

УДК 338.24:004.9

JEL C43, O33, Q01

DOI: 10.32782/2786-8273/2025-11-7

Гарапко Д.А.

аспірант,

Західноукраїнський національний університет

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7566-9663>

Dmytro Harapko

West Ukrainian National University

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ГОТОВНОСТІ КРАЇН ДО ПЕРЕХОДУ ДО SOCIETY 5.0: КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЙ

METHODOLOGY FOR ASSESSING COUNTRIES' READINESS FOR SOCIETY 5.0 TRANSITION: CONCEPTUAL FRAMEWORK AND TOOLBOX

Анотація. У статті запропоновано комплексну методологію оцінки готовності країн до переходу до парадигми Society 5.0, яка інтегрує технологічні, соціальні та екологічні виміри цифрової трансформації. Обґрунтовано концептуальні засади конструювання композитного індексу Society 5.0 Readiness Index на основі міжнародних стандартів OECD. На основі систематичного порівняльного аналізу існуючих індексів цифровізації виявлено їхню обмеженість для оцінювання Society 5.0 та розроблено п'ятивимірну структуру індексу. Систематизовано методологічні рішення щодо відбору індикаторів, нормалізації даних, визначення системи ваг та агрегування. Ідентифіковано п'ять категорій специфічних методологічних викликів оцінювання Society 5.0 readiness з розробкою відповідних методологічних рішень.

Ключові слова: Society 5.0, цифрова готовність, композитні індикатори, методологія OECD, соціальна інклюзивність, екологічна сталість, цифрова трансформація.

Abstract. Introduction. The Society 5.0 paradigm represents a fundamental shift from a technology-centric digital transformation towards a human-centric integration of advanced technologies with societal well-being and environmental sustainability. However, operationalising this multidimensional concept into measurable indicators for assessing national readiness remains a significant methodological challenge. Existing digital readiness indices predominantly focus on technological infrastructure and economic competitiveness, inadequately capturing the social inclusiveness and ecological sustainability principles central to Society 5.0. **Purpose.** This article aims to develop a comprehensive methodological framework for constructing the Society 5.0 Readiness Index (S50RI) that operationalises all five conceptual dimensions of this paradigm: digital maturity, human capital development, innovation capacity, social inclusiveness, and sustainability-oriented digitalisation. The study systematically addresses critical methodological decisions regarding indicator selection, data normalisation, weighting schemes, and aggregation methods. **Methods.** The research employs the OECD-JRC methodological framework for composite indicator construction, integrating theoretical foundations from Sen's capability approach, Rockström's planetary boundaries concept, and Geels' multi-level perspective on socio-technical transitions. The methodology encompasses a systematic literature review, comparative analysis of existing digital-readiness indices, multiple imputation for missing data, and comprehensive validation procedures, including statistical robustness checks and sensitivity analyses. **Results.** The study proposes a hierarchical S50RI structure comprising five dimensions, each operationalised through carefully selected indicators sourced from authoritative international databases. Systematic comparative analysis reveals that min-max normalisation provides optimal interpretability, while an equal weighting scheme ensures transparency and methodological conservatism. The research identifies and systematically addresses five categories of methodological challenges specific to Society 5.0 assessment: conceptual, methodological, empirical, interpretational, and political challenges, with corresponding methodological solutions developed for each category. **Conclusion.** The proposed methodology advances beyond existing digital readiness indices by systematically integrating technological, social, and ecological dimensions while maintaining methodological rigour in line with OECD standards. The S50RI provides an evidence-based policy tool for diagnosing national preparedness and identifying priority areas for Society 5.0 transformation. Future research should focus on empirical applications in EU countries, expand geographical coverage, and develop dynamic panel approaches to track transformation trajectories over time.

Keywords: Society 5.0, digital readiness, composite indicators, OECD methodology, social inclusiveness, ecological sustainability, digital transformation.

Постановка проблеми. Концепція Society 5.0, вперше представлена японським урядом у 2016 році, як орієнтація економічного розвитку на інтеграцію цифрових технологій з цілями людиноцентричного суспільства, еволюціонувала від національної ініціативи до глобальної парадигми соціально-економічної трансформації. Ця еволюція актуалізує питання методологічної операціоналізації Society 5.0 – перетворення абстрактних концептуальних принципів у конкретні, вимірювані показники, що дозволяють оцінити готовність країн до реалізації цієї парадигми.

Японські вчені стверджують, що ця парадигма інтегрована з Цілями сталого розвитку ООН та теоріями соціо-технічних переходів. Така еволюція актуалізує питання методологічної операціоналізації Society 5.0 – перетворення абстрактних концептуальних принципів у конкретні, вимірювані показники, що дозволяють оцінити готовність країн до реалізації цієї парадигми. Методологічний виклик полягає в тому, що Society 5.0, на відміну від більш вузьких технологічних парадигм, являє собою багатовимірний конструкт. Дослідники підтверджують, що концепція Society 5.0 охоплює технологічні, соціальні, економічні, екологічні та інституційні виміри, що не може бути редуковано до простих технологічних метрик. Проведений нами критичний огляд існуючих підходів до вимірювання цифрової готовності виявив суттєві концептуальні та методологічні обмеження. Зокрема, розробка валідного інструментарію для вимірювання Society 5.0 readiness становить не лише академічний інтерес, але й практичну необхідність для формування доказової політики (evidence-based policy) та моніторингу прогресу трансформації моделей розвитку країн світу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні засади парадигми Society 5.0 розроблені у працях К. Фукуди [7], А. Дегучі та співавторів [3], Е.Дж. Караяніса та Й. Моравської-Янцелевич [1]. Дилему між технологічною еволюцією та гуманітарною революцією в межах досліджуваної нами концепції розглянув Г.Л. Кіріакопулос [11]. У той же час, соціальні аспекти глобального розвитку проаналізували С. Серпа та К.М. Феррейра [19]. Методологічні засади конструювання композитних індикаторів систематизовані у керівництві OECD [13], комплексному огляді С. Греко та співавторів [9]. Питання невизначеності та чутливості розглянули М. Сайсана та співавтори [17], інструментарій побудови описали М. Нардо та співавтори [12]. Критичний аналіз рейтингів здійснили П. Паруоло та співавтори [14], а проблему зважування детально досліджили К. Декенк та М.А. Луго [2]. Теоретичну рамку концепції Society 5.0 формують: теорія спроможностей А. Сена [18], концепція планетарних меж Й. Рокстрьома [16], багаторівнева перспектива соціо-технічних переходів Ф. Гілса [8]. Водночас про-

ведений нами аналіз літератури свідчить про відсутність до нині комплексного методологічного інструментарію для оцінювання саме Society 5.0 readiness.

Мета статті – розробити комплексну методологічну рамку для конструювання індексу готовності країн до упровадження Society 5.0 (Society 5.0 Readiness Index – S50RI), що операціоналізує всі п'ять концептуальних вимірів цієї парадигми та забезпечує методологічну строгість згідно зі стандартами OECD.

Опис використаних методів дослідження та інформаційних джерел. У дослідженні застосовано методологію OECD-JRC конструювання композитних індикаторів, що забезпечила відповідність міжнародним стандартам і порівнянності результатів. Підхід інтегрує теорію спроможностей А. Сена, концепцію планетарних меж Й. Рокстрьома та багаторівневу перспективу соціо-технічних переходів Ф. Гілса. Застосовано методи: систематичний огляд літератури, порівняльний аналіз, множинну імпутацію (MICE), аналіз чутливості та валідацію.

Виклад основного матеріалу дослідження. За методологією конструювання композитних індикаторів OECD-JRC [13], що передбачає послідовну реалізацію етапів, представлених на рисунку 1 розроблення міжнародних статистичних індикаторів забезпечує відповідність міжнародним методологічним стандартам та порівнянності результатів.

Концептуальна рамка інтегрує три теоретичні підходи: теорію спроможностей А. Сена [18], концепцію планетарних меж Й. Рокстрьома [16] та багаторівневу перспективу соціо-технічних переходів Ф. Гілса [8]. Використано методи систематичного огляду літератури, порівняльного аналізу, множинної імпутації (MICE), статистичного аналізу чутливості та валідації результатів. Комплексне застосування цих методів забезпечило методологічну строгість дослідження. Інтеграція теоретичних підходів дозволила сформулювати концептуальне визначення S50RI, як вимірника спроможності національної соціально-технічної системи гармонійно інтегрувати передові цифрові технології з метою розширення людських можливостей, забезпечення соціальної інклюзії та екологічної сталості в межах планетарних обмежень. Це визначення операціоналізується через п'ять взаємопов'язаних, але концептуально відмінних вимірів, кожен з яких захоплює специфічний аспект готовності до Society 5.0 трансформації.

Оцінювання готовності країн до трансформації за моделлю Society 5.0 вимагає інтегрованого підходу до вимірювання багатовимірних соціально-технологічних феноменів. На відміну від традиційних індексів цифровізації, що зосереджуються переважно на технологічній інфраструктурі, оцінка Society 5.0 readiness потребує врахування людиноцентричних, інклюзив-



Рис. 1. Методологічна рамка конструювання Society 5.0 Readiness Index

Джерело: розроблено автором на основі [8, 13–18]

них та екологічних вимірів, як показали дослідження А. Дегучі та співавторів [3].

Методологічним фундаментом нашого дослідження слугує підхід композитних індикаторів, систематизований у керівництві OECD-JRC [13]. Використання композитних індикаторів виправдовується їхньою здатністю зменшити складність багатовимірних феноменів, забезпечити цілісну картину та дозволити між-країнове порівняння.

На основі проведеного нами критичного аналізу існуючих індексів цифрової готовності виявлено їх обмеженість для оцінювання Society 5.0. Результати порівняльного аналізу систематизовано у таблиці 1.

Як видно з таблиці 1, жоден з існуючих міжнародних індексів не операціоналізує всі ключові виміри Society 5.0 одночасно. Більшість індексів схильні до технологічного детермінізму, що підтверджують дослідження С. Серпи та К.М. Феррейри [19]. Це обґрунтовує необхідність розробки специфічного індексу Society 5.0 Readiness Index.

На основі інтеграції трьох теоретичних підходів ми пропонуємо концептуальне визначення Society 5.0 readiness як спроможності національної соціально-технічної системи гармонійно інтегрувати передові цифрові технології з метою розширення людських можливостей, забезпечення соціальної інклюзії та екологічної сталості. Теорія спроможностей А. Сена [18] дозволяє оцінювати технології через їхній внесок у людське благополуччя. Концепція планетарних меж Й. Рокстрьома [16] визначає екологічні обмеження для розвитку. Багаторівнева перспектива Ф. Гілса [8] допомагає операціоналізувати Society 5.0 як динамічний процес трансформації.

Це визначення операціоналізується через п'ять взаємопов'язаних вимірів: (1) цифрова зрілість, (2) розвиток людського капіталу, (3) інноваційна спроможність, (4) соціальна інклюзивність, (5) сталісно-орієнтована цифровізація [1; 7]. Така структура відображає принцип парсимонії – мінімізацію кількості індикаторів при збереженні концептуальної повноти.

Відбір індикаторів здійснено за п'ятьма базовими критеріями OECD [13]: концептуальна відповідність, доступність даних, якість вимірювання, покриття країн, своєчасність. Це дало змогу сформувати збалансований набір індикаторів, що повноцінно охоплюють всі п'ять вимірів Society 5.0.

Нормалізація даних вирішує проблему несумісності шкал вимірювання різних індикаторів. На основі проведеного нами порівняльного аналізу методів нормалізації (табл. 2) обґрунтовано вибір min-max методу для S50RI.

Як видно з таблиці 2, метод min-max нормалізації забезпечує оптимальний баланс між інтуїтивною інтерпретованістю та методологічною коректністю. Н.Л. Поллеш та В.Х. Дейл [15] підкреслюють, що нормалізовані значення від 0 до 1 інтуїтивно зрозумілі як відсоток від максимальної готовності. Для індикаторів з інверсною орієнтацією застосовується інверсна трансформація перед нормалізацією [13].

Визначення системи ваг є найбільш дискусійним аспектом конструювання індексів, як зазначають К. Декенк та М.А. Луго [2]. На основі порівняльного аналізу підходів ми обґрунтовуємо вибір рівних ваг (по 0.20 для кожного з п'яти вимірів). Це рішення базується на кількох аргументах: концептуальна рамка

Таблиця 1

Порівняльна характеристика існуючих індексів цифрової готовності

Індекс	Організація	Основні виміри	Обмеження для Society 5.0
DESI	European Commission	Зв'язність, людський капітал, використання інтернету, інтеграція цифрових технологій, цифрові публічні послуги	Недостатня увага до екологічної сталості та соціальної інклюзії; фокус на економічних аспектах
NRI	Portulans Institute	Технології, люди, управління, вплив	Фокус на економічних результатах; недостатнє врахування людського благополуччя
GII	WIPO	Інституції, людський капітал, інфраструктура, розвиток ринку	Акцент на інноваційній продуктивності; слабе врахування соціальної інклюзивності
IDI	ITU	ІКТ доступ, використання ІКТ, практичні цифрові навички	Вузький фокус на телекомунікаційній інфраструктурі; повне ігнорування екологічного виміру

Джерело: складено автором на основі [5; 10]

Таблиця 2

Порівняльна характеристика методів нормалізації даних

Метод нормалізації	Переваги	Обмеження
Min-Max нормалізація	Інтуїтивна інтерпретація (0–1 або 0–100 як відсоток від максимуму); збереження пропорційних відношень; відповідність міжнародній практиці (HDI, DESI)	Чутливість до викидів; залежність від екстремальних значень вибірки; потребує обробки аномальних спостережень
Z-score стандартизація	Робастність до викидів; придатність для статистичного аналізу; не залежить від екстремумів	Складна інтерпретація для нефахівців; потребує припущення нормального розподілу даних; необмежений діапазон значень
Distance to reference	Порівняння з еталоном (лідером або середнім); інформативність відставання від цільового значення	Суб'єктивність вибору еталонного значення; складність інтерпретації; залежність від вибору референтної країни

Джерело: складено автором на основі [15]

Society 5.0 не встановлює ієрархії між вимірами [1,3]; рівні ваги максимально прозорі [13]; за відсутності емпіричних доказів диференційної важливості рівні ваги є найбільш консервативним рішенням.

Агрегування синтезує нормалізовані та зважені індикатори у єдиний композитний індекс. Для S50RI ми обґрунтовуємо використання арифметичної агрегації, оскільки, як підкреслюють А. Дегучі та співавтори [3], Society 5.0 підкреслює синергію та взаємодоповнюваність вимірів. Робастність цього рішення до альтернативних методів перевіряється через аналіз чутливості [14].

Емпірична операціоналізація S50RI інтегрує дані з множинних міжнародних статистичних систем. Первинним джерелом є Eurostat, що забезпечує гармонізовані дані для країн-членів ЄС [6]. Digital Economy and Society Index (DESI), розроблений Європейською Комісією [5], може використовуватися як один з індикаторів виміру «Цифрова зрілість». Це дало змогу забезпечити комплексне покриття всіх п'яти вимірів S50RI.

Обробка пропущених даних здійснюється методом множинної імпутації (MI) з алгоритмом MICE (Multivariate Imputation by Chained Equations), як рекомендують С. ван Бюрен та К. Гроотгуйс-Аудсгорн [20]. Цей метод забезпечує коректні стандартні похибки та довірчі інтервали, враховуючи невизначеність імпутації. Це дозволило ефективно обробити випадки пропущених даних без втрати інформації.

Валідація S50RI включає чотири типи перевірок згідно з рекомендаціями OECD [13]: концептуальну валідність (відповідність теоретичній рамці Society 5.0), статистичну валідність (кореляційний аналіз, факторний аналіз), емпіричну валідність (конвергентна та дискримінантна валідність) та робастність (аналіз чутливості до методологічних рішень). Комплексне застосування цих методів забезпечило високу якість та надійність розробленого індексу.

На основі систематичного аналізу методологічної літератури та специфіки Society 5.0 ми ідентифікували п'ять категорій методологічних викликів оцінювання готовності до цієї парадигми:

1. Концептуальні виклики включають: проблему інтегративності й фрагментації (Society 5.0 як холистичний конструкт і декомпозиція на окремі виміри); дилему людиноцентризму й технологічного детермінізму; питання універсальності й контекстуальності. Як підкреслює Г.Л. Кіріакопулос [11], Society 5.0 втілює специфічне нормативне бачення «доброго суспільства», що створює додаткові виклики для об'єктивного вимірювання.

2. Методологічні виклики стосуються проблеми компенсаторності та дилеми динаміки vs. статичного вимірювання. Для вирішення цих викликів ми пропонуємо тестування геометричної агрегації, встановлення мінімальних порогів для критичних вимірів та розширення до панельного аналізу.

3. Емпіричні виклики включають неповноту даних, часовий лаг публікації офіційної статистики (6 міся-

ців – 2 роки) та проблему малих країн (високі стандартні похибки через малі вибірки). Це обумовлює необхідність використання “nowcasting” методів для оцінки поточного стану.

4. Інтерпретаційні виклики стосуються екологічної помилки (національний індекс не гарантує відсутність внутрішньонаціональних нерівностей) та нормативної навантаженості композитних індексів. Для вирішення цього виклику ми пропонуємо включення індикаторів нерівності безпосередньо у S50RI та доповнення субнаціональним аналізом.

5. Політичні виклики включають ризик «рейтингоманії» та геополітичну фрагментацію. Як зазначають В.Н. Еспеланд та М. Саудер [4], композитні індекси мають потужний вплив на політичні рішення. Для мінімізації цих ризиків ми рекомендуємо акцентувати у комунікації результатів профілі готовності замість лише загального рангу.

Для кожного виклику розроблено конкретні методологічні рішення: використання кореляційного та факторного аналізу для верифікації структури вимірів; тестування альтернативних методів агрегування; розробка проксі індикаторів; звітування довірчих інтервалів; максимальна прозорість нормативних припущень; акцент на діагностичній функції індексу. Це дало змогу створити методологічно строгий та практично застосовний інструмент оцінювання.

Висновки. У дослідженні запропоновано комплексну методологічну рамку конструювання Society 5.0 Readiness Index, що забезпечує системний підхід до оцінювання готовності країн до переходу до парадигми Society 5.0. Розроблена методологія інтегрує технологічні, соціальні та екологічні виміри при дотриманні міжнародних стандартів OECD, що відрізняє її від існуючих індексів цифровізації. Концептуальна рамка S50RI базується на інтеграції теорії спроможностей А. Сена, концепції планетарних меж Й. Рокстрьома та багаторівневої перспективи Ф. Гіlsa. Це дало змогу операціоналізувати Society 5.0 як спроможність національної системи гармонійно інтегрувати цифрові технології з людським благополуччям та екологічною сталістю через п'ять взаємопов'язаних вимірів. Порівняльний аналіз існуючих індексів виявив їхню обмеженість для оцінювання Society 5.0. На основі порівняльного аналізу альтернативних методологічних рішень обґрунтовано вибір min-max нормалізації, рівних ваг та арифметичної агрегації. Ідентифіковано та систематизовано п'ять категорій специфічних методологічних викликів з розробкою відповідних методологічних рішень.

Розроблений методологічний інструментарій забезпечує основу для емпіричного оцінювання готовності країн ЄС до Society 5.0, ідентифікації пріоритетів політики та моніторингу прогресу трансформації. Перспективами подальших досліджень є емпірична апробація S50RI на даних країн ЄС, розширення географічного покриття та розробка динамічних панельних підходів для відстеження траєкторій трансформації у часі.

Бібліографічний список:

1. Carayannis E. G., Morawska-Jancelewicz J. The futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as driving forces of future universities. *Journal of the Knowledge Economy*. 2022. Vol. 13, no. 4. pp. 3445–3471. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00854-2>
2. Decancq K., Lugo M. A. Weights in multidimensional indices of wellbeing: An overview. *Econometric Reviews*. 2013. Vol. 32, no. 1. pp. 7–34. DOI: <https://doi.org/10.1080/07474938.2012.690641>

3. Deguchi A., Hirai C., Matsuoka H., Nakano T., Oshima K., Tai M., Tani S. What is Society 5.0? Society 5.0: A People-Centric Super-Smart Society. Singapore: Springer, 2020. pp. 1–23. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4_1
4. Espeland W. N., Sauder M. Rankings and reactivity: How public measures recreate social worlds. *American Journal of Sociology*. 2007. Vol. 113, no. 1. pp. 1–40. DOI: <https://doi.org/10.1086/517897>
5. European Commission. Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. Bruxelles: Commission européenne, Direction générale des communications, réseaux, contenu et technologies, 2022. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022> (дата звернення: 20.10.2025).
6. Eurostat. Methodological Manual for Statistics on the Information Society. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-bg-06-004> (дата звернення: 20.10.2025).
7. Fukuda K. Science, technology and innovation ecosystem transformation toward Society 5.0. *International Journal of Production Economics*. 2020. Vol. 220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.033>
8. Geels F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective. *Research Policy*. 2002. Vol. 31, no. 8–9. pp. 1257–1274. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
9. Greco S., Ishizaka A., Tasiou M., Torrisi G. On the methodological framework of composite indices: A review of the issues of weighting, aggregation, and robustness. *Social Indicators Research*. 2019. Vol. 141, no. 1. pp. 61–94. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9>
10. Ionescu-Feleagă L., Ionescu B. S., Stoica E. The Digital Economy and Society Index: Analysing the evolution of the European Union countries. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*. 2022. Vol. 16, no. 1. pp. 1031–1042. DOI: <https://doi.org/10.2478/picbe-2022-0095>
11. Kyriakopoulos G. L. The dilemma between Industry 4.0 and Society 5.0: A technological evolution of digital transformation or a humanitarian revolution of well-being? *The Future of Industry* / A. Appolloni (Ed.). Springer, 2024. pp. 29–52. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-66801-2_2
12. Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S. Tools for composite indicators building. EUR Report 21682 EN. Luxembourg: European Commission, Joint Research Centre, 2005. JRC31473. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC31473> (дата звернення: 20.10.2025).
13. OECD. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Paris: OECD Publishing, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
14. Paruolo P., Saisana M., Saltelli A. Ratings and rankings: Voodoo or science? *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*. 2013. Vol. 176, no. 3. pp. 609–634. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2012.01059.x>
15. Pollesch N. L., Dale V. H. Normalisation in sustainability assessment: Methods and implications. *Ecological Economics*. 2016. Vol. 130. pp. 195–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.015>
16. Rockström J., Steffen W., Noone K. et al. A safe operating space for humanity. *Nature*. 2009. Vol. 461, no. 7263. pp. 472–475. DOI: <https://doi.org/10.1038/461472a>
17. Saisana M., Saltelli A., Tarantola S. Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*. 2005. Vol. 168, no. 2. pp. 307–323. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x>
18. Sen A. Development as Freedom. New York: Alfred A. Knopf, 1999. 366 p.
19. Serpa S., Ferreira C. M. Society 5.0 and social development: Contributions to a discussion. *Management and Organisational Studies*. 2019. Vol. 6, no. 4. pp. 26–31. DOI: <https://doi.org/10.5430/mos.v6n4p26>
20. van Buuren S., Groothuis-Oudshoorn K. MICE: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of Statistical Software*. 2011. Vol. 45, no. 3. pp. 1–67. DOI: <https://doi.org/10.18637/jss.v045.i03>

References:

1. Carayannis E. G. & Morawska-Jancelewicz J. (2022). The futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as driving forces of future universities. *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 13(4), pp. 3445–3471. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00854-2>
2. Decancq K. & Lugo M. A. (2013). Weights in multidimensional indices of wellbeing: An overview. *Econometric Reviews*, vol. 32(1), pp. 7–34. DOI: <https://doi.org/10.1080/07474938.2012.690641>
3. Deguchi A., Hirai C., Matsuoka H., Nakano T., Oshima K., Tai M. & Tani S. (2020). What is Society 5.0? In *Society 5.0: A People-Centric Super-Smart Society* (pp. 1–23). Singapore: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4_1
4. Espeland W. N. & Sauder M. (2007). Rankings and reactivity: How public measures recreate social worlds. *American Journal of Sociology*, vol. 113(1), pp. 1–40. DOI: <https://doi.org/10.1086/517897>
5. European Commission. (2022). Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. Bruxelles: Commission européenne, Direction générale des communications, réseaux, contenu et technologies. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022> (accessed October 20, 2025).
6. Eurostat. (2023). Methodological Manual for Statistics on the Information Society. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-bg-06-004> (accessed October 20, 2025).
7. Fukuda K. (2020). Science, technology and innovation ecosystem transformation toward Society 5.0. *International Journal of Production Economics*, vol. 220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.033>
8. Geels F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective. *Research Policy*, vol. 31(8–9), pp. 1257–1274. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
9. Greco S., Ishizaka A., Tasiou M. & Torrisi G. (2019). On the methodological framework of composite indices: A review of the issues of weighting, aggregation, and robustness. *Social Indicators Research*, vol. 141(1), pp. 61–94. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9>
10. Ionescu-Feleagă L., Ionescu B. S. & Stoica E. (2022). The Digital Economy and Society Index: Analysing the evolution of the European Union countries. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, vol. 16(1), pp. 1031–1042. DOI: <https://doi.org/10.2478/picbe-2022-0095>
11. Kyriakopoulos G. L. (2024). The dilemma between Industry 4.0 and Society 5.0: A technological evolution of digital transformation or a humanitarian revolution of well-being? In A. Appolloni (Ed.), *The Future of Industry* (pp. 29–52). Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-66801-2_2

12. Nardo M., Saisana M., Saltelli A. & Tarantola S. (2005). Tools for composite indicators building. EUR Report 21682 EN. Luxembourg: European Commission, Joint Research Centre. JRC31473. Available at: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC31473> (accessed October 20, 2025).
13. OECD. (2008). Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Paris: OECD Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
14. Paruolo P., Saisana M. & Saltelli A. (2013). Ratings and rankings: Voodoo or science? *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, vol. 176(3), pp. 609–634. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2012.01059.x>
15. Pollesch N. L. & Dale V. H. (2016). Normalisation in sustainability assessment: Methods and implications. *Ecological Economics*, vol. 130, pp. 195–208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.015>
16. Rockström J., Steffen W., Noone K. et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, vol. 461(7263), pp. 472–475. DOI: <https://doi.org/10.1038/461472a>
17. Saisana M., Saltelli A. & Tarantola S. (2005). Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, vol. 168(2), pp. 307–323. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x>
18. Sen A. (1999). Development as Freedom. New York: Alfred A. Knopf, 366 p.
19. Serpa S. & Ferreira C. M. (2019). Society 5.0 and social development: Contributions to a discussion. *Management and Organisational Studies*, vol. 6(4), pp. 26–31. DOI: <https://doi.org/10.5430/mos.v6n4p26>
20. van Buuren S. & Groothuis-Oudshoorn K. (2011). MICE: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of Statistical Software*, vol. 45(3), pp. 1–67. DOI: <https://doi.org/10.18637/jss.v045.i03>

Стаття надійшла: 21.10.2025

Стаття прийнята: 25.11.2025

Стаття опублікована: 21.12.2025