

2. Turkey, A., Sabar, N.R., Dunstall, S. and Song, A. (2020). Hyper-heuristic local search for combinatorial optimisation problems. *Knowledge-Based Systems*, 205, p.106264. doi:<https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.106264>.
3. Turkey, A., Sabar, N.R., Dunstall, S. and Song, A. (2020). Hyper-heuristic local search for combinatorial optimisation problems. *Knowledge-Based Systems*, 205, p.106264. doi:<https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.106264>.
4. Z. Cui, J. Zhang, Y. Wang et al., “A pigeon-inspired optimization algorithm for many-objective optimization problems,” *Science China Information Sciences*, vol. 62, no. 7, pp. 70212–70221, 2019
5. Haneen Algethami (2023). Local Search-Based Metaheuristic Methods for the Solid Waste Collection Problem. *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, 2023, pp.1–11. doi:<https://doi.org/10.1155/2023/5398400>
6. Zheldak T. Efficiency Improvement of the Algorithm Based on an Artificial Immune System Modeling Applied to Continuous and Combinatorial Problems / Zheldak, T., Ziborov, I., Lyman, V., Zhuk, A. // *CEUR Workshop Proceedings*, (2021) – 3106, pp. 82–95.

УДК 332.055:330.341.1

МОДЕЛЮВАННЯ ФАКТОРІВ ЦІФРОВОГО РОЗВИТКУ КРАЇН

Заборна Д.Д, студентка, zdashka1@gmail.com, ХНЕУ ім. С. Кузнеця
Прокопович С.В., к.е.н., доцент, prokopovichsv@gmail.com, ХНЕУ ім. С. Кузнеця

Цифровий розвиток означає процес використання та інтеграції цифрових технологій у різні сфери суспільного життя, економіки та державного управління. Він має величезний вплив на соціальні відносини, економічне зростання, управління, освіту та інші сфери життя. Країни та суспільства, які активно розвивають інформаційно-комунікаційні (цифрові) технології, прагнуть підвищити ефективність економіки держави, рівень та якість життя своїх громадян за рахунок впровадження інновацій.

Дослідженням широкого кола питань цифрового розвитку, цифрової економіки чи цифрової освіти присвячено велику кількість сучасних робіт відомих українських та зарубіжних авторів, таких як Гур'янова Л.С., Султанова Л., Желуденко М., Коломієць Г. М., Глушач Ю. С., Гуцалюк О. М., Гаврилова Н. В., Шкригун Ю. О., Вітлінський В. В., Катуніна О. С., Легомінова С. В., Прокопович С.В., Чаговець Л.О., Яненкова І. Г., Franz-

Ferdinand Rothe, Leo Van Audenhove & Jan Loisen, Chohan, S. R., & Hu, G., Rothe, F. F., Van Audenhove, L., & Loisen, J. та багато інших [1, 2].

Проблема дослідження цифрового розвитку макроекономічних систем (наприклад, окремих країн) є актуальною. Метою даної роботи є розробка і реалізація моделей факторного аналізу для скорочення простору ознак цифрового розвитку і виділення латентних факторів для пояснення кореляції між набором наявних змінних та визначення структури взаємозалежності між ними.

Об'єктом дослідження є процеси розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, що протікають у країнах ЄС.

На першому етапі дослідження було сформовано матрицю вихідних даних на основі відібраних 21го показника, що характеризують рівень цифрового розвитку країн ЄС. Через відсутність даних за останні роки для деяких країн та наявність тісної мультиколінеарності було відкинуто деякі показники. Таким чином, матрицю вихідних даних для даного дослідження формують значення 16-ти показників за 2021 або 2022 рік (один показник був доступний лише за 2020 рік) [3]: Ed_E_21 - Особи з ІКТ освітою зі статусом «Зайняті особи», Em_22 - Зайняті спеціалісти з ІКТ - усього, % до загальної зайнятості, Ent_20 - Підприємства, на яких працюють спеціалісти з ІКТ, % підприємств; ADS_21 - Особи, які мають загальні цифрові навички вище базових, % осіб; HDI_22 - Підприємства з високим індексом цифрової інтенсивності, % підприємств; HHI_22 - Домогосподарства, які мають доступ до Інтернету вдома, % домогосподарств; IT1_22 - Окремі особи використовували підключені до Інтернету термостати, лічильники, освітлювальні прилади, плагіни або інші підключені до Інтернету рішення для управління енергією у своїх домівках; IT2_22 - Люди використовували підключену до Інтернету домашню сигналізацію, детектор диму, камери спостереження, дверні замки або інші підключені до Інтернету рішення безпеки/безпеки для свого дому; IT3_22 - Окремі особи використовували підключену до Інтернету побутову техніку, таку як роботи-пилососи, холодильники, духовки; IT4_22 – Люди використовували віртуального помічника у вигляді розумної колонки чи програми; IU1_21 - Користування Інтернетом: взаємодія з органами державної влади, % осіб; IU3_21 - Використання Інтернету: завантаження офіційних форм (останні 12 місяців), % осіб; IU5_22 - Використання Інтернету: доступ до публічних баз даних або реєстрів (останні 12 місяців), % осіб; FAI1_22 - Фінансова діяльність через Інтернет: онлайн-покупки (3 місяці): страхові поліси, включаючи страхування подорожей, також як пакет разом із напр. квиток на літак; FAI3_22 - Онлайн покупки (3 місяці): купівля або продаж акцій, облігацій, паїв у фондах або інших фінансових активів; IP_22 - Інтернет-покупки фізичних осіб.

Перевагою методу факторного аналізу є те, що він дозволяє не тільки визначити наявність зв'язку між окремими показниками досліджуваного об'єкта, але й визначає міру цього зв'язку. В рамках даного дослідження факторний аналіз використовується, перш за все, з метою класифікації показників, що описують рівень цифровізації країн, та виділення серед них групи таких, які мають найбільшу інформаційну цінність.

Серед методів факторного аналізу було обрано метод головних компонент, розглянутий у другому розділі даної роботи. Даний метод заснований на спробі пояснити максимальну частку дисперсії у заданому наборі змінних. Перевагою методу є те, що він працює і з мультиколінеарними показниками.

Для визначення кількості відділяємих факторів (головних компонент) було встановлено критерій: власне число має бути більше 1. Даний критерій є емпіричним. Власне число виражає частку нормованої дисперсії змінних, пояснювану фактором, і якщо вона більша за 1, то, отже, вона повинна виражати дисперсію, що міститься більш ніж в одній змінній (максимальна частка нормованої дисперсії для однієї змінної дорівнює 1). В результаті було виділено три головні компоненти, які пояснюють більш ніж 72% загальної дисперсії. Цей показник можна вважати задовільним.

На наступному кроці було здійснено обертання факторів для створення спрощеної структури з метою покращення їхньої інтерпретованості. Використаний метод обертання – Варімакс. Це метод, що базується на максимізації дисперсій змінних навантажень на кожен фактор. На рис. 1 наведені факторні навантаження для трьох факторів з обертанням Варімакс.

До першої (найважливішої) компоненти, яка пояснює більше ніж 40% загальної дисперсії, відносяться такі показники: один показник з групи «Зайнятість у цифровому секторі» Em – зайняті спеціалісти з ІКТ - усього, % до загальної зайнятості, два показники з групи «Цифрова освіта» Ent – частка підприємств, на яких працюють спеціалісти з ІКТ, ADS – відсоток осіб, які мають загальні цифрові навички вище базових; один показник з групи «Цифровізація підприємств» HDI – відсоток підприємств з високим індексом цифрової інтенсивності; один показник з групи «Доступ до Інтернету» HNI – відсоток домогосподарств, які мають доступ до Інтернету вдома; один показник з групи «Інтернет речей» IT4 – відсоток людей, які використовували віртуального помічника у вигляді розумної колонки чи програми; один показник з групи «Використання Інтернету» IU3 – відсоток осіб, які використовували Інтернет за останні 12 місяців для завантаження офіційних форм; один показник із групи «Фінансова діяльність через Інтернет» IP – Інтернет-покупки фізичних осіб.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (Extraction: Principal components (Marked loadings are >,700000))		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Ed_E_21	0,090733	0,014919	0,968909
Em_22	0,701760	0,509350	0,200955
Ent_20	0,826846	-0,116084	0,241170
ADS_21	0,767470	0,446315	-0,294926
HDI_22	0,783630	0,230302	0,173928
HNI_22	0,708690	0,370048	0,178809
IT1_22	0,617357	0,370806	-0,064182
IT2_22	0,653749	0,645109	-0,027682
IT3_22	0,138201	0,800383	0,127872
IT4_22	0,790429	0,165869	-0,217927
IU1_21	0,689484	0,571989	0,033631
IU3_21	0,709781	0,325722	-0,066021
IU5_22	0,168533	0,819029	-0,109356
FAI1_22	0,278633	0,618074	-0,024200
FAI3_22	0,651907	0,501206	0,053557
IP_22	0,792260	0,346125	0,178082
Expl.Var	6,479971	3,741195	1,307881
Prp.Totl	0,404998	0,233825	0,081743

Рисунок 1 – Факторні навантаження з обертанням Варімакс

До другої компоненти потрапили такі показники: один показник з групи «Інтернет речей» IT3 – відсоток людей, які використовували підключену до Інтернету побутову техніку, таку як роботи-пилососи, холодильники, духовки, кавомашини; один показник з групи «Використання Інтернету» IU5 – відсоток осіб, які використовували Інтернет за останні 12 місяців для доступ до публічних баз даних або реєстрів.

До третьої компоненти потрапив лише один показник – Ed_E – частка осіб з ІКТ освітою зі статусом «Зайняті особи». Маємо зазначити особливу поведінку саме цього показника, відзначити його «несхожість» на всі інші показники, що характеризують розвиток цифровізації в країнах ЄС.

Такі показники, як IT1, IT2, IU1, FAI1, FAI3 взагалі не потрапили до перших трьох компонент. Отже в рамках даної моделі можна визначити їх як найменш інформаційно цінні.

На рис. 2 можна побачити розташування показників у просторі перших двох головних компонент.

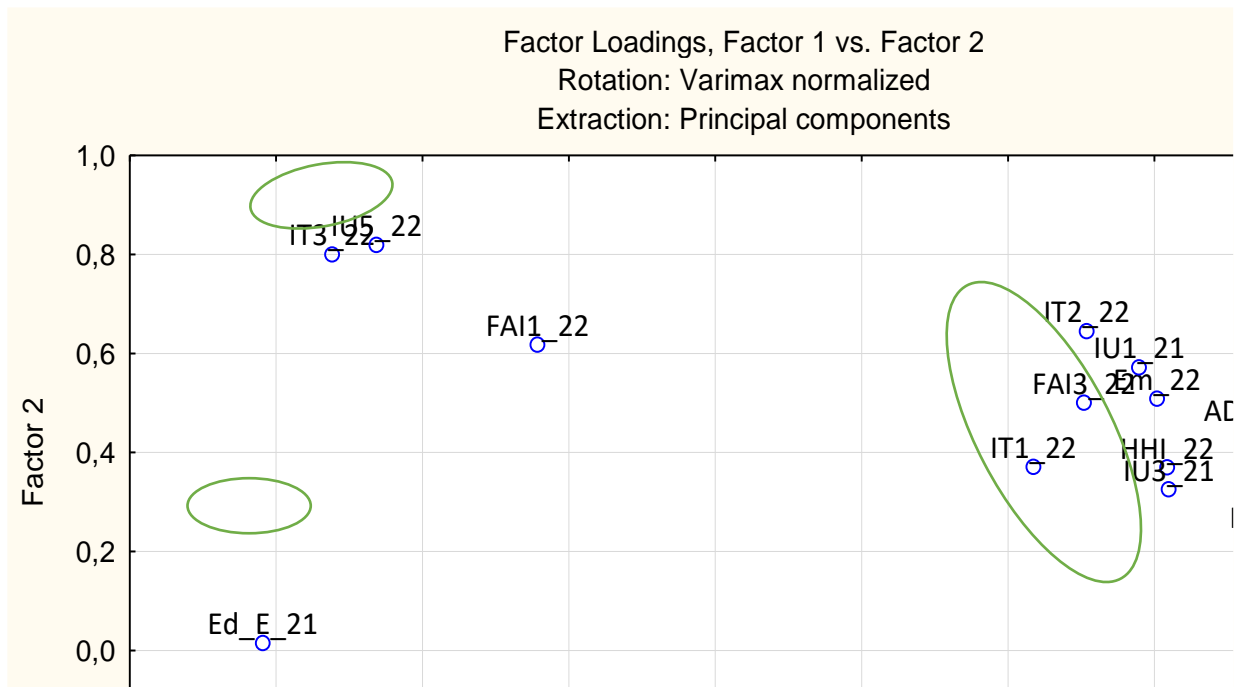


Рисунок 2 – Розташування показників у просторі перших двох головних компонент

На рис. 2 овалами позначено показники, що входять до перших трьох компонент. З рисунку чітко видна максимальна віддаленість компонент одна від одної. Подібну картину можна побачити і у просторі Фактора 1 з Фактором 3. А от у просторі Фактора 2 з Фактором 3 показники, що належать першій та другій головним компонентам не дуже сильно сепаруються, тоді як показник Ed_E дуже виокремлений.

Висновок. Побудована модель факторного аналізу показників цифровізації дозволила виділити набір змінних, які мають найбільшу інформаційну цінність і дозволять оцінювати країни ЄС з точки зору різних аспектів цифровізації економік. Напрямок подальшого дослідження може стати побудова інтегрального показника рівня цифрового розвитку країн та встановлення взаємозв'язку між цифровим та економічним розвитком окремих країн ЄС.

Список використаних джерел

1. Гур'янова Л, Литовченко І, Прокопович С, Лола Ю, Болотова О. Оцінка впливу діджиталізації на рівень соціально-економічного розвитку макрорегіону. Conference Proceedings of the 3d International Scientific Conference Economic and Social-Focused Issues of Modern World (November 17 – 18, 2020, Bratislava, Slovak Republic). The School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava, 2020: 74 – 79.

2. Чаговець Л О, Прокопович С В, Вознюк С М, Чаговець В В. Концептуальний базис моделювання телекомунікаційного розвитку регіонів методами системного аналізу. Комунальне господарство міст. т. 1. вип. 161; 2021: 230 – 240.
3. Database. Eurostat [Electronic resource]. - Access mode: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>

УДК 004

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ З АНАЛІЗУ КУРСУ КРИПТОВАЛЮТ НА РИНКУ

Захватаєв К.О., студент, kirillz925@gmail.com, НУОП
Шibaєва Н.О., к.т.н., доцент, n.o.shybaieva@op.edu.ua, НУОП

Розробка системи для аналізу курсу криптовалют на ринку - це актуальна і дуже цікава тема на даний момент враховуючи те, що в останні роки тема криптовалют має підвищений інтерес і важливість на фінансовому ринку. Глобальний криптовалютний ринок впливає на функціонування фінансових ринків і має величезні наслідки для цілої економіки.[1] Тому розробка програми для аналізу курсу криптовалют має стратегічне значення для інвесторів та фінансових установ. Така система дозволить інвесторам та трейдерам краще розуміти ринкові тенденції, ризики та можливості, що допоможе їм приймати обґрунтовані рішення щодо управління портфелем та здійснення торговельних операцій. Крім того, вона може стати інструментом для аналізу впливу криптовалют на різні аспекти економіки, включаючи фінансові ринки, торгівлю та макроекономічні показники.

Система для аналізу курсу криптовалют має вирішити основні проблеми, одна з таких проблем це висока волатильність ринку, криптовалютний ринок характеризується значною нестабільністю, що робить точне прогнозування курсу складним завданням та основною причиною для створення такої системи. Також вплив зовнішніх факторів, таких як політичні події чи законодавчі зміни, дуже важливо враховувати всі фактори від обсягу торгівлі до настроїв громадськості та реакції на новини та події, які також можуть вплинути на курс криптовалют. За допомогою такої системи аналіз ціни для тих хто торгує та користується криптовалютами стане набагато простіше та легше.

Для створення такої системи, яка буде аналізувати минулу ціну криптовалюти, необхідно використовувати алгоритми машинного