

РЕГІОНАЛЬНІ РЕЙТИНГИ: СТАТИСТИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ГОТОВНОСТІ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ

©2024 ЧАЛА Т. Г., СОЛОДОВНИКОВ Д. Ю.

УДК 311.12:[332.146:005.591.6](477)
JEL: C3; C15; C46; O30

Чала Т. Г., Солодовніков Д. Ю. Регіональні рейтинги: статистичні аспекти оцінювання готовності до інтелектуальної автоматизації

У статті основну увагу приділено питанням узгодження міжнародної методики індексу готовності країн світу до автоматизації зі специфікою функціонування інноваційного та освітнього регіонального середовища в Україні. Обґрунтовано актуальність обраної теми. Окреслено проблеми порушення зв'язку інтелектуальної автоматизації зі стратегіями розвитку освіти, інноваційного середовища та політикою зайнятості в країні. Наголошено на необхідності розроблення виваженої регіональної політики, заснованої на вирішенні проблеми забезпечення постійного моніторингу ситуації в галузі готовності регіонів, територіальних громад або міст України до майбутньої автоматизації. У ході дослідження розглянуто теоретико-методологічні засади побудови міжнародного індексу «готовності до автоматизації» країн світу. За аналогічною методикою побудовано індекс «готовності до автоматизації» регіонів України. Він структурований також як зведений індекс, і загальні оцінки для кожного регіону отримано шляхом зважування й об'єднання трьох субіндексів, що відповідають складовим: «Інноваційне середовище», «Освітня політика» та «Політика ринку праці». При об'єднанні субіндексів у загальний індекс використано вагові коефіцієнти, призначені для відображення важливості відповідної складової: інноваційне середовище – 40%, освітня політика – 40%, політика ринку праці – 20%. Своєю чергою, оцінки субіндексів розраховано як середньозважене значення нормованих оцінок окремих показників. Вибір показників за складовими запропонованої методики обумовлений наявністю офіційних даних, оприлюднених Державною службою статистики України за 2020 та 2021 рр. Найвищий рівень загального індексу готовності до автоматизації зафіксовано в м. Київ (92,2), найнижчий рівень (1,82) – у Чернігівській області. Місто Київ виокремлюється як лідер не лише за загальним індексом, а й за всіма субіндексами готовності до автоматизації, визначаючи його перше місце в рейтингу за рівнями розвитку інноваційного середовища, політики освіти та ринку праці. Дніпропетровська область посідає друге місце в загальному рейтингу регіонів України за показниками загального індексу готовності до автоматизації та всіх його складових.

Ключові слова: автоматизація, інноваційне середовище, освітня політика, політика ринку праці, нормалізація, регіони України, статистичний аналіз, індекс.

Табл.: 4. Формул.: 5. Бібл.: 23.

Чала Тетяна Георгіївна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри статистики, обліку та аудиту, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

E-mail: t.g.chala@karazin.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7499-0308>

Солодовніков Денис Юрійович – магістр кафедри статистики, обліку та аудиту, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

E-mail: ukrplastkh@gmail.com

UDC 311.12:[332.146:005.591.6](477)
JEL: C3; C15; C46; O30

Chala T. G., Solodovnikov D. Yu. Regional Ranking: Statistical Aspects of Assessing Readiness for Intelligent Automation

The article focuses on the issues of harmonization of the international methodology of the index of readiness of the countries of the world for automation with the specifics of the functioning of the innovative and educational regional environment in Ukraine. The relevance of the chosen topic is substantiated. The problems of breaking the connection between intellectual automation and strategies for the development of education, innovative environment and employment policy in the country are outlined. The need to develop a balanced regional policy based on solving the problem of ensuring constant monitoring of the situation in the field of readiness of regions, territorial communities or cities of Ukraine for future automation is emphasized. In the course of the study, the theoretical and methodological foundations of building the international index of «readiness for automation» of the countries of the world are considered. A similar methodology is used to build the index of «readiness for automation» of the regions of Ukraine. It is also structured as a composite index, and the overall scores for each region are obtained by weighting and combining the three sub-indices corresponding to the components: «Innovation Environment», «Education Policy» and «Labor Market Policy». When combining sub-indices into a general index, weighting coefficients were used to reflect the importance of the relevant component: innovation environment – 40%, educational policy – 40%, labor market policy – 20%. In turn, the estimates of sub-indices are calculated as the weighted average value of normalized estimates of individual indicators. The choice of indicators for the components of the proposed methodology is due to the availability of official data published by the State Statistics Service of Ukraine for 2020 and 2021. The highest level of the overall index of readiness for automation was recorded in the city of Kyiv (92.2), the lowest level (1.82) – in the Chernihiv region. The city of Kyiv stands out as a leader not only in terms of the general index, but also in all sub-indices of readiness for automation, determining its first place in the ranking in terms of the level of development of the innovation environment, education policy and labor market. Dnipropetrovsk region ranks second in the overall ranking of regions of Ukraine in terms of the general index of readiness for automation and all its components.

Keywords: automation, innovation environment, educational policy, labor market policy, normalization, regions of Ukraine, statistical analysis, index.

Tabl.: 4. Formulae: 5. Bibl.: 23.

Поява високоінтелектуальних технологій, таких як робототехніка та технології, що засновані на різних формах штучного інтелекту (ШІ), які здатні виконувати завдання складніші, ніж просто конвеєрні, додала новий вимір до дискусій про майбутнє автоматизації.

Враховуючи перспективи заміни великої кількості професій цифровими технологіями, всім країнам світу потрібно запровадити політику та регіональне планування, щоб допомогти і окремим особам, і підприємствам максимально використати можливості, які пропонують ці технології. Також необхідною є законодавча підтримка для пом'якшення негативних наслідків у результаті витіснення деяких категорій працівників зі своїх звичних професій. В обох випадках це питання політики та стратегії, які допомагають робочій силі здійснити перехід до більш автоматизованої економіки.

Підприємства багатьох видів економічної діяльності прагнуть інтегрувати ШІ або передову робототехніку у свій бізнес. Цей темп прискориться в наступні кілька років, і фактичний вплив на економіку та робочу силу тоді буде більш очевидним.

Світовими лідерами готовності до епохи інтелектуальної автоматизації є такі країни, як Південна Корея, Німеччина та Сінгапур, які вжили окремих ініціатив у таких сферах, як реформа навчальних програм, навчання впродовж життя, професійне навчання та гнучкість робочого місця. Визначені лідери виділяють значне фінансування та іншу підтримку на дослідження ШІ та робототехніки. Більшість видів підтримки, яку уряди надають інноваціям і підприємництву, не залежать від технологій. Фундаментальні дослідження відрізняються: наприклад, уряди Японії та Південної Кореї спрямовують сотні мільйонів доларів організаціям державного та приватного секторів, які проводять дослідження ШІ та робототехніки. Німеччина, США та Сінгапур роблять те саме, хоча значна частина німецького фінансування спрямовується у виробничий сектор і підтримує дослідження в інших сферах, таких як Інтернет речей (IoT) та аналітика даних [13; 21; 23].

Оцінюючи наявність політики та стратегії у сферах інновацій, освіти та ринку праці в Україні, виявлено, що сьогодні існує недостатньо ініціати-

ви, яка б конкретно стосувалася проблем автоматизації на основі ШІ та робототехніки. Відсутність взаємодії між політиками, промисловістю, фахівцями в галузі освіти та зайнятості населення, а також іншими зацікавленими сторонами, які повинні інформувати про досягнення та проблеми в галузі автоматизації, викликає тривогу. Саме тому першочерговим є розроблення виваженої регіональної політики, заснованої на вирішенні проблеми забезпечення постійного моніторингу ситуації в галузі готовності регіонів, територіальних громад або міст України до майбутньої автоматизації.

В Україні та світі загалом активно розвивається сфера наукових досліджень, спрямованих на вивчення впровадження технологій автоматизації та штучного інтелекту. Велика кількість дослідників зосереджена на розробці та вдосконаленні механізмів, що сприяють розвитку цих інноваційних напрямків. Останніми роками виявляється значний інтерес до знаходження шляхів вирішення ключових проблем, що виникають під час упровадження таких технологій у наше суспільство.

Цілеспрямована робота вчених спрямована на ефективне вирішення викликів, пов'язаних з автоматизацією та штучним інтелектом, і зосереджена на подоланні негативних аспектів цих технологій чи, принаймні, на зменшенні їхнього впливу на соціальний та економічний ландшафт країни. У цьому контексті важливо відзначити внесок таких дослідників, як О. Берко [18], Н. Вінникова [1], С. Вунш-Вінсент [14], А. Демків [18], С. Дутта [14], М. Карчевський [4], С. Кубінська [18], Б. Ланвін [14], В. Пасічник [17], Д. Позова [7], А. Рівера Леон [14], Р. Стефанчук [11], Г. Тимчик [12], Т. Шестакевич [18], В. Шевченко [12], Ю. Щербина [18], які активно долучаються до вирішення цих актуальних питань. Стійке зацікавлення цих науковців свідчить про високий рівень інтересу та відповідальності у вирішенні проблем, пов'язаних із використанням сучасних технологій.

Проблемам розробки та використання національної методики розрахунку територіальних індексів розвитку інформаційно-комунікаційних технологій присвячені дослідження А. Єріної [2], О. Корепанова [5; 6].

Метою дослідження є адаптація до специфіки функціонування інноваційного та освітнього регіонального середовища в Україні міжнародної методики індексу готовності країн світу до автоматизації.

Аналітична агенція журналу The Economist (Economist Intelligence Unit (EIU) у співпраці з групою міжнародних експертів розробила методику побудови індексу для визначення готовності країн до майбутньої хвилі автоматизації [13; 21]. Запропонований індекс об'єднує 52 показника, більшість з яких (45) є якісними та розроблені спеціально для цього дослідження.

Сім кількісних показників індексу базуються на необроблених числових даних ключових міжнародних організацій та інституцій, включно зі Світовим банком (World Bank) [22], ОЕСР (Organisation for Economic Cooperation and Development – OECD) [19], ООН (United Nations – UN) [20], Міжнародним союзом електрозв'язку (International Telecommunication Union – ITU) [16] і Міжнародним товариством автоматизації (International Society of Automation – ISA) [15].

Задля розроблених 45 якісних показників раніше було мало або взагалі не було даних для країн, охоплених дослідженням. Оцінка політики та ініціатив у кожній країні, включеній у дослідження, базувалася на загальнодоступних джерелах і підтверджувалася понад 80 експертними інтерв'ю з місцевими науковцями, аналітичними центрами, політиками, консультантами та підприємцями.

Слід зазначити, що базовий міжнародний індекс «готовності до автоматизації» ілюструє усереднене значення його рівня в країні та не враховує можливу диференціацію між регіонами всередині країни. Основна ціль розроблення регіональних індексів полягає в тому, щоб визначити наявність чи відсутність суттєвих відмінностей за складовими індексу між регіонами України [5; 6].

Наявність статистичних даних за більш дрібними територіальними одиницями, ніж країни, уможливають застосування міжнародного підходу рейтингового оцінювання для визначення регіональних особливостей стану та розвитку інноваційного та освітнього середовища, а також ринку праці всередині країни з урахуванням особливостей за кожною територіальною одиницею [5; 6].

Індекс «готовності до автоматизації» регіонів України був побудований за методикою, аналогічною міжнародній [13; 21]. Він структурований так само, як зведений індекс, і загальні бали для кожного регіону отримані шляхом зважування та об'єднання трьох субіндексів, що відповідають таким складовим: «Інноваційне середовище»,

«Освітня політика» та «Політика ринку праці». Своєю чергою, оцінки субіндексів розраховувались як середньозважене значення нормованих оцінок окремих показників, перелік яких представлений після опису кожної складової. Значною мірою вибір показників за складовими цієї методики обумовлений наявністю офіційних даних, оприлюднених Державною службою статистики України за 2020 і 2021 роки [3; 8–10].

Першою складовою є *інноваційне середовище*. Національна політика у сфері підприємництва та інновацій має вирішальне значення для просування культури, яка заохочує розвиток і впровадження нових технологій і підтримує підприємства та окремих осіб. Конструктивне регулювання та конкурентне середовище сприятимуть динамічній економіці та створенню нових професій і навіть видів економічної діяльності. Водночас уряд має розробити нормативні рамки, які гарантуватимуть не тільки широке розповсюдження новітніх технологій автоматизації, але й їх безпечне та відповідальне використання.

Задля характеристики готовності до автоматизації регіонів України за складовою «Інноваційне середовище» використано такі показники [3; 8–10]:

- x_1 – витрати на виконання наукових досліджень і розробок, тис. грн;
- x_2 – витрати на фундаментальні наукові дослідження, тис. грн;
- x_3 – витрати на прикладні наукові дослідження, тис. грн;
- x_4 – витрати на науково-технічні (експериментальні) розробки, тис. грн;
- x_5 – кількість інноваційно активних промислових підприємств, од.;
- x_6 – витрати на інновації промислових підприємств, млн грн;
- x_7 – обсяг капітальних інвестицій за ВЕД «Промисловість», млрд грн;
- x_8 – обсяг капітальних інвестицій за ВЕД «Професійна, наукова та технічна діяльність», млн грн.

Другою складовою індексу є *освітня політика*. З розвитком автоматизації працівникам знадобляться нові навички, щоб використовувати та вдосконалювати технології. Крім того, нові робочі місця та види економічної діяльності, що будуть створені шляхом автоматизації, вимагатимуть нових і вдосконалених навичок у поточної та майбутньої робочої сили. Ринок праці, що розвивається, вимагає постійного навчання. Ця складова охоплює низку стратегій розвитку людського капіталу, необхідного для отримання цих навичок, у тому числі поліпшення якості освіти та забезпечення доступу до неї вразливих верств населення.

Аналіз готовності до автоматизації регіонів України за складовою «Освітня політика» проведено за такими показниками [3; 8–10]:

x_9 – населення, яке повідомило, що користувалися послугами інтернету, тис. осіб;

x_{11} – кількість абонентів інтернету, тис. осіб;

x_{12} – кількість учнів загальноосвітніх навчальних закладів на початок навчального року, осіб;

x_{13} – кількість учнів, слухачів професійно-технічних навчальних закладів на кінець року, осіб;

x_{14} – кількість студентів закладів вищої освіти (ЗВО) на початок навчального року; осіб;

x_{15} – кількість аспірантів на початок навчального року, осіб;

x_{16} – випуск фахівців із ЗВО, осіб.

Політика ринку праці – це третя складова індексу. Вона розглядає політику, яка сприяє мобільності робочої сили між секторами, переходу від навчання до працевлаштування, а також створенню нових форм зайнятості. Крім того, вона охоплює політику, яка сприяє залученню вразливих верств населення або тих, хто був витіснений автоматизацією, з метою підтримки продуктивності та надання можливостей для значущої зайнятості.

Задля характеристики готовності до автоматизації регіонів України за складовою «Політика ринку праці» використано такі показники [3; 8–10]:

x_{17} – кількість працівників, задіяних у виконанні наукових досліджень і розробок, осіб;

x_{18} – кількість дослідників, задіяних у виконанні наукових досліджень і розробок, осіб;

x_{19} – зайняте населення за ВЕД «Промисловість» у віці 15–70 років; тис. осіб;

x_{20} – зайняте населення за ВЕД «Інформація та телекомунікації» у віці 15–70 років; тис. осіб;

x_{21} – зайняте населення за ВЕД «Професійна, наукова та технічна діяльність» у віці 15–70 років; тис. осіб;

x_{22} – зайняте населення за ВЕД «Освіта» у віці 15–70 років; тис. осіб.

На основі сформованої системи показників задля інформаційного забезпечення складових індексу готовності до автоматизації було використано офіційні статистичні дані за регіонами України [3; 8–10].

Для побудови відповідних субіндексів та загального індексу готовності регіонів України до автоматизації оцінки окремих показників були представлені за нормалізованою шкалою від 0 до 100 (де рівень 100 є найкращим), що відображає відносну ефективність кожного регіону країни. Усі обрані показники є стимуляторами, тому їх нормалізація здійснювалася за формулою [2]:

$$x_{ij}^{norm} = \frac{x_{ij} - x_{\min j}}{x_{\max j} - x_{\min j}} \cdot 100, \quad (1)$$

де x_{ij}^{norm} – нормалізоване (стандартизоване) значення j -го показника для i -го регіону України (показує відносну позицію i -го регіону України в діапазоні варіації j -го показника);

$x_{\min j}$ – мінімальне значення j -го показника;

$x_{\max j}$ – максимальне значення j -го показника.

За великих значеннях j -го показника наближається до 100, за малих – до 0. Таку саму властивість має загальний індекс та кожна з його складових, представлених субіндексами. Чим вищий рівень розвитку показника чи узагальнюювальної характеристики, тим далі від нуля відхиляється значення x_{ij}^{norm} .

Нормалізовані (стандартизовані) значення показників, що були обрані для характеристики складових індексу готовності до автоматизації, наведено в *табл. 1 – табл. 3*.

На першому місті майже за всіма показниками складової «Інноваційне середовище» знаходиться м. Київ. Перше місце за показником «кількість інноваційно активних промислових підприємств» займає Харківська область, вона ж має друге місце за показниками «витрати на виконання наукових досліджень і розробок», «витрати на фундаментальні наукові дослідження» та «витрати на прикладні наукові дослідження».

Задля розроблення довгострокової стратегії подолання викликів автоматизації освіта повинна стати її центральним елементом. Нормалізовані значення показників складової «Освітня політика» наведено в *табл. 2*.

На першому місті за багатьма показниками складової «освітня політика» знаходиться м. Київ; за показниками «населення, яке повідомило, що користувалися послугами інтернету» та «кількість учнів загальноосвітніх навчальних закладів на початок навчального року» перше місце займає Дніпропетровська область; за показником «кількість учнів, слухачів професійно-технічних навчальних закладів на кінець року» – Львівська область.

У сучасному світі, де рутинні завдання автоматизовані, освітнім закладам доведеться навчати учнів тим навичкам, які поки що недосяжні для програмного забезпечення або машин. Водночас вони повинні забезпечити учням основи технічних вмінь, таких як кодування, які, можливо, будуть необхідні в більшості майбутніх професій. Багато з цих ролей також вимагатимуть розуміння методів

Нормалізовані значення показників складової «Інноваційне середовище»

Регіон України (область)	Нормалізовані значення показників							
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈
Вінницька	0,45	0,65	0,78	0,10	24,42	5,20	14,38	3,15
Волинська	0,00	0,18	0,02	0,00	2,33	2,29	10,41	0,07
Дніпропетровська	16,49	5,89	8,17	50,38	75,58	37,27	83,06	3,04
Житомирська	0,18	0,41	0,22	0,17	5,81	1,14	7,09	0,50
Закарпатська	0,82	0,82	1,68	0,53	0,00	0,00	10,14	0,35
Запорізька	16,79	0,55	10,42	33,29	36,05	47,50	13,65	4,89
Івано-Франківська	0,45	0,40	0,97	0,23	20,93	6,49	8,57	0,86
Київська	3,79	2,07	10,07	4,40	53,49	23,51	39,03	2,00
Кіровоградська	0,12	0,13	0,31	0,27	11,63	9,03	4,48	0,18
Львівська	5,32	7,53	8,05	3,16	58,14	18,14	34,73	2,10
Миколаївська	3,20	0,46	0,89	5,11	4,65	20,72	3,44	0,18
Одеська	3,38	3,46	6,71	3,21	23,26	2,42	9,33	4,03
Полтавська	0,30	0,94	0,75	0,06	29,07	28,34	29,83	0,71
Рівненська	0,04	0,08	0,41	0,07	10,47	2,21	25,42	0,43
Сумська	1,57	0,54	0,98	1,43	15,12	4,12	5,24	0,05
Тернопільська	0,28	0,00	1,17	0,06	29,07	10,28	6,27	0,10
Харківська	27,99	23,06	30,88	43,13	100,00	35,59	11,45	2,31
Херсонська	0,79	0,59	2,58	0,12	4,65	1,48	0,00	0,00
Хмельницька	0,30	0,45	0,00	0,08	5,81	4,08	8,50	0,97
Черкаська	0,72	0,53	0,86	0,45	24,42	12,87	7,30	0,08
Чернівецька	1,12	1,20	3,52	0,15	3,49	0,19	2,41	0,19
Чернігівська	0,66	0,11	1,05	0,48	13,95	0,58	3,23	0,09
м. Київ	100,00	100,00	100,00	100,00	80,23	100,00	100,00	100,00

Джерело: розраховано за даними [3; 8–10].

Таблиця 2

Нормалізовані значення показників складової «Освітня політика»

Регіон України (область)	Нормалізовані значення показників							
	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	
Вінницька	22,08	16,99	28,35	39,73	7,82	4,66	7,75	
Волинська	5,28	4,84	19,45	16,32	3,17	2,19	4,67	
Дніпропетровська	100,00	42,82	100,00	82,17	27,82	17,16	28,28	
Житомирська	9,96	10,10	17,66	15,89	4,12	0,51	3,08	
Закарпатська	17,47	5,23	32,45	3,67	2,10	7,22	0,45	
Запорізька	35,94	19,01	30,83	37,77	14,22	11,80	15,58	
Івано-Франківська	20,63	7,43	27,89	21,01	6,22	7,57	9,94	
Київська	35,33	24,42	51,26	17,18	4,26	2,94	2,43	
Кіровоградська	0,00	1,54	0,00	8,47	0,00	0,97	1,22	
Львівська	56,07	37,93	79,42	100,00	29,61	23,72	32,65	
Миколаївська	10,91	12,52	9,50	20,68	4,52	0,00	4,56	
Одеська	62,02	78,82	73,23	47,80	26,70	17,30	25,42	

Регіон України (область)	Нормалізовані значення показників						
	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}
Полтавська	15,38	10,35	17,04	23,31	8,74	7,06	11,78
Рівненська	10,65	5,47	28,13	30,46	5,71	0,13	4,05
Сумська	8,92	4,10	0,82	20,36	5,51	9,01	3,77
Тернопільська	7,32	2,91	7,59	17,90	7,19	8,00	5,59
Харківська	79,32	36,75	64,56	38,70	43,40	37,20	43,57
Херсонська	3,09	4,05	7,18	10,62	3,09	2,71	2,77
Хмельницька	13,06	7,64	17,37	24,01	4,52	2,88	4,74
Черкаська	13,91	11,03	8,68	10,85	6,06	3,73	8,74
Чернівецька	0,30	0,00	4,61	5,06	4,43	0,65	3,47
Чернігівська	1,34	8,48	0,18	0,00	1,40	1,59	0,00
м. Київ	93,20	100,00	88,46	43,95	100,00	100,00	100,00

Джерело: розраховано за даними [3; 8–10].

штучного інтелекту та робототехніки. З розвитком цих технологій будуть змінюватися ролі людей, які з ними взаємодіють. Ця постійна трансформація передбачатиме високий рівень адаптивності для того, щоб люди могли продовжувати навчання протягом усього трудового життя. Системи освіти та навчання повинні ефективно відповідати на цей попит. Підготовка та оцінювання педагогів, а також профорієнтація представляють інші аспекти розвитку людського капіталу, які повинні бути адаптовані до вимог 21 століття. Також важливо використовувати можливості для поліпшення якості навчання за допомогою впровадження штучного інтелекту та інших передових технологій.

Політика ринку праці сприяє мобільності робочої сили між секторами, переходу від навчання до працевлаштування, а також створенню нових форм зайнятості. Крім того, ринок праці охоплює політику, яка сприяє залученню уразливих груп або тих, хто був витіснений автоматизацією, з метою підтримки продуктивності та надання можливостей для значущої зайнятості.

Нормалізовані значення показників індексу за складовою «Політика ринку праці» наведено в табл. 3.

За показником «зайняте населення за ВЕД «Промисловість» у віці 15–70 років» перше місце має Дніпропетровська область. За усіма іншими показниками складової «Політика ринку праці» знову найкращим є м. Київ.

Наступним кроком методики є розрахунок субіндексів, які характеризують готовність регіонів до автоматизації за виділеними складовими (формули (2)–(4)):

$$SIA_{i1} = \frac{\sum_{j=1}^8 x_{ij}^{norm}}{8}, \quad (2)$$

$$SIA_{i2} = \frac{\sum_{j=9}^{16} x_{ij}^{norm}}{7}, \quad (3)$$

$$SIA_{i3} = \frac{\sum_{j=17}^{22} x_{ij}^{norm}}{5}, \quad (4)$$

де SIA_{i1} – субіндекс «Інноваційне середовище» ($k = 1$);

SIA_{i2} – субіндекс «Освітня політика» ($k = 2$);

SIA_{i3} – субіндекс «Політика ринку праці» ($k = 3$).

Усі показники, що використовувались в ході розрахунку субіндексів, вважались рівноважними.

При побудові індексу готовності до автоматизації регіонів України за об'єднання складових (субіндексів) у загальний індекс використовувались вагові коефіцієнти, призначені для відображення важливості відповідної складової, аналогічні тим, що використовуються в міжнародній методиці. Так, інноваційному середовищу (40%) та освітній політиці (40%) надавалася більша вага, ніж політиці ринку праці (20%), що відображає орієнтацію на довгострокову конкурентоспроможність економіки (формула (5)).

Індекс готовності до автоматизації регіонів України розраховувався за формулою (4) на основі трьох субіндексів [13]:

Нормалізовані значення показників складової «Політика ринку праці»

Регіон України (область)	Нормалізовані значення показників					
	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁
Вінницька	0,82	0,74	11,94	4,53	4,62	9,69
Волинська	0,00	0,00	4,52	0,35	0,76	5,40
Дніпропетровська	19,19	15,27	100,00	27,79	27,37	78,30
Житомирська	0,36	0,29	13,69	5,70	3,02	14,98
Закарпатська	0,97	0,70	6,76	0,00	0,00	1,87
Запорізька	8,94	4,53	39,94	7,33	9,32	23,90
Івано-Франківська	0,84	1,08	11,00	0,70	3,11	27,64
Київська	3,55	3,30	31,56	15,58	21,24	39,21
Кіровоградська	0,01	0,06	4,35	0,70	0,08	3,52
Львівська	9,63	11,09	40,98	20,70	16,37	52,86
Миколаївська	4,17	2,82	8,80	0,47	2,27	9,36
Одеська	5,16	5,11	15,97	15,58	13,52	47,25
Полтавська	0,99	1,08	20,56	2,79	4,87	3,41
Рівненська	0,32	0,38	9,76	2,79	2,02	1,54
Сумська	2,59	2,27	8,31	1,86	5,04	11,34
Тернопільська	0,51	0,64	0,00	0,47	1,60	8,04
Харківська	29,25	29,54	63,13	28,60	27,46	75,33
Херсонська	1,12	1,06	0,93	0,35	3,69	4,96
Хмельницька	0,27	0,35	8,42	0,70	2,60	17,29
Черкаська	0,85	0,88	12,80	2,09	4,20	13,99
Чернівецька	1,08	1,18	1,52	0,58	0,17	0,00
Чернігівська	0,97	0,45	4,83	1,98	2,94	4,30
м. Київ	100,00	100,00	23,18	100,00	100,00	100,00

Джерело: розраховано за даними [3; 8–10].

$$IA_i = \sum_{k=1}^3 SIA_{ik} \cdot w_k = 0,4 \cdot SIA_{i1} + 0,4 \cdot SIA_{i2} + 0,2 \cdot SIA_{i3}, \quad (5)$$

де IA_i – індекс готовності до автоматизації для i -го регіону України;

SIA_{ij} – субіндекси, що характеризують k -ту складову готовності до автоматизації i -го регіону України;

SIA_{i1} – субіндекс «Інноваційне середовище» ($k = 1$);

SIA_{i2} – субіндекс «Освітня політика» ($k = 2$);

SIA_{i3} – субіндекс «Політика ринку праці» ($k = 3$).

Отримані в ході розрахунків значення загального індексу готовності до автоматизації, його субіндексів, а також відповідні ранги за кожною складовою наведено в *табл. 4*.

Найвище значення загального індексу готовності до автоматизації (92,2) спостерігалось у м.

Київ, а найнижче значення (1,82) – у Чернігівській області.

У м. Київ спостерігається також найвище значення всіх субіндексів готовності до автоматизації регіонів України та, відповідно, перше місце в рейтингу за рівнями розвитку інноваційного середовища (97,53), станом освітньої політики (89,37) та політики ринку праці (87,20).

Друге місце в рейтингу регіонів України за значеннями загального індексу готовності до автоматизації та всіх субіндексів, що він охоплює (45,68; 34,99; 56,89; 44,65), посідає Дніпропетровська область.

Третє місце за значеннями загального індексу готовності до автоматизації (41,79) та субіндексів «Інноваційне середовище» та «Політика ринку праці» посідає Харківська область. За субіндексом «Освітня політика» третє місце має Львівська область.

Ранжування регіонів України: загальний індекс готовності до автоматизації регіонів України та його складові (субіндекси)

Регіон України (область)	Загальний індекс готовності до автоматизації		Субіндекси					
			Інноваційне середовище		Освітня політика		Політика ринку праці	
	Значення	Ранг	Значення	Ранг	Значення	Ранг	Значення	Ранг
м. Київ	92,20	1	97,53	1	89,37	1	87,20	1
Дніпропетровська	45,68	2	34,99	2	56,89	2	44,65	2
Харківська	41,79	3	34,30	3	49,07	4	42,22	3
Львівська	32,45	4	17,15	6	51,34	3	25,27	4
Одеська	25,14	5	6,97	8	47,33	5	17,10	6
Запорізька	20,73	6	20,39	4	23,59	6	15,66	7
Київська	18,61	7	17,30	5	19,69	7	19,07	5
Полтавська	10,97	8	11,25	7	13,38	10	5,62	11
Вінницька	10,81	9	6,14	9	18,20	8	5,39	12
Івано-Франківська	9,18	10	4,86	13	14,38	9	7,40	8
Рівненська	7,35	11	4,89	12	12,09	11	2,80	16
Черкаська	7,12	12	5,90	11	9,00	14	5,80	10
Миколаївська	6,44	13	4,83	14	8,96	15	4,65	15
Хмельницька	6,24	14	2,52	17	10,60	12	4,94	14
Тернопільська	5,97	15	5,90	10	8,07	17	1,88	19
Житомирська	5,55	16	1,94	19	8,76	16	6,34	9
Сумська	5,50	17	3,63	15	7,50	19	5,24	13
Закарпатська	4,98	18	1,79	21	9,80	13	1,72	21
Волинська	4,33	19	1,91	20	7,99	18	1,84	20
Херсонська	2,83	20	1,28	23	4,79	20	2,02	18
Кіровоградська	2,30	21	3,27	16	1,74	23	1,45	22
Чернігівська	2,27	22	2,52	18	1,85	22	2,58	17
Чернівецька	1,82	23	1,53	22	2,65	21	0,76	23

Джерело: авторські розрахунки.

Слід звернути увагу на особливості (обмеження) проведеного дослідження готовності до автоматизації регіонів України:

- ✦ у представленому дослідженні не використовувались якісні показники, оскільки вони мають бути засновані на дослідженні національної політики та планів, їх слід тлумачити як дії уряду в певному напрямку, і вони не можуть тлумачитися як міра ефективності або якості реалізації конкретних програм або цілей. За умов військової агресії росії проти України отримання об'єктивної інформації поки є неможливим;
- ✦ дослідження було проведено на основі офіційних статистичних даних за 2020 і 2021 рр. [3; 8–10]. Дані за 2022 і 2023 рр. не викорис-

товувались з тих самих причин, що вказані в попередньому пункті;

- ✦ дослідження пропонує спрощене уявлення про складний ландшафт впливу автоматизації на економіку та суспільство на основі показників, які вважаються найбільш репрезентативними у вибраних темах. Відбір показників проводився на основі наявних офіційних даних, вивчення літератури та консультацій з експертами. Це означає, що не всі критичні сфери, пов'язані з автоматизацією, було розглянуто.

ВИСНОВКИ

У проведеному дослідженні адаптовано міжнародну методологію побудови індексу готовності

регіонів України до автоматизації на основі 22 кількісних показників за трьома складовими: «Інноваційне середовище», «Освітня політика» та «Політика ринку праці». Найвищий рівень загального індексу готовності до автоматизації зафіксовано в м. Київ (92,2), найнижчий рівень (1,82) – у Чернігівській області. Місто Київ виокремлюється як лідер не лише за загальним індексом, а й за всіма субіндексами готовності до автоматизації, визначаючи його перше місце в рейтингу за рівнями розвитку інноваційного середовища, політики освіти та ринку праці. Дніпропетровська область посідає друге місце в загальному рейтингу регіонів України за показниками загального індексу готовності до автоматизації та всіх його складових. Третє місце за значеннями загального індексу готовності до автоматизації (41,79) та субіндексів «Інноваційне середовище» та «Політика ринку праці» посідає Харківська область. За субіндексом «Освітня політика» третє місце має Львівська область.

Важливо враховувати обмеження проведеного дослідження готовності до автоматизації регіонів України, зокрема відсутність використання якісних показників. Це обумовлено відсутністю можливості отримання об'єктивної інформації у зв'язку з військовою агресією росії проти України.

У подальших дослідженнях доцільно передбачити використання якісних показників, які мають бути розроблені спеціально для такого дослідження та ґрунтуватися на оцінках регіональної політики та програм розвитку територіальних одиниць. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Вінникова Н. А. Штучний інтелект у контексті глобального управління. *Політикус*. 2022. Вип. 3. С. 65–70. DOI: <https://doi.org/10.24195/2414-9616.2022-3.10>
2. Єрина А. М. Міжнародні рейтинги: статистичні аспекти обчислення та застосування. Частина 1. Індекси економічної свободи та глобальної конкурентоспроможності. *Статистика України*, 2016. № 3. С. 56–64. URL: <http://194.44.12.92:8080/jspui/bitstream/123456789/1987/1/11.pdf>
3. Капітальні інвестиції за видами активів за регіонами у січні-грудні 2021 року. *Державна служба статистики України*. 2022. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ibd/kin/kin_va_reg/arh_kin_va_reg2021_u.htm
4. Карчевський М. В. Протидія злочинності в Україні у форматі Data Science. *Вісник Луганського державного університету внутрішніх справ імені Е. О. Дідоренка*, 2022. № 2. С. 202–227. DOI: <https://doi.org/10.33766/2524-0323.98.202-227>
5. Корепанов О. С. Адаптація методичного забезпечення до специфіки оцінювання територіального розвитку інформаційного суспільства в Україні. *Бізнес Інформ*. 2018. № 4. С. 364–370. URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2018-4_0-pages-364_370.pdf
6. Корепанов О. С. Методологія індексного аналізу рівня розвитку інформаційного суспільства. *Статистика України*. 2018. № 1. С. 6–15. DOI: [https://doi.org/10.31767/su.1\(80\).2018.01.01](https://doi.org/10.31767/su.1(80).2018.01.01)
7. Позова Д. Д. Правові аспекти наближення автоматичних пристроїв до здібностей людини. *Часопис цивілістики*. 2018. № 26. С. 79–82. URL: <http://clj.nuoua.od.ua/archive/26/19.pdf>
8. Статистичний збірник «Регіони України» 2020 : у 2 ч. / за ред. І. Є. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2021. Ч. 1. 276 с. URL: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2021/zb/12/Regionu_20_pdf.zip
9. Статистичний збірник «Регіони України» 2020 : у 2 ч. / за ред. І. Є. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2021. Ч. 2. 625 с. URL: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2021/zb/12/Regionu_20_pdf.zip
10. Статистичний збірник «Регіони України» 2021 / за ред. Вернера І. Київ, 2022. URL <https://stat.gov.ua/sites/default/files/2023-07/Статистичний%20збірник%20Регіони%20України%20книга%201.pdf>
11. Стефанчук Р. Інформаційні технології та право: Quo Vadis? *Право України*. 2018. № 3. С. 30–50. DOI: <https://doi.org/10.33498/louu-2018-01-030>
12. Шевченко В. В., Тимчик Г. С. Основи автоматизації технологічних процесів : навч. посіб. Київ. 2023. 111 с.
13. The Automation Readiness Index. Who is Ready for the Coming Wave of Automation? 2018. URL: https://new.abb.com/docs/librariesprovider138/events/abb_ari_report.pdf
14. Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty / Dutta S., Lanvin B., Rivera León L., Wunsch-Vincent S. (eds.) World Intellectual Property Organization (WIPO). Geneva, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34667/tind.48220>
15. International Society of Automation. URL: <https://www.isa.org/>
16. International Telecommunication Union (ITU). URL: <https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>
17. Ivanushchak N., Kunanets N., Pasichnyk V. Information Technologies for Analysis and Modeling of Computer Network's Development. In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds). *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. 2021. Vol. 48. P. 447–468. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-43070-2_20
18. Lytvyn V. V., Kubinska S. V., Berko A. Y. et al. Peculiarities of Generation of Semantics of Natural Language Speech by Helping Unlimited and Context-Dependent Grammar. *Proceedings of the 4th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS 2020)*. Lviv, Ukraine, April 23–24, 2020. Vol. I. P. 536–551. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2604/paper39.pdf>
19. Reviews of National Policies for Education, Education in Colombia / *OECDiLibrary*. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264250604-9-en/index.html?itemId=/content/component/9789264250604-9-en>
20. United Nations. URL: <https://www.un.org/en/>
21. ABB and The Economist launch Automation Readiness Index, global ranking for robotics and Artificial Intelligence. URL: <https://www.abb.com/global/robotics/2023/01/abb-and-the-economist-launch-automation-readiness-index>

- cial Intelligence. Press release. Zurich, Switzerland. 23.04.2018. URL: <https://new.abb.com/news/detail/4431/abb-and-the-economist-launch-automation-readiness-index-global-ranking-for-robotics-and-artificial-intelligence>
22. World Bank Open Data. URL: <https://data.worldbank.org/>
23. World Robotics 2023 Report: Asia ahead of Europe and the Americas. International Federation of Robotics. 2023. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-2023-report-asia-ahead-of-europe-and-the-americas>

REFERENCES

- “ABB and The Economist launch Automation Readiness Index, global ranking for robotics and Artificial Intelligence. Press release”. Zurich, Switzerland. April 23, 2018. <https://new.abb.com/news/detail/4431/abb-and-the-economist-launch-automation-readiness-index-global-ranking-for-robotics-and-artificial-intelligence>
- Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty*. Geneva: World Intellectual Property Organization (WIPO), 2023.
DOI: <https://doi.org/10.34667/tind.48220>
- International Society of Automation. <https://www.isa.org/>
- International Telecommunication Union (ITU). <https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>
- Ivanushchak, N., Kunanets, N., and Pasichnyk, V. “Information Technologies for Analysis and Modeling of Computer Network’s Development”. In *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 48, 447-468, 2021.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-43070-2_20
- “Kapitalni investytsii za vydamy aktyviv za rehionamy u sichni-hrudni 2021 roku” [Capital Investments by Types of Assets by Region in January-December 2021]. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy*. 2022. https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/ibd/kin/kin_va_reg/arh_kin_va_reg2021_u.htm
- Karchevskiy, M. V. “Protydiia zlochynnosti v Ukraini u formati Data Science” [Combating Crime in Ukraine in Data Science Format]. *Visnyk Luhanskoho derzhavnoho universytetu vnurishnikh sprav imeni E. O. Didorenka*, no. 2 (2022): 202-227.
DOI: <https://doi.org/10.33766/2524-0323.98.202-227>
- Korepanov, O. S. “Adaptatsiia metodychnoho zabezpechennia do spetsyfiki otsiniuvannia terytorialnoho rozvytku informatsiinoho suspilstva v Ukraini” [The Adaptation of Methodical Support to the Specificity of Assessment of Territorial Development of Information Society in Ukraine]. *Biznes Inform*, no. 4 (2018): 364-370. https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2018-4_0-pages-364_370.pdf
- Korepanov, O. S. “Metodolohiia indeksnoho analizu rivnia rozvytku informatsiinoho suspilstva” [Methodology of Index Analysis of the Information Society Development Level]. *Statystyka Ukrainy*, no. 1 (2018): 6-15.
DOI: [https://doi.org/10.31767/su.1\(80\).2018.01.01](https://doi.org/10.31767/su.1(80).2018.01.01)
- Lytvyn, V. V. et al. “Peculiarities of Generation of Semantics of Natural Language Speech by Helping Unlimited and Context-Dependent Grammar”. *Proceedings of the 4th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS 2020)*. <https://ceur-ws.org/Vol-2604/paper39.pdf>
- Pozova, D. D. “Pravovi aspekty nablyzhenia avtomatychnykh prystroiv do zdibnostei liudyny” [Legal Aspects of Approximation of Automatic Devices to Human Capabilities]. *Chasopys tsyvilistyky*, no. 26 (2018): 79-82. <http://clj.nuoua.od.ua/archive/26/19.pdf>
- “Reviews of National Policies for Education, Education in Colombia”. *OECDiLibrary*. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264250604-9-en/index.html?itemId=/content/component/9789264250604-9-en>
- “Statystychnyi zbirnyk «Rehiony Ukrainy» 2020” [Statistical Collection “Regions of Ukraine” 2020], part 1. Kyiv : Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2021. https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2021/zb/12/Regionu_20_pdf.zip
- “Statystychnyi zbirnyk «Rehiony Ukrainy» 2020” [Statistical Collection “Regions of Ukraine” 2020], part 2. Kyiv : Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2021. https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/2021/zb/12/Regionu_20_pdf.zip
- “Statystychnyi zbirnyk «Rehiony Ukrainy» 2021” [Statistical Collection “Regions of Ukraine” 2021]. Kyiv, 2022. <https://stat.gov.ua/sites/default/files/2023-07/Статистичний%20збірник%20Регіони%20України%20книга%201.pdf>
- Shevchenko, V. V., and Tymchyk, H. S. *Osnovy avtomatyzatsii tekhnolohichnykh protsesiv* [Basics of Automation of Technological Processes]. Kyiv, 2023.
- Stefanchuk, R. “Informatsiini tekhnolohii ta pravo: Quo Vadis?” [Information Technologies and Law: Quo Vadis?]. *Pravo Ukrainy*, no. 3 (2018): 30-50.
DOI: <https://doi.org/10.33498/louu-2018-01-030>
- “The Automation Readiness Index. Who is Ready for the Coming Wave of Automation?” 2018. https://new.abb.com/docs/librariesprovider138/events/abb_ari_report.pdf
- United Nations. <https://www.un.org/en/>
- Vinnykova, N. A. “Shtuchnyi intelekt u konteksti hlobalnoho upravlinnia” [Artificial Intelligence in the Context of Global Governance]. *Politykus*, no. 3 (2022): 65-70.
DOI: <https://doi.org/10.24195/2414-9616.2022-3.10>
- “World Bank Open Data”. <https://data.worldbank.org/>
- “World Robotics 2023 Report: Asia ahead of Europe and the Americas”. *International Federation of Robotics*. 2023. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/world-robotics-2023-report-asia-ahead-of-europe-and-the-americas>
- Yerina, A. M. “Mizhnarodni reitynhy: statystychni aspekty obchyslennia ta zastosuvannia. Chastyna 1. Indeksy ekonomichnoi svobody ta hlobalnoi konkurentospromozhnosti” [International Ratings: Statistical Aspects of Computing and Application. Part 1. Index of Economic Freedom and Global Competitiveness Index]. *Statystyka Ukrainy*, no. 3 (2016): 56-64. <http://194.44.12.92:8080/jspui/bitstream/123456789/1987/1/11.pdf>