regression Summary for Dependent Variable: GDP2016 (Spred)</p> <p>R= 7.6065376 R²= 57859415 Adjusted R²= 57483160 F(1,112)=153.78 p<0.0000 Std. Error of estimate: 26520</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>b*</th> <th>Std. Err. of b*</th> <th>b</th> <th>Std. Err. of b</th> <th>t(112)</th> <th>p-value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Intercept</td> <td>0.760654</td> <td>-28055</td> <td>0.6650</td> <td>662</td> <td>-4.21837</td> <td>0.000050</td> </tr> <tr> <td>GDP2016</td> <td>0.061340</td> <td>14212.8</td> <td>1146.129</td> <td>12.40059</td> <td>0.000000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(112)	p-value	Intercept	0.760654	-28055	0.6650	662	-4.21837	0.000050	GDP2016	0.061340	14212.8	1146.129	12.40059	0.000000		<p>Model is: $v_2 = a_0 \cdot v_1^{a_1}$ (2016.sta)</p> <p>Dep. Var. : GDP2016</p> <p>Level of confidence: 95.0% (alpha=0.050)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estimate</th> <th>Standard error</th> <th>t-value</th> <th>p-value</th> <th>Lo. Conf. Limit</th> <th>Up. Conf. Limit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a0</td> <td>1515.873</td> <td>687.9011</td> <td>2.203620</td> <td>0.029597</td> <td>152.8850</td> <td>2878.861</td> </tr> <tr> <td>a1</td> <td>1.968</td> <td>0.2272</td> <td>8.661244</td> <td>0.000000</td> <td>1.5179</td> <td>2.418</td> </tr> </tbody> </table>	Estimate	Standard error	t-value	p-value	Lo. Conf. Limit	Up. Conf. Limit	a0	1515.873	687.9011	2.203620	0.029597	152.8850	2878.861	a1	1.968	0.2272	8.661244	0.000000	1.5179	2.418
b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(112)	p-value																																					
Intercept	0.760654	-28055	0.6650	662	-4.21837	0.000050																																				
GDP2016	0.061340	14212.8	1146.129	12.40059	0.000000																																					
Estimate	Standard error	t-value	p-value	Lo. Conf. Limit	Up. Conf. Limit																																					
a0	1515.873	687.9011	2.203620	0.029597	152.8850	2878.861																																				
a1	1.968	0.2272	8.661244	0.000000	1.5179	2.418																																				
Графік розподілу помилок																																										
Гістограма розсіювання помилок																																										

Джерело: агреговано за результатами власних розрахунків в ППП Statistica

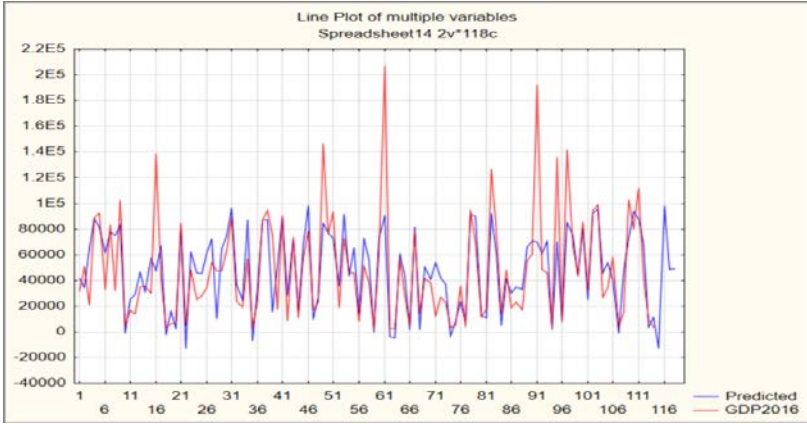


Рис. 9. Зіставлення фактичних та теоретичних значень лінійної функції

Джерело: власні розрахунки в ППП Statistica

Результати лінійної регресії вказують на наявність лінійного зв'язку між ВВП та індексом ІКТ, але цей зв'язок доволі слабкий.

Тому слід перевірити гіпотезу про існування нелінійного зв'язку між ВВП та індексом ІКТ шляхом побудови степеневі функції і проведемо аналіз адекватності нелінійної економетричної моделі (рядок 2 табл. 1). Оцінки параметрів моделі зображено у стовпці 2. Як бачимо, параметри моделі статистично значущі за критерієм статистики Стьюдента. У таблиці дисперсійного аналізу наведені сума квадратів відхилень по регресії (Sums of Squares Regress), сума квадратів помилок моделі (Sums of Squares Residual), дисперсія помилок (Mean Squares Residual) і критерій Фішера (F – value), що підтверджують високу якість побудованої залежності.

Знаходимо теоретичні значення моделі та порівнюємо їх з фактичними (рис. 10).

Всебічний аналіз помилок моделі можна отримати в опціях Residuals (Похибки). Гістограма помилок і графік розподілу помилок на нормальному імовірнісному папері наведені у стовпцях 3-4 рядка 2 табл. 1. З графіків видно, що помилки розподілені за нормальним законом. Отже, можна зробити висновок, що степенева функція краще описує залежність між показником ВВП та ІКТ. Параметр a_1 в регре-

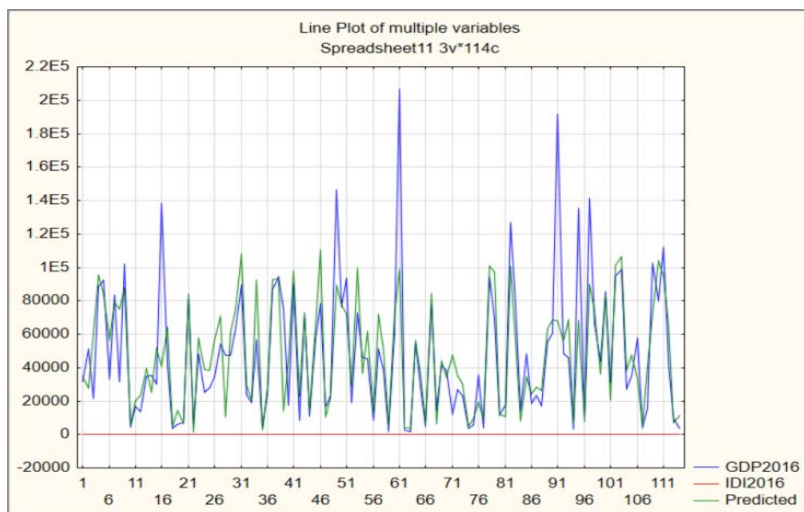


Рис. 10. Зіставлення теоретичних та фактичних значень ВВП для степеневі функції

Джерело: власні розрахунки в ППП Statistica

сійній моделі відображає еластичність ІКТ відносно ВВП. Тому при збільшенні ІКТ на 1% темп приросту ВВП складе 1.97%. Це підтверджує гіпотезу про необхідність розвивати інформаційно-комунікаційні технології та створювати умови для їх впровадження.

Розглянемо, як впливає ІКТ на показник ВВП в залежності від рівня розвитку країни. Для початку потрібно визначити рівень розвитку кожної з країн. Для цього вибірка розбивається на інтервали по показнику ВВП на одного жителя. Таким чином можна побачити, в яку групу входить кожна з країн (країни, що розвиваються, розвинені країни або країни з перехідною економікою).

Дослідимо кожен з інтервалів окремо. Зауважимо, що за показником ВВП на особу Україна потрапила до першого інтервалу (з низькими показниками). За описаним вище алгоритмом досліджуємо кожен з інтервалів на наявність лінійного та нелінійного зв'язку між показниками ВВП на особу та індексом розвитку ІКТ. Результати побудови моделей зведемо у таблицю 2.

Результати побудови моделей впливу розвитку ІКТ на ВВП країн світу (інтервал 0 – 50000)

<p>Вид моделі</p>	<p>$Y = -6488.45 + 7020.57x$</p>	<p>$Y = 3639.64 * x^{1.271}$</p>																																				
<p>Результати регресійного аналізу</p>	<p>Regression Summary for Dependent Variable: GDP (Spreadshe R= 79385199 R?= 63020097 Adjusted R?= 62476275 F(1,68)=115.88 p<.00000 Std Error of estimate: 9064.6</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>b*</th> <th>Std Err. of b*</th> <th>b</th> <th>Std Err. of b</th> <th>t(68)</th> <th>p-value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Intercept</td> <td>0.793852</td> <td>-6488.45</td> <td>2899.657</td> <td>-2.23766</td> <td>0.028523</td> </tr> <tr> <td>DI</td> <td>0.073744</td> <td>7020.57</td> <td>652.171</td> <td>10.76493</td> <td>0.000000</td> </tr> </tbody> </table>	b*	Std Err. of b*	b	Std Err. of b	t(68)	p-value	Intercept	0.793852	-6488.45	2899.657	-2.23766	0.028523	DI	0.073744	7020.57	652.171	10.76493	0.000000	<p>Model is: $v2=a0*x^a1$ (Spreadsheet3) Dep. Var. : GDP Level of confidence: 95.0% (alpha=0.050)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estimate</th> <th>Standard error</th> <th>t-value</th> <th>p-value</th> <th>Lo. Conf Limit</th> <th>Up. Conf Limit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a0</td> <td>3639.640</td> <td>980.5484</td> <td>3.711841</td> <td>0.000417</td> <td>1682.986</td> </tr> <tr> <td>a1</td> <td>1.271</td> <td>0.1593</td> <td>7.978262</td> <td>0.000000</td> <td>0.953</td> </tr> </tbody> </table>	Estimate	Standard error	t-value	p-value	Lo. Conf Limit	Up. Conf Limit	a0	3639.640	980.5484	3.711841	0.000417	1682.986	a1	1.271	0.1593	7.978262	0.000000	0.953
b*	Std Err. of b*	b	Std Err. of b	t(68)	p-value																																	
Intercept	0.793852	-6488.45	2899.657	-2.23766	0.028523																																	
DI	0.073744	7020.57	652.171	10.76493	0.000000																																	
Estimate	Standard error	t-value	p-value	Lo. Conf Limit	Up. Conf Limit																																	
a0	3639.640	980.5484	3.711841	0.000417	1682.986																																	
a1	1.271	0.1593	7.978262	0.000000	0.953																																	
<p>Графік розподілу помилок</p>																																						
<p>Гістограма розповсюдження помилок</p>																																						

Джерело: агреговано за результатами власних розрахунків в ППП Statistica

Спочатку оцінимо наявність лінійного зв'язку між змінними ВВП та індексом ІКТ для цього інтервалу (рядок 1 табл. 2). За результатами аналізу бачимо, що параметр при незалежній змінній статистично значущий та в цілому модель має високу прогностичну якість, оскільки коефіцієнт детермінації більше 0.6. Основні статистики та матриця коефіцієнтів парних кореляцій зображені у стовпці 3. Бачимо, що змінні мають високий ступінь кореляції (0.79). За допомогою графіку та гістограми розподілу помилок моделі (стовпці 4-5) перевіримо гіпотезу про нормальність розподілу похибок. У результаті порівняння видно, що розподіл помилок відповідає кривій нормального закону.

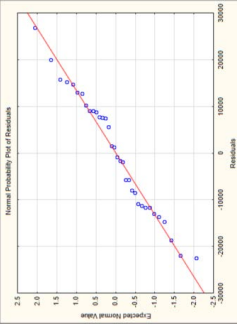
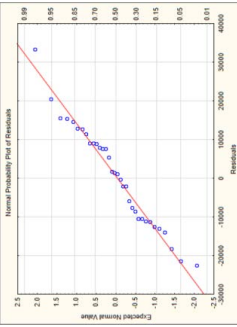
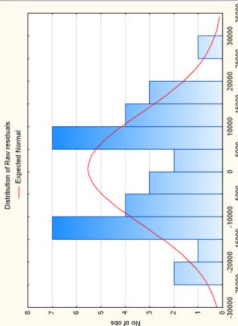
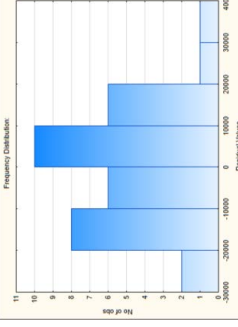
Перевіримо наявність нелінійного зв'язку (рядок 2 табл. 2). Степеневая функція залежності ВВП від ІКТ наведена у стовпці 2, а результати оцінки параметрів моделі зображено у стовпці 3. Параметр при змінній статистично значущий, про що свідчить статистика Стьюдента. Результати дисперсійного аналізу підтверджують статистичну значущість моделі в цілому. Як бачимо з графіків у стовпцях 4-5, і гістограма і графік розподілу підтверджують гіпотезу про відповідність розподілу похибок моделі кривій нормального закону.

Результати побудови моделей для країн з другого інтервалу (50000 – 100000) наведені у таблиці 3. Спочатку оцінимо наявність лінійного зв'язку між змінними ВВП та індексом ІКТ для цього інтервалу. Результати регресійного аналізу представлено у рядку 1. Вигляд моделі наведено у стовпці 1, а основні статистики та матриця коефіцієнтів парних кореляцій зображені у стовпці 2. Ступінь кореляції між змінними середній – 0,523. Перевіримо гіпотезу про нормальність розподілу похибок за допомогою графіку та гістограми розподілу помилок моделі (стовпці 3-4). Бачимо, що розподіл помилок не відповідає кривій нормального закону.

Перевіримо наявність нелінійного зв'язку (рядок 2 табл. 3). Результати оцінки параметрів моделі зображено у стовпці 23. Результати дисперсійного аналізу підтверджують статистичну значущість моделі в цілому. Перевіримо чи відповідають помилки моделі нормальному закону розподілу похибок. Як бачимо, і гістограма і графік розподілу (стовпці 3-4) підтверджують гіпотезу про відповідність розподілу похибок моделі кривій нормального закону.

Результати побудови моделей для країн з третього інтервалу (100000 – 250000) наведені у таблиці 4.

Таблиця 3
Результати побудови моделей впливу розвитку ІКТ на ВВП країн світу (інтервал 50000 – 100000)

<p>Вид моделі</p>	<p>$Y = 29264,4 + 6207,93x$</p> <p>Regression Summary for Dependent Variable: GDP (Spreadshe R= 52301584 R²= 27354557 Adjusted R²= 25084387 F(1,32)=12,050 p<.00151 Std Error of estimate: 12913.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>b*</th> <th>Std Err. of b*</th> <th>b</th> <th>Std Err. of b</th> <th>t(32)</th> <th>p-value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>29264.40</td> <td>13318.97</td> <td>2.197197</td> <td>0.036363</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Intercept IDI 0.523016 0.150671 6207.93 1788.38 3.471248 0.001505</p>	b*	Std Err. of b*	b	Std Err. of b	t(32)	p-value	29264.40	13318.97	2.197197	0.036363			<p>$Y = 19769,67 * x^{0,67}$</p> <p>Model is: $\sqrt{2} = a0^{(1/3 * a1)}$ (Spreadsheet17) Dep. Var. : GDP Level of confidence: 95.0% (alpha=0.050)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estimate</th> <th>Standard error</th> <th>t-value</th> <th>p-value</th> <th>Lo. Conf Limit</th> <th>Up. Conf Limit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a0</td> <td>19769.67</td> <td>7320.240</td> <td>2.700686</td> <td>0.010968</td> <td>4858.828</td> <td>34680.51</td> </tr> <tr> <td>a1</td> <td>0.67</td> <td>0.200</td> <td>3.321194</td> <td>0.002249</td> <td>0.257</td> <td>1.07</td> </tr> </tbody> </table>	Estimate	Standard error	t-value	p-value	Lo. Conf Limit	Up. Conf Limit	a0	19769.67	7320.240	2.700686	0.010968	4858.828	34680.51	a1	0.67	0.200	3.321194	0.002249	0.257	1.07
b*	Std Err. of b*	b	Std Err. of b	t(32)	p-value																													
29264.40	13318.97	2.197197	0.036363																															
Estimate	Standard error	t-value	p-value	Lo. Conf Limit	Up. Conf Limit																													
a0	19769.67	7320.240	2.700686	0.010968	4858.828	34680.51																												
a1	0.67	0.200	3.321194	0.002249	0.257	1.07																												
<p>Графік розподілу помилок</p>																																		
<p>Гістограма розповсюдження помилок</p>																																		

Джерело: агреговано за результатами власних розрахунків в ППП Statistica

Спочатку оцінимо наявність лінійного зв'язку між змінними ВВП та індексом ІКТ за цього інтервалу. Результати регресійного аналізу представлено у рядку 1. Рівняння моделі наведено у стовпці 1. Основні статистики та матриця коефіцієнтів парних кореляцій зображені у стовпці 2. Лінійний зв'язок між змінними є відсутнім, оскільки коефіцієнт кореляції дорівнює 0,0265. Перевіримо гіпотезу про нормальність розподілу похибок за допомогою графіку та гістограми розподілу помилок моделі (стовпці 3-4). Розподіл помилок не відповідає кривій нормального закону, що підтверджує відсутність лінійної залежності між досліджуваними показниками.

Спочатку оцінимо наявність лінійного зв'язку між змінними ВВП та індексом ІКТ за цього інтервалу. Результати регресійного аналізу представлено у рядку 1. Рівняння моделі наведено у стовпці 1. Основні статистики та матриця коефіцієнтів парних кореляцій зображені у стовпці 2. Лінійний зв'язок між змінними є відсутнім, оскільки коефіцієнт кореляції дорівнює 0,0265. Перевіримо гіпотезу про нормальність розподілу похибок за допомогою графіку та гістограми розподілу помилок моделі (стовпці 3-4). Розподіл помилок не відповідає кривій нормального закону, що підтверджує відсутність лінійної залежності між досліджуваними показниками.

Перевіримо наявність нелінійного зв'язку. Результати регресійного аналізу представлено у рядку 2 табл. 4. Результати оцінки параметрів моделі зображено у стовпці 2. Результати дисперсійного аналізу підтверджують статистичну значущість моделі в цілому. Перевіримо чи відповідають помилки моделі нормальному закону розподілу похибок. Як бачимо з графіків у стовпцях 3-4, і гістограма, і графік розподілу підтверджують гіпотезу про відповідність розподілу похибок моделі кривій нормального закону.

Таким чином, здійснений аналіз дозволяє зробити висновки, що степенева функція краще описує залежність між показником ВВП та ІКТ як для усієї сукупності країн, так і за окремими групами. Параметр a_1 в регресійній моделі відображає еластичність ІКТ відносно ВВП, тому дає змогу прогнозувати зміни ВВП країн та підтверджує твердження про необхідність розвивати інформаційно-комунікаційні технології та створювати умови для їх впровадження.

7. Висновки

Розповсюдження інформаційних та телекомунікаційних технологій сприяє своєчасному і швидкому інформаційному обміну, що якісним чином покращує системи управління в світовому масштабі і впливає на конкурентоспроможність країн і національних ринкових суб'єктів. ІКТ швидко поширюються в більшості країн, що розвиваються – насамперед мобільна телефонія, але також і комп'ютери, і Інтернет. Впровадження ІКТ породжує мультиплікативні ефекти, змінюючи якість життя, практику ведення бізнесу, функціонування державних установ. ІКТ – новий ресурс розвитку, що висуває підвищені вимоги до якості державних інститутів і освітніх систем. Інформатизація прямо або побічно сприяє вирішенню багатьох актуальних проблем бідних країн – таких, як низька грамотність, висока народжуваність, нерівноправність жінок, недостатній рівень заощаджень, бюрократизм держустанов, низька якість життя. В сучасних умовах конкурентоспроможність країни визначається ступенем та якістю застосування ІКТ. Одним з головних факторів гарної діяльності підприємства є його спроможність адаптуватись до змінних умов зовнішньої середовища його функціонування. Таку ж вимогу можна висунути і до держави в цілому. Спроможність адаптуватись, приймати та прагнути до світових стандартів, які задають розвинені країни, одна з головних умов для процвітання країни. Сучасний ритм життя вимагає інформатизації у всіх її проявах, і розроблені моделі ще раз це підтверджують. Як бачимо, зв'язок між ІКТ та об'ємами ВВП існує. При чому результати дослідження виявились такими, що потенціал для нарощування ВВП через ІКТ більше для країн, що розвиваються ніж для розвинених. Можливо це пов'язано з тим, що для розвинених країн практика використання ІКТ вже давно не розкіш, а звичайна повсякденність. На мою думку має місце явище перенасичення. Ефект від подальшого розвитку ІКТ в розвинених країнах такий, що при збільшенні об'ємів використання ІКТ на 1% ВВП збільшується на 0.6%. При чому показники індексу розвитку в цих країнах зараз дуже високі і позиції цих країн в світовому рейтингу з року і рік кардинально не змінюються. Залежність між ВВП та ІКТ вже давно відома. Саме тому досліджується так багато індексів інформаційного суспільства, публікуються річні звіти про рівні використання інформаційних технологій в країнах. Тобто, зараз використання ІКТ розвиненими країнами – необхідність для збереження та

покращення існуючих показників в сучасних ринкових умовах. В той же час для країн, що розвиваються ситуація протилежна. Збільшення ІКТ на 1% призводить до збільшення об'ємів ВВП на 1.2% в середньому. Тобто, у таких країн є потенціал для розвитку, для досягнення показників розвинутих країн.

Список літератури:

1. Голяндина Н. Э. Метод «Гусеница» – SSA: прогноз временных рядов : Учеб. пособие. СПб : Изд-во СПбГУ, 2004. 52 с.
2. Гурьянова Л. С., Клебанова Т. С., Кавун С. В. Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика. Раздел. Инновационно ориентированные модели сбалансированного развития регионов / Под ред. Т. С. Клебановой, В. П. Небезина, Е. И. Шохина. Москва : Научные технологии, 2013. С. 173–182
3. Державна служба статистики. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. ПРАКТИКУМ [Р.100] Ассоциативные правила в Deductor Studio. URL: <https://docplayer.ru/28624136-Praktikum-p-100-associativnyye-pravila-v-deductor-studio.html>
5. Сайт Всесвітнього Банку. URL: <http://data.worldbank.org/>
6. Черняк О. І., Ставицький А. В. Динамічна економетрика : Навчальний посібник. Київ : КВІЦ, 2000. 120 с.
7. Chen S. Characteristics and development of information industry and its impact on the economy / S. Chen // Springer Science + Business Media Singapore. 2016. 499 p.
8. EconStats. URL: http://www.econstats.com/wdi/wdic_UKR.htm
9. European Innovation Scoreboard 2020. URL: https://interactivetool.eu/EIS/EIS_2.html
10. Gauging ICT potential around the world. ITU releases the first global Digital Access Index 10/2003
11. Internet World Stat. Usage and population statistics. URL: <http://www.internetworldstats.com/>
12. ITU, Measuring the Information Society Report 2019. URL: http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS2019_without_Annex_4.pdf
13. Measuring the Information Society Report 2008, 2011, 2014, 2017, 2019. URL: <https://www.itu.int>
14. Net Index Explorer. URL: <http://explorer.netindex.com/>
15. OECD, 1986, Trends in The Information Economy (Paris).
16. Porat, Marc U and Rubin, Michael R. 1977. The Information Economy (9 volumes). Office of Telecommunications Special Publication 77–12 (US Department of Commerce, Washington D. C.).
17. Porat, Marc U., U. S. Dep't Of Commerce, OT Special Pub. 77–12(1). The Information Economy: Definition And Measurement. Vols. 1–8 (1977).

18. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. Chapter 14.4 Self-Organizing Maps // The Elements of Statistical Learning. 2009. P. 528–534.

References:

1. Golyandina N. E. (2004) Metod «Gusenica» – SSA: prognoz vremennykh ryadov: Ucheb. posobie. SPb: Izd-vo SPbGU, 52 p.
2. Gur'yanova L. S., Klebanova T. S., Kavun S. V. (2013) Innovatsionnye i informatsionnye tekhnologii v razvitiy nacional'noj ekonomiki: teoriya i praktika. Razdel. Innovatsionno orientirovannyye modeli sbalansirovannogo razvitiya regionov / Pod red. T. S. Klebanovoj, V. P. Nevezhina, E. I. SHohina. Moscow: Nauchnye tekhnologii, pp. 173–182.
3. Derzhavna sluzhba statistiki. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
4. PRAKTIKUM [P.100] Associativnye pravila v Deductor Studio. URL: <https://docplayer.ru/28624136-Praktikum-p-100-associativnye-pravila-v-deductor-studio.html>
5. Sajt Vsemirnogo Banka. URL: <http://data.worldbank.org/>
6. Chernyak O. I., Stavitskiy A. V. (2000) Dinamichna ekonometrika: Navchalnyy posibnik. Kyiv: KVITs, 120 p.
7. Chen S. (2016) Characteristics and development of information industry and its impact on the economy / Springer Science + Business Media Singapore, 499 p.
8. EconStats. URL: http://www.econstats.com/wdi/wdic_UKR.htm
9. European Innovation Scoreboard 2020. URL: https://interactivetool.eu/EIS/EIS_2.html
10. Gauging ICT potential around the world. ITU releases the first global Digital Access Index 10/2003
11. Internet World Stat. Usage and population statistics. URL: <http://www.internetworldstats.com/>
12. ITU, Measuring the Information Society Report 2019. URL: http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2014/MIS2019_without_Annex_4.pdf
13. Measuring the Information Society Report 2008, 2011, 2014, 2017, 2019. URL: <https://www.itu.int>
14. Net Index Explorer. URL: <http://explorer.netindex.com/>
15. OECD, 1986, Trends in The Information Economy (Paris).
16. Porat, Marc U and Rubin, Michael R. (1977) The Information Economy (9 volumes), Office of Telecommunications Special Publication 77–12 (US Department of Commerce, Washington D. C.).
17. Porat, Marc U., U. S. Dep't Of Commerce, OT Special Pub. 77–12(1). The Information Economy: Definition And Measurement, vols. 1–8 (1977).
18. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. Chapter 14.4 Self-Organizing Maps // The Elements of Statistical Learning, 2009, pp. 528–534.