

Сергій Миколайович Іванов

канд. екон. наук, доц.

ORCID 0000-0002-3994-280X

e-mail: ivanovsn1954@gmail.com,

Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗВИТКУ ОКРЕМИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЗА ДОПОМОГОЮ DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Вступ. Економічний потенціал країни складається з економічних потенціалів регіонів, які є неоднорідними за своєю промисловою структурою, потужністю й можливостями щодо розвитку, а це, в свою чергу, залежить від різних факторів: географічних, геологічних, природних, соціально-економічних, культурних, історичних тощо. У різні періоди часу за однакових базових умов потенціал окремого регіону залежно від поточної ситуації та тенденцій розвитку може зростати, зменшуватися або залишатися незмінним.

На даний момент регіональний розвиток регулюється Державною стратегією регіонального розвитку на 2021-2027 роки, стратегічною метою якої є розвиток і єдність, орієнтовані на людей, які мають забезпечити гідне життя в згуртованій, децентралізованій, конкурентоспроможній та демократичній Україні, а також ефективне використання ресурсів та потенціалу територій та їх спеціалізації для досягнення сталого розвитку країни. Це має сприяти створенню умов для підвищення рівня добробуту та збільшення доходів громадян з одночасним досягненням єдності в соціальному, гуманітарному, економічному, екологічному та просторовому вимірах [1].

Досягнення стратегічної мети забезпечується завдяки втіленню в життя стратегічних цілей: 1) становлення єдиної згуртованої держави в соціальному, гуманітарному, економічному, екологічному, безпечовому та просторовому вимірах; 2) підвищення конкурентоспроможності регіонів; 3) розвитку ефективного багаторівневого управління. Реалізація Стратегії має бути здійснена в два етапи: (2021-2023) і (2024-2027), на кожному з яких передбачається розроблення та виконання плану заходів на відповідний період та програм і проектів регіонального розвитку, в рамках яких будуть конкретизовані пріоритетні завдання кожної стратегічної цілі [1].

Вважається, що нова Стратегія позбавлена недоліків, притаманних попереднім стратегіям регіонального розвитку, які були розраховані на періоди до 2015 і 2020 року. Ці недоліки полягали у відсутності коригування визначених стратегічних цілей та механізмів вибору пріоритетних цілей, як реакції на зміни у внутрішньому та зовнішньому середовищі країни; формального та декларативного підходу до розробки механізмів та інструментів проведення систематичного (щорічного) моніторингу результативності реалізації Стратегії; технократичного підходу до стратегічного планування регіонального розвитку в Україні, що не сприяло формуванню суспільної відповідальності за ідентифікацію, пріоритетизацію та розв'язання регіональних проблем [2]; частій непоінформованості місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого

самоврядування про здійснюванні центральними органами виконавчої влади заходи на відповідній території, та слабкої координації в ресурсах і часі галузевих політик центральних органів, що реалізуються на місцевому рівні [1; 3].

Система моніторингу досягнення цілей та оцінка результативності реалізації «Стратегії 2021-2027» та регіональних стратегій передбачає порівняння фактично отриманих значень індикаторів з їх прогнозними значеннями, яке проводиться щороку відповідними регіональними та територіальними органами. Оцінка досягнення цілей Стратегії проводиться за результатами виконання першого та другого етапів її реалізації центральними органами виконавчої влади, Радою міністрів Автономної Республіки Крим, обласними, Київською та Севастопольською міськими держадміністраціями через один рік після завершення відповідного етапу. Узагальнена оцінка результативності цієї Стратегії проводиться через півтора року після завершення строку її дії та подається на розгляд Кабінету Міністрів України [1].

Слід сказати, що досягнення прогнозних значень індикаторів не завжди свідчить про ефективність використання ресурсів при реалізації запланованих заходів. І, на жаль, Стратегія не містить механізму такої оцінки. Тому виникає низка питань: яким чином можна оцінити ефективність використання ресурсів, що є в розпорядженні регіонів, як можна порівняти регіони з точки зору повноти використання ресурсів і за якими напрямками слід працювати, щоб неефективно працюючі регіони могли стати ефективними.

Мета дослідження – розглянути напрямки оцінки ступеню ефективності розвитку регіонів і запропонувати використання підходу, який дозволяє оцінити як ступінь неефективності, так і визначити, за рахунок чого ця неефективність може бути ліквідована.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перш ніж відповісти на поставлені вище питання, розглянемо підходи до оцінки ефективності різного роду програм, в тому числі з регіонального розвитку, які представлені в нормативних документах та літературних джерелах.

Аналіз документів, що втратили чинність [4-6], та діючих [1; 7-10], а також проектів та рекомендацій, розроблених за участю міжнародних організацій в рамках виконання проектів UNDP [11-13], свідчить про те, що подібного роду оцінок ефективності використання ресурсів при здійсненні проектів не багато. В якості основних методів оцінки виконання запланованих заходів розглядаються порівняльний аналіз досягнутих значень індикаторів і прогнозованих цільових показників, індекс конкурентоспроможності регіонів та SWOT-аналіз для виявлення сильних та

слабких сторін розвитку регіону. Порівняльний аналіз деяких методик оцінки ефективності регіонального розвитку наведено в статті [14].

Роботи [15-18] містять дещо інші підходи до оцінки ефективності реалізації різноманітних програм розвитку на регіональному рівні. Так, В. Шелкунов, В. Панасюк та Н. Гаман [15] пропонують застосування методики комплексної оцінки ефективності реалізації цільових програм розвитку соціальної інфраструктури з урахуванням принципів результативного управління, заснованих на теорії ефективності. При цьому на різних стадіях реалізації програм розглядаються можливості використання методів порівняльного статистичного аналізу, експертного аналізу, методу багатокритеріальної оцінки результатів, PART-методу, який застосовувався в США для оцінки державних програм, на основі використання значного набору показників-факторів та складного рейтингового механізму. Згідно з [15], оцінка ефективності на кінцевій стадії дозволить відстежувати ключові фактори успіху реалізації цільової програми, проводити аналіз результатів впливу програми на проблемну область і формувати інформаційну базу щодо технологій досягнення результатів. Головне завдання оцінки ефективності – пошук найбільш ефективних (мінімальних по ресурсним витратам) варіантів вирішення проблеми.

В методиці комплексного оцінювання, запропонованої Н. Андрусак [16], наголос робиться на агрегуванні певної сукупності обраних показників в єдиний інтегральний показник з метою подальшого порівняння регіонів. Основою запропонованого підходу є поєднання різних методичних підходів до оцінки (графічного, матричного, факторного аналізу тощо), які органічно доповнюють один одного при оцінці різних складових конкурентоспроможності регіонів, зокрема еколого-економічних конкурентних переваг.

Методичні підходи до оцінки ефективності розвитку, представлені в роботі Т. Усюк і Л. Фаріон [17], передбачають розрахунок групових та інтегральних індикаторів сталого розвитку сільських територій, які включають показники економічного, соціального та екологічного ефекту. Ефективність сталого розвитку оцінюється на основі розрахунку відношення отриманих результатів (сумарного ефекту) до витрат на проведення економічних, соціальних і екологічних заходів (свого роду, показника інтегральної рентабельності), яке, в разі позитивного впливу застосованих заходів, має перевищити базовий показник. Аналіз результатів комплексної оцінки ефективності сталого розвитку сільських територій дає основу для розробки та впровадження відповідних цільових програм розвитку.

В роботі [18] досліджуються методики оцінки диспропорційності розвитку регіонів. Авторка Ж. Науменко аналізує існуючі методичні підходи, серед яких розглядає рейтинги диспропорційного регіонального розвитку, методи дослідження нерівності в доходах (крива Лоренца, коефіцієнт Джині), а також класичні математико-статистичні методи: масштабування, «світлофорів», середнього відхилення, «крапка за крапкою» та стандартної варіації. На основі проведеного аналізу пропонується методика оцінки диспропорційності розвитку регіонів з використанням принципу збалансованості та базових індикаторів, що виражають вплив лише істотних факторів і запобігають перевантаженню надмірною кількістю показників. Оцінка рівня диспропорційності розвитку регіонів прово-

диться комплексно за допомогою інтегральних показників за економічним, соціальним та екологічним напрямками окремо з використанням по кожному з них п'яти основних показників. Така методика оцінки міжрегіональної диспропорційності допомагає не тільки виділяти тип диспропорційного розвитку регіону, але й обирати відповідні механізми щодо їх зменшення.

Т. Приходченко вважає, що реальним інструментом обґрунтованої оцінки досягнутого рівня економічного розвитку регіонів має бути просторово-часове позиціонування регіонів за вибраними заздалегідь показниками [19]. В. Гринів для цілей визначення синтетичної оцінки потенціалу соціально-економічного розвитку регіонів використовує індекс RNSEI (Regional National Summary Economy Index) та індикатор регіонального національного зведеного індексу інновацій (Regional National Summary Innovation Index RNSII), рекомендований для оцінки інноваційності регіонів у національній системі [20].

І. Ніколіна та М. Бондар [21] пропонують модель оцінювання ефективності управління регіональним соціальним розвитком як функцію від матеріального добробуту, демографічного розвитку, рівня освіти та розвитку ринку праці. На думку авторів, запропонована система індикаторів відображає кількісні та якісні аспекти динаміки ефективності управління регіональним соціальним розвитком, які доповнюють один одного, і дають можливість одержати інформативну й цілісну характеристику регіонального соціального розвитку, оцінити умови його формування та змін.

Узагальнюючою роботою, в якій проаналізовано світові практики оцінки регіонального розвитку соціально-економічних процесів, є стаття В. Горбатова та І. Ярошенко [22], де підкреслено, що сучасні світові та європейські підходи до оцінки соціально-економічного стану країн та їх регіонів спрямовані не лише на констатацію фактичної ситуації звітного періоду, а й дають змогу ефективно виявляти причини негативних явищ, здійснювати прогноз можливих проблем соціально-економічному розвитку, оцінювати можливий вибір управлінських рішень щодо забезпечення сталого розвитку територій. Переважна кількість методик оцінки соціально економічного розвитку регіонів базується на використанні порівняльних процедур та упорядкуванні регіонів за значеннями рейтингів та індексів, серед яких: індекс держав, що зазнали поразки (Failed State Index, FSI), індекс світової конкурентоспроможності (Global Competitiveness Report), індекс глобалізації (KOF Index of Globalization), індекс легкості ведення бізнесу (Ease of doing business Index), індекс економічної свободи (Index of Economic Freedom), індекс сприйняття корупції (Corruption Perceptions Index, CPI); глобальний індекс миру (Global Peace Index, GPI); індекс свободи преси (Press Freedom Index, PFI), індекс розвитку людського потенціалу (Human Development Index, HDI), індекс якості життя (Quality-of-life Index), міжнародний індекс щастя (Happy Planet Index). Наведені індекси та рейтинги використовуються, перш за все, для порівняння країн, але їх елементи можуть використовуватися і для оцінки соціально-економічного розвитку регіонів однієї країни за умови доступності даних складових індексу в регіональному розрізі.

Слід також зазначити, що достатньо велика кількість наукових робіт [23-29] та багато інших, присвячена проблемам кластеризації регіонів, які також міс-

тять питання оцінки ефективності регіонального розвитку. Так, в монографії [23] розглянуто теорію кластерів з позиції її практичного впровадження в економічні відносини національної та регіональної економік. Робота містить питання інституційного забезпечення кластерного розвитку соціально-економічних систем. Обґрунтовано використання системно-інтеграційного підходу до синтезу стратегії кластеру та оцінки ефективності його функціонування. В статті В. Ляшенка та Н. Трушкіної [24] розглядаються питання розвитку кластерів в Румунії та робиться наголос на необхідності використання в Україні передового румунського досвіду відповідно до сучасних викликів, пов'язаних із смарт-спеціалізацією, модернізацією виробництва та цифровізацією організаційних й управлінських процесів.

Система моделей розпізнавання діагностичних класів, яка дає можливість провести комплексну та локальну діагностику економічного потенціалу регіонів і, як наслідок, виявити напрями адаптивного коригування стратегічних нормативів їх економічного розвитку запропонована в [25]. Робота [26] присвячена питанням застосування вдосконаленого економетричного підходу до багатофакторного оцінювання впливу рівня розвитку підприємництва на регіональний економічний розвиток з урахуванням соціально-гуманітарного складника цього процесу. Даний підхід дає змогу розрізнити регіональні структури за ознаками соціальних, гуманітарних та економічних процесів та розрахувати рейтинги регіонів за комплексними ознаками залежно від мети рейтингування. С. Єрмак пропонує використовувати систему ключових індикаторів оцінювання інноваційного розвитку регіонів, яка складається з чотирьох основних блоків (наукового, кадрового, фінансового, інноваційного). Кожний блок, у свою чергу, містить набір показників, які найбільш цілісно відображають рівень інноваційного розвитку регіону [27]. А. Войтович в [28] запропонував механізм оцінки і аналізу соціально-економічного розвитку регіонів, заснований на методах багатовимірного статистичного аналізу і економетричного моделювання, який включає 2 модулі: модуль комплексної оцінки СЕР регіонів та модуль аналізу диференціації СЕР регіонів. О. Тульчинська доводить, що кластерна форма організації різних підприємств на основі стійких зв'язків між усіма його учасниками приводить до створення особливої форми сукупного інноваційного продукту, який концентрує в собі різноманітні наукові та технологічні винаходи [29].

Узагальнюючи вищевказане можна сказати, що з огляду на всі об'єктивно позитивні риси методик і підходів до оцінки ефективності функціонування регіонів, деякі питання вони все ж таки не вирішують. Йдеться про ступінь ефективності використання наявних ресурсів та отриманих результатів. Саме підхід, який буде запропонований нижче, може певною мірою вирішити ці питання.

Останнього часу одним з найбільш важливих інструментів прийняття рішень та оцінки ефективності діяльності різних виробничих та невиробничих підрозділів та об'єктів загалом, в тому числі на рівні регіонів, є Data Envelopment Analysis (DEA). Він застосовується в різних сферах діяльності: при розробці моделі оцінки ефективності регіональних інноваційних систем під час переходу від перехідної економіки до ринкової [30], оцінці технологічних досягнень в регіональному економічному розвитку на основі DEA [31], при оцінці

рівня громадської безпеки [32], при оцінці ефективності лікарняного сервісу [33], фінансової ефективності страхових компаній [34], систем розподілу енергії [35], оцінці ефективності виробництва електроенергії в Китаї [36], та в багатьох інших. Відносно повне узагальнення використання методу DEA, багатокритеріального аналізу рішень (MCDA) і кластерного аналізу (CA) наведено у роботі [37]. Виходячи з цього, застосування методу DEA до оцінки розвитку регіонів бажано в поєднанні з кластерним аналізом.

Вивчення оцінки ефективності на регіональному рівні пов'язане з поняттям технічної ефективності, оскільки дозволяє інтерпретувати максимально можливий вплив наявного набору ресурсів. Так, при оцінці технічної ефективності на регіональному рівні виникає можливість виявити суб'єктів, які нецільово використовують свої ресурсні можливості. Причини, чому регіони можуть бути технічно неефективними, пов'язані з управлінськими, економічними, технологічними та іншими проблемами. Таким чином, оцінка технічної ефективності дозволяє виявити факт неефективності та можливі причини такої ситуації. Технічну ефективність розуміють як відношення фактичних ресурсів до потенційно можливих результатів. Значення цього показника коливається від 0 до 1.

Для цілей даного дослідження DEA було обрано як метод оцінки ефективності регіонального розвитку. Модель DEA передбачає ідентифікацію «еталонних» регіонів з точки зору ефективності, з якими можна порівнювати інші аналізовані об'єкти. Чим далі інші регіони розташовані від еталонних регіонів, тим менш ефективно вони використовують свої можливості.

Перевагою методу DEA є можливість визначення узагальненого показника ефективності, який може включати багато змінних ресурсів (входів) і результатів (виходів). На відміну від багатьох інших підходів, метод DEA досить універсальний, оскільки не вимагає попередньої нормалізації показників входів та виходів. Як відомо, нормалізація показників є одним із найпоширеніших факторів, які ускладнюють аналіз ефективності регіонального розвитку. Замість нормалізації в моделях з метою невілювання різних одиниць виміру показників, що використовуються, підбираються спеціальні ваги для входів v_i ($i = \overline{1, m}$) і виходів w_r ($r = \overline{1, t}$), відповідно.

При застосуванні моделювання методом DEA багатовимірний результат, який є лінійною комбінацією витрат і результатів, є спрощеним представленням, тому вихідні дані для аналізу слід ретельно відбирати. Хоча інтерпретація результатів моделювання DEA іноді вимагає додаткових експертних висновків, цей інструмент аналізу дає значні результати, які можна використовувати для прийняття управлінських рішень на регіональному рівні, завдяки чому можна скласти рейтинг регіонів за ефективністю (визначити лідерів), а також визначити причини нижчої успішності інших суб'єктів.

В основі побудови моделей лежить розрахунок показника ефективності, який може бути орієнтованим або на вхід, або на вихід, або разом і на вхід і на вихід [38].

Якщо модель орієнтована на вхід (що означає, що метою аналізованих об'єктів (регіонів) є максимальне зниження рівня входу для того, щоб досягти ефективності при заданому рівні виходу, то форма відношення має бути наступною:

$$\frac{\sum_{r=1}^t w_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}, \quad \forall j = \overline{1, n},$$

де x_{ij} – кількість входу (ресурсу) i ($i = \overline{1, m}$), яку споживає регіон j ($j = \overline{1, n}$); y_{rj} – кількість виходу (результату) r ($r = \overline{1, t}$), яку отримує регіон j ($j = \overline{1, n}$).

Чисельник відношення можна розглядати як «віртуальний вихід», оскільки ваги перетворюють t рівнів виходу в єдиний скаляр. Аналогічно, знаменник відношення може розглядатися як «віртуальний вхід» і, отже, загальне відношення зводиться до скалярної міри ефективності. Регіон може вважатися ефективно функціонуючим тоді і лише тоді, коли значення відношення досягає одиниці у відношенні:

$$\frac{\sum_{r=1}^t w_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} = \max \left\{ \frac{\sum_{r=1}^t w_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \mid j = \overline{1, n} \right\}.$$

Інакше, значення відношення, яке менше одиниці, говорить про те, що функціонування відповідного регіону демонструє відносно неефективність відносно ефективно працюючого. Отже, ефективність будь-якого регіону може бути виміряна як максимальне відношення зважених виходів до зважених входів за обмежень, що відображають діяльність інших регіонів (інакше відношення буде необмеженим). Це призводить до формулювання цільової функції (тут і далі регіон, для якого розраховується відношення, має індекс 0):

$$\max Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^t w_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}. \quad (1)$$

Зважаючи на те, що жоден регіон не може мати оцінку відносної ефективності більше одиниці, вводяться обмеження типу «не більше, ніж одиниця»:

$$\frac{\sum_{r=1}^t w_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad \forall j = \overline{1, n}, \quad (2)$$

$$v_i > 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad w_r > 0, \quad r = \overline{1, t}. \quad (3)$$

Модель (1)–(3) розглядається окремо для кожного регіону, що забезпечує отримання оптимальних наборів ваг. Ваги в цільовій функції вибираються таким чином, щоб максимізувати значення відношення для кожного конкретного регіону при обмеженні типу «не більше, ніж одиниця». Ці обмеження забезпечують знаходження таких оптимальних ваг для 0-го регіону, при яких оцінка ефективності не перевищить одиниці ні для цього, ні для будь-якого іншого регіону. Оцінка ефективності, яка отримується за допомогою моделі (1)–(3), узгоджується з граничними можливостями діяльності регіону. Величина її, рівна одиниці, передбачає, що і спостережувана, і потенційна діяльність регіону збігаються. У цьому випадку кажуть, що відповідний регіон є «найкращим у діяльності». Там, де спостерігається діяльність гірша за потенційну, відповідний регіон отримує оцінку ефективності менше одиниці. Це означає, що його діяльність слабша за той регіон, якому відповідають найкращі показники і, отже, він відносно неефективний.

Аналогічно може бути розглянуте й інше відношення, орієнтоване на вихід:

$$\frac{\sum_{r=1}^t v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^t w_r y_{rj}}, \quad \forall j = \overline{1, n}.$$

У сенсі орієнтації на вихід було б резонно максимізувати кількість виходів за заданих кількостях входів. Це призводить до формулювання наступної цілі:

$$\min F_0 = \frac{\sum_{r=1}^t v_i x_{i0}}{\sum_{r=1}^t w_r y_{r0}} \quad (4)$$

Ця функція має бути обмеженою:

$$\frac{\sum_{r=1}^t v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^t w_r y_{rj}} \geq 1, \quad \forall j = \overline{1, n}, \quad (5)$$

$$v_i > 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad w_r > 0, \quad r = \overline{1, t}. \quad (6)$$

В практичних розрахунках використовують модифіковані моделі на основі моделей (1)–(3) та (4)–(6): CCR, BCC, адитивні, мультиплікативні та інші.

Модель CCR¹ з орієнтацією на вхід:

$$\max Z_0 = \sum_{r=1}^t w_r y_{r0} \quad (7)$$

за обмежень

$$\sum_{r=1}^t w_r y_{rj} - \sum_{r=1}^t v_i x_{ij} \leq 0, \quad j = \overline{1, n}, \quad (8)$$

$$\sum_{r=1}^t v_i x_{i0} = 1, \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} v_i &\geq \varepsilon, \quad i = \overline{1, m} \\ w_r &\geq \varepsilon, \quad r = \overline{1, t} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

де ε – нескінченно мала або неархімедова константа зазвичай порядку 10^{-8} або 10^{-10} .

Модель CCR з орієнтацією на вихід:

$$\min F_0 = \sum_{r=1}^t v_i x_{i0}. \quad (11)$$

за обмежень

$$\sum_{r=1}^t v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^t w_r y_{rj} \geq 0, \quad j = \overline{1, n}, \quad (12)$$

$$\sum_{r=1}^t w_r y_{r0} = 1, \quad (13)$$

$$\left. \begin{aligned} v_i &\geq \varepsilon, \quad i = \overline{1, m} \\ w_r &\geq \varepsilon, \quad r = \overline{1, t} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Моделі CCR використовують границю із постійним рівнем віддачі («вхід-вихід» та «вихід-вихід») для визначення неефективно функціонуючих регіонів. Границя ефективності представляє собою необмежений промінь (для двомірного випадку), що виходить з точки перетину осей координат, який відповідає умові постійної віддачі на масштаб (constant return to scales – CRS).

За допомогою моделей вибирається той регіон (їх може бути декілька), що забезпечує максимальне відношення виходу до входу (мінімальне відношення входу до виходу). Наприклад, відношення для задачі, орієнтованої на вхід, інтерпретується як максимальна середня продуктивність та визначає віддачу ефективно працюючого регіону. Якщо регіон працює ефективно, то координати відповідних відношень («вхід-вихід» та «вихід-вихід») будуть належати променю. В іншому випадку координати таких відношень будуть знаходитися або праворуч (орієнтація на вхід), або нижче (орієнтація на вихід) променю. Відстані від відповідних точок до променю відображають ступінь неефективності.

У випадку моделі з орієнтацією на вхід, регіон, щоб вважатися ефективно працюючим, має споживати меншу кількість входу, ніж він фактично споживає. Кількісно це може бути оцінено за допомогою виразу:

$$x_{ij}^{efficient} = Z_j^* \cdot x_{ij}^{real},$$

де Z_j^* – значення цільової функції в оптимальному рішенні для j -го регіону (менша за одиницю, інакше j -й регіон вважався би ефективно працюючим).

У випадку моделі з орієнтацією на вихід для того, щоб вважатися ефективно працюючим, відповідний регіон має показувати кращий результат (виробляти більшу кількість виходу), ніж він фактично виробляє за наявних ресурсів. Кількісно це може бути оцінено за допомогою виразу:

$$y_{rj}^{efficient} = Z_j^* \cdot y_{rj}^{real},$$

де Z_j^* – значення цільової функції в оптимальному рішенні для j -го регіону (більша за одиницю, інакше j -й регіон вважався би ефективно працюючим).

¹ За прізвищами авторів: Charnes A., Cooper W.W., and Rhodes E. [39].

Загалом, регіон вважається ефективно працюючим при орієнтації на вихід тоді і тільки тоді, якщо він вважається ефективно працюючим і при орієнтації на вхід за тих самих вихідних даних.

Часто виникають ситуації, коли необхідно врахувати можливість зміни рівня віддачі на масштаб у разі нарощування виробничого потенціалу об'єкта (регіону), що досліджується. Такий підхід забезпечує побудову ефективної виробничої поверхні (ламану лінію) зі змінним рівнем віддачі (variable return to scales – VRS), який має місце на різних сегментах виробничої поверхні.

Математичні моделі, які дозволяють визначитися з ефективно та неефективно функціонуючими регіонами, виглядають наступним чином.

Модель ВСС¹ з орієнтацією на вхід:

$$\max Z_0 = \sum_{r=1}^t w_r y_{r0} + u_0 \quad (15)$$

за обмежень

$$\sum_{r=1}^t w_r y_{rj} - \sum_{r=1}^t v_i x_{ij} + u_0 \leq 0, j = \overline{1, n}, \quad (16)$$

$$\sum_{r=1}^t v_i x_{i0} = 1, \quad (17)$$

$$\left. \begin{aligned} -v_i &\leq -\varepsilon, i = \overline{1, m} \\ -w_r &\leq -\varepsilon, r = \overline{1, t} \end{aligned} \right\}, \quad (18)$$

$$u_0 - \text{не обмежена на знак.} \quad (19)$$

Саме змінна u_0 дозволяє реалізувати в моделі зняття умови необмеженості променю.

Модель ВСС з орієнтацією на вихід:

$$\min F_0 = \sum_{r=1}^t v_i x_{i0} + g_0, \quad (20)$$

за обмежень

$$\sum_{r=1}^t v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^t w_r y_{rj} + g_0 \geq 0, j = \overline{1, n}, \quad (21)$$

$$\sum_{r=1}^t w_r y_{r0} = 1, \quad (22)$$

$$\left. \begin{aligned} v_i &\geq \varepsilon, i = \overline{1, m} \\ w_r &\geq \varepsilon, r = \overline{1, t} \end{aligned} \right\}, \quad (23)$$

$$g_0 - \text{не обмежена на знак.} \quad (24)$$

Інтерпретація змінної g_0 така ж сама, як і u_0 .

Розглянемо результати застосування моделей DEA до оцінки ступеня ефективності функціонування окремих регіонів України (на основі результатів кластерного аналізу, наведених в раніш розглянутих роботах [18; 19; 26-28]), які характеризуються відносно низьким рівнем економічного розвитку. До даних регіонів відносяться: Волинська, Закарпатська, Кіровоградська, Рівненська, Тернопільська та Чернівецька області, які потрапили за відповідними розрахунками зазначених авторів до кластерів з найнижчими показниками соціально-економічного, інноваційного, інвестиційного та різного типу диспропорційності розвитку.

Для застосування методу DEA необхідно визначитися з вхідними параметрами, які характеризують ресурсну базу та результативність діяльності регіонів. Звичайно, що таких показників достатньо багато і включення всіх їх до моделі може ускладнити отримання задовільного результату для формулювання висновків та вироблення рекомендацій. Тому доцільним є застосування в розрахунках найчастіше використовуваних показників, які рекомендовані і представлені у численних роботах на тему економічного розвитку регіонів та оцінки ефективності їх діяльності. З цієї точки зору цікавою є робота [30], в якій наведений перелік найбільш часто використовуваних показників «входу-виходу» при застосуванні DEA в оцінці інноваційності розвитку регіонів. В нашому випадку ці показники можуть бути в нагоді для формулювання ви-

снунків щодо подальших напрямків розвитку досліджуваних економічних об'єктів. В різних роботах в якості «входів» розглядаються: кількість працюючих, виробничі витрати, витрати на наукові дослідження та розробки, кількість патентів, зовнішні та внутрішні капіталовкладення, основні засоби, витрати на інновації тощо. Показниками «виходу» виступають: дохід, прибуток, дохідність акцій, показник ефективності інновацій, виручка від продажів, операційний дохід, патентні заявки, кількість виданих патентів, оборот контрактів на ринку технологій, застосування винаходів, реалізація нових виробів, відсоток товарообігу нових і вдосконалених продуктів, інтенсивність інноваційної діяльності (витрати на інноваційну діяльність/обіг).

В українській регіональній статистиці більшість з наведених показників важко знайти, тому зупинимося на тих, які в достатньо повній мірі характеризують ресурсну базу регіонів і основні результати їх діяльності. С початку були відібрані показники, які характеризують наявні ресурси та отримані результати діяльності за 2020 рік (табл. 1).

При моделюванні було розглянуто 5 співвідношень «вхід – вихід»:

1) капітальні інвестиції, зайняте населення працездатного віку (вхід) – валовий регіональний продукт, середньомісячна заробітна плата (вихід);

2) капітальні інвестиції, зайняте населення працездатного віку (вхід) – валовий регіональний продукт у розрахунку на одного зайнятого, середньомісячна заробітна плата (вихід);

3) капітальні інвестиції, зайняте населення працездатного віку, витрати на виконання наукових досліджень і розробок, млн грн (вхід) – валовий регіональний продукт, середньомісячна заробітна плата (вихід);

4) капітальні інвестиції, зайняте населення працездатного віку, витрати на виконання наукових досліджень і розробок, млн грн (вхід) – валовий регіональний продукт, середньомісячна заробітна плата, чистий прибуток (збиток) підприємств (вихід);

5) капітальні інвестиції, зайняте населення працездатного віку, витрати на виконання наукових досліджень і розробок, млн грн (вхід) – валовий регіональний продукт у розрахунку на одного зайнятого, середньомісячна заробітна плата, чистий прибуток (збиток) підприємств (вихід).

За допомогою реалізації моделей ССР (7)-(10) було отримано результати, які представлені в табл. 2. Результати розрахунків показують, що серед розглянутих Закарпатська та Тернопільська області за всіма п'ятьма варіантами розрахунків виявилися неефективно функціонуючими (показник цільової функції менше одиниці). За другим варіантом до них ще приєдналася Рівненська область.

Серед розглянутих варіантів четвертий і п'ятий вирішено було надалі не розглядати, оскільки серед показників виходу використовувався чистий прибуток (збиток) підприємств, значення якого виявилось негативним при оцінці ефективності (згідно з розрахунками) Рівненської області, що суперечить логіці. Перші два варіанти також були відхилені у зв'язку з меншим охопленням показників входу в порівнянні з третім варіантом.

¹ За прізвищами авторів: Banker R. D., Charnes A., and Cooper W. W. [40].

Економічні показники для оцінки ефективності розвитку регіонів

Категорія показника	Показники	Найменування регіону (області)					
		Волинська	Закарпатська	Кіровоградська	Рівненська	Тернопільська	Чернівецька
Вхід	Капітальні інвестиції, тис. грн	9121580	5080997	6745999	5650634	7296821	3319516
	Робоча сила працездатного віку по регіонах, тис. осіб	405	533	400	478	438	365
	Зайняте населення працездатного віку, тис. осіб	353	474	348	430	386	328
	Рівень зайнятості населення у % до населення працездатного віку	87	89	87	90	88	90
	Витрати на виконання наукових досліджень і розробок, млн грн	10	85	21	14	36	112
	Витрати на охорону навколишнього природного середовища у фактичних цінах, тис. грн	328115	283959	254414	569712	72604	242609
Вихід	Валовий регіональний продукт, млн грн	77404	62022	75208	71901	62661	45054
	Продуктивність праці, млн грн/ працююча особа працездатного віку	219	131	216	167	163	137
	Середньомісячна заробітна плата штатних працівників у розрахунку на одного штатного працівника, грн	9256	10193	9603	10254	9384	9166
	Валовий регіональний продукт у розрахунку на одну особу, грн	75193	49538	81166	62485	60565	50110
	Валовий регіональний продукт у розрахунку на одного зайнятого, грн	256899	156414	282131	195209	209312	148280
	Чистий прибуток (збиток) підприємств за регіонами, млн грн	1883	-918	4043	-1885	2924	1219
	Сальдо зовнішньої торгівлі товарами, тис. дол. США	-672797	94173	679898	86433	42166	-2462

Побудовано автором на основі [41].

Таблиця 2

Результати реалізації моделей DEA для оцінки ефективності розвитку регіонів

Регіон	Значення цільової функції Z за варіантами співвідношень				
	1	2	3	4	5
Волинська	1	1	1	1	1
Закарпатська	0,913	0,769	0,931	0,931	0,893
Кіровоградська	1	1	1	1	1
Рівненська	1	0,856	1	1	1
Тернопільська	0,877	0,871	0,880	0,880	0,880
Чернівецька	1	1	1	1	1

Побудовано автором.

Для оцінки ступеню неефективності функціонування Закарпатської та Тернопільської областей в розглянутих умовах було проаналізовано двоїсті змінні (тіньові ціни) за результатами розв'язання задач по регіонах (табл. 3).

З цієї таблиці видно, що функціонування неефективної Закарпатської області позиціонується відносно Рівненської та Чернівецької областей (2 тіньові ціни відрізняються від 0), а Тернопільської області – відносно Кіровоградської та Чернівецької областей. Використовуючи дані по входах і виходах та отримані тіньові ціни, можна розрахувати ступінь неефективності функціонування областей та визначити, за якими показниками серед розглянутих це сталося. Розрахуємо вектори середньозважених входу та виходу для Закарпатської та Тернопільської областей. Тим самим ми отримаємо показники для так званих «об'єд-

наних» або «еталонних» регіонів в розглянутих умовах, що функціонують ефективно.

Вектор середньозваженого входу для Закарпатської області (на основі об'єднання показників Рівненської та Чернівецької областей):

$$0,4559 \cdot \begin{pmatrix} 5650634 \\ 430 \\ 14 \end{pmatrix} + 0,6490 \cdot \begin{pmatrix} 3319516 \\ 328 \\ 112 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4730667 \\ 409 \\ 79 \end{pmatrix}.$$

Вектор середньозваженого виходу для Закарпатської області:

$$0,4559 \cdot \begin{pmatrix} 71901 \\ 10254 \end{pmatrix} + 0,6490 \cdot \begin{pmatrix} 45054 \\ 9166 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 62022 \\ 10624 \end{pmatrix}.$$

Аналогічно маємо наступні результати для Тернопільської області (на основі об'єднання Кіровоградської та Чернівецької областей):

$$\text{Вхід: } 0,8632 \cdot \begin{pmatrix} 6745999 \\ 348 \\ 21 \end{pmatrix} + 0,1194 \cdot \begin{pmatrix} 3319516 \\ 328 \\ 112 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6219382 \\ 339 \\ 32 \end{pmatrix}.$$

Тіньові ціни по обмеженнях задач

	Волинська	Закарпатська	Кіровоградська	Рівненська	Тернопільська	Чернівецька
Волинська	1	0	0	0	0	0
Закарпатська	0	0	0	0	0	0
Кіровоградська	0	0	1	0	0,8632	0
Рівненська	0	0,4559	0	1	0	0
Тернопільська	0	0	0	0	0	0
Чернівецька	0	0,6490	0	0	0,119	1
Z	1	0,9311	1	1	0,8801	1

Розраховано автором.

вихід:

$$0,8632 \cdot \binom{75208}{9603} + 0,1194 \cdot \binom{45054}{9166} = \binom{70297}{9384}.$$

Порівнюючи реальні показники з отриманими (бажаними) (табл. 4), можна зробити наступні висновки: щоб працювати ефективно, Закарпатська область має споживати менше ресурсів усіх трьох видів, ніж вона споживає (тобто на рівні бажаного), задля досягнення фактичних результатів діяльності. З іншого боку, за

наявних ресурсів результат виходу (по одній з розглянутих позицій) має бути більшим. Для Тернопільської області висновки такі ж самі.

Аналогічні розрахунки можуть бути проведені для більшої кількості регіонів, показників входу-виходу та за різними моделями. В кожному випадку отримані результати принесуть важливу інформацію для оцінки ефективності використання наявних ресурсів та формулювання заходів для підвищення ефективності функціонування регіонів.

Таблиця 4

Оцінка ступеню неефективності функціонування регіонів

Закарпатська область					
Входи			Виходи		
Реальне споживання	Бажане споживання	Відхилення (неефективність)	Реальний результат	Бажаний результат	Відхилення (неефективність)
5080997	4730667	350330	62022	62022	0
474	409	66	10193	10624	431
85	79	6			
Тернопільська область					
Входи			Виходи		
Реальне споживання	Бажане споживання	Реальне споживання	Бажане споживання	Реальне споживання	Бажане споживання
7296821	6219382	1077439	62661	70297	7636
386	339	46	9384	9384	0
36	32	4			

Розраховано автором.

Висновки. На основі проведеного аналізу різних підходів та методик до оцінки ефективності регіонального розвитку та виявлених на цій основі недоліків, які пов'язані з неповнотою інформації щодо ступеню ефективності використання наявних ресурсів та отриманих результатів, запропонований підхід на основі використання Data Envelopment Analysis. Даний підхід дозволяє всебічно підійти до відповіді на важливі запитання, які стосуються регіонального розвитку: які оцінити ефективність використання ресурсів, що є в розпорядженні регіонів, як можна порівняти регіони з точки зору повноти використання ресурсів і за якими напрямками слід працювати, щоб неефективно працюючі регіони могли стати ефективними. Підхід є достатньо універсальним, нескладним з точки зору реалізації і може бути застосованим до оцінки ефективності функціонування економічних об'єктів різного рівню: від окремого підприємства до їх об'єднання в різні кластери, окремих регіонів, областей тощо.

Список використаних джерел

1. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021–2027 роки: Постанова Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 р. № 695. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-%D0%BF/print>.

2. Бойко А. Планування регіонального розвитку в Україні. *Вісник КНТЕУ*. 2017. № 1. С. 19–35. URL: <http://visnik.knute.edu.ua/files/2017/01/3.pdf>.

3. Романюк С. А. Регіональний розвиток в Україні: минуле, сучасне. Майбутнє? *Демографія та соціальна економіка*. 2019. № 3 (37). С. 113–132. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/dse_2019_3_10.

4. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо формування регіональних стратегій розвитку: Наказ Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України від 29.07.2002 р. № 224. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0224569-02#Text>.

5. Деякі питання удосконалення системи моніторингу та оцінки результативності реалізації державної регіональної політики: Постанова Кабінету Міністрів України. від 20.12.2017 р. № 1029. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1029-2017-%D0%BF#Text>.

6. Про внесення змін до Порядку проведення розрахунку індексу конкурентоспроможності регіонів: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. № 768. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/768-2018-%D0%BF#Text>.

7. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 06.08.2014 р. № 385. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-%D0%BF#Text>.

8. Про затвердження Порядку розроблення Державної стратегії регіонального розвитку України і плану заходів з її реалізації, а також проведення моніторингу та оцінки результативності реалізації зазначених Стратегії і плану заходів: Постанова Кабінету Міністрів України від 11.11.2015 р. № 931. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/931-2015-%D0%BF#Text>.

9. Про затвердження Порядку розроблення регіональних стратегій розвитку і планів заходів з їх реалізації, а також проведення моніторингу та оцінки результативності реалізації зазначених регіональних стратегій і планів заходів: Постанова Кабінету Міністрів України від 11.11.2015 р. № 932. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2015-%D0%BF#Text>.

10. Про затвердження Методики розроблення, проведення моніторингу та оцінки результативності реалізації регіональних стратегій розвитку та планів заходів з їх реалізації: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 31.03.2016 р. № 79. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0632-16#Text>.

11. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. Проект 2017. UNDP. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83-%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8-%D0%B4%D0%BE-2030-%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83>.

12. Методичні рекомендації з планування, моніторингу та оцінювання процесів відновлення. UNDP. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/uploaded-files/mtd/metodrecplanuvannya.pdf>.

13. Методичні рекомендації зі здійснення моніторингу і оцінки реалізації планувальних документів із відновлення та розвитку територіальних громад. UNDP. 2023. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/metodychni-rekomendatsiyi-zi-zdiysnennya-monitorynghu-i-otsinky-realizatsiyi-planuvalnykh-dokumentiv-iz-vidnovlennya-ta-rozvytku>.

14. Сайкевич М. І., Симоненко Л. І., Захаріна О. В. Проблеми оцінки ефективності політики регіонального розвитку. *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. № 6. С. 66-70. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/6_2018/16.pdf.

15. Щелкунов В. І., Панасюк В. М., Гаман Н. О. Методичні підходи до оцінки ефективності реалізації цільових програм розвитку соціальної інфраструктури регіону. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2018. Т. 29(68). № 3. С. 123-128. URL: https://www.econ.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/29_68_3/27.pdf.

16. Андрусяк Н. О. Методика комплексного оцінювання ефективності реалізації еколого-економічних конкурентних переваг регіонів України. *Економічні горизонти*. 2018. № 4(7). С. 128-136. URL: <http://eh.udpu.edu.ua/article/view/189735/189250>.

17. Усюк Т. В., Фаріон Л. В. Методичні підходи до оцінки ефективності розвитку сільських територій за умов сталості. *Економіка АПК*. 2018. № 2. С. 64-70. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2018_2_10.

18. Науменко Ж. Г. Методика оцінки міжрегіонального диспропорційного розвитку. *Економіка: реалії часу*. 2015. №4. С. 33-40. URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2015/No4/33-40.pdf>.

19. Приходченко Т.А. Аналіз сучасного регіонального розвитку в Україні. *Економіка та держава*. 2018. № 5. С. 43-47. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/5_2018/12.pdf.

20. Гринів В. М. Оцінка потенціалу соціально-економічного розвитку регіонів. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2021. Том 6. № 4. С. 147-152. URL: http://ujae.org.ua/wp-content/uploads/2022/02/ujae_2021_r04_a17.pdf.

21. Ніколіна І. І., Бондар М. В. Оцінювання ефективності управління регіональним соціальним розвитком. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2018. № 6. С. 28-38. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efmapnp_2018_6_4.

22. Горбатов В. М., Ярошенко І. В. Світовий досвід оцінки соціально-економічного розвитку країн та їх регіонів. *БІЗНЕС ІНФОРМ*. 2016. № 4. С. 44-50. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/svitoviy-dosvid-otsinki-sotsialno-ekonomichnogo-rozvitku-krayin-ta-yih-regioniv>.

23. Теорія і практика кластеризації економіки: монографія / за наук. та заг. ред. М. П. Войнаренка, В. І. Дубницького. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2019. 336 с. URL: <http://elar.khmn.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7869/1/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F%EW.pdf>.

24. Liashenko V., Trushkina N. Cluster Component of Sustainable Regional Development: Romanian Practice and Ukrainian Realities. *Економічний вісник Донбасу*. 2021. № 4(66). С. 11-18. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-4\(66\)-11-18](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-4(66)-11-18).

25. Синиця С. М., Вакун О. В. Кластеризація регіонів за рівнем економічного потенціалу. *Економіка і суспільство*. 2017. № 12. С. 776-784. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/12_ukr/130.pdf.

26. Турський І. В. Економетричний підхід до кластеризації регіонів України за рівнем соціально-економічного розвитку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2017. Вип. 14. Ч. 2. С. 147-152. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/16859/1/%D0%95%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%9E%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%A0%D0%98%D0%A7%D0%9D%D0%98%D0%99%D0%9F%D0%86%D0%94%D0%A5%D0%86%D0%94%D0%9A%D0%9E%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%A1%D0%A2%D0%95%D0%A0%D0%98%D0%97%D0%90%D0%A6%D0%86%D0%87%D0%A0%D0%95%D0%93%D0%86%D0%9E%D0%9D%D0%86%D0%92%D0%A3%D0%9A%D0%A0%D0%90%D0%87%D0%9D%D0%98.pdf>.

27. Єрмак С. О. Кластерний аналіз регіонів України за ключовими індикаторами рівня інноваційного розвитку. *Економіка розвитку*. 2017. № 3 (83). С. 34-43. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebro_2017_3_6.

28. Войтович А. Д. Кластеризація регіонів за рівнем соціально-економічного розвитку. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. № 4. Т. 1. С. 248-252. URL: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/ekon/2010_4_1/248-252.pdf.

29. Тульчинська О. С. Регіональний розвиток у контексті запровадження кластерного підходу. *Інвестиції: практика та досвід*. 2012. № 14. С. 40-42. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2012_14_12.

30. Rudskaya, I., Kryzhko, D., Shvediani, A., Missler-Behr, M. Regional Open Innovation Systems in a Transition Economy: A Two-Stage DEA Model to Estimate Effectiveness. *Journal of Open Innovation:*

- Technolgy. Market, and. Complexity.* (2022), 8, 41. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc8010041R>.
31. Ling-rong Wu, Weizhong Chen, Technological achievements in regional economic development: An econometrics analysis based on DEA. *Heliyon.* 9 (2023) e17023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023. e17023>.
 32. Martin Flegl, Eva Selene Hernández Gress. A two-stage Data Envelopment Analysis model for investigating the efficiency of the public security in Mexico. *Decision Analysis Journal.* 6 (2023) 100181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100181>.
 33. Diogo Cunha Ferreira, José Rui Figueira, Salvatore Greco, Rui Cunha Marques, Data Envelopment Analysis models with imperfect knowledge of input and output values: An application to Portuguese public hospital. *Expert Systems With Applications.* 231 (2023) 120543. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120543>.
 34. Karolina Smęteka, Danuta Zawadzka, Agnieszka Strzelecka. Examples of the use of Data Envelopment Analysis (DEA) to assess the financial effectiveness of insurance companies. *Procedia Computer Science.* 207 (2022). 3924–3930. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.454>.
 35. Marcelo Azevedo Costa, Cláudio Vítor Maquiné Salvador, Aline Veronese da Silva. Stochastic Data Envelopment Analysis applied to the 2015 Brazilian energy distribution benchmarking model. *Decision Analysis Journal.* 3 (2022) 100061. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100061>.
 36. Qin-Wen Xiao, Ze Tian, Fang-Rong Ren. Efficiency assessment of electricity generation in China using meta-frontier data envelopment analysis: Cross-regional comparison based on different electricity generation energy sources. *Energy Strategy Reviews.* 39 (2022) 100767. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100767>.
 37. Maiquiel Schmidt de Oliveira, Vilmar Steffen, Antonio Carlos de Francisco, Flavio Trojan. Integrated data envelopment analysis, multi-criteria decision making, and cluster analysis methods: Trends and perspectives. *Decision Analytics Journal.* 8 (2023) 100271. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100271>.
 38. Іванов С. М. Оцінювання ефективності функціонування одиниць прийняття рішень методом DEA. *Теорія модернізації в контексті сучасної світової науки: матеріали І Міжнародної наукової конференції, м. Полтава, 23 червня, 2023 р. Секція XVIII. Системний аналіз, моделювання та оптимізація / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: Європейська наукова платформа. 2023. С. 172-178. URL: <https://archive.mcmd.org.ua/index.php/conference-proceeding/issue/view/23.06.2023/32>.*
 39. Charnes A., Cooper W. W., and Rhodes E. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research.* 2 (1978). P. 429-444. URL: <https://personal.utdallas.edu/~ryoung/phdseminar/CCR1978.pdf>.
 40. Banker R. D., Charnes A., and Cooper W. W. Some models for estimating technical abs scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science.* 30. No. 9 (1984). P. 1078-1092. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>.
 41. Регіональна статистика. Державна служба статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/sestr.htm.
- Ministriv Ukrainy vid 05.08.2020 r. № 695 [On the approval of the State Regional Development Strategy for 2021–2027: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 5, 2020 No. 695]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-%D0%BF/print> [in Ukrainian].
2. Boiko, A. (2017). Planuvannia rehionalnoho rozvytku v Ukraini [From traditional to strategic regional development planning in Ukraine]. *Visnyk KNTEU – Bulletin of the Kyiv National University of Trade and Economics*, № 1. pp. 19–35. Retrieved from <http://visnik.knute.edu.ua/files/2017/01/3.pdf> [in Ukrainian]
 3. Romanyuk, S. A. (2019). Rehionalnyi rozvytok v Ukraini: mynule, suchasne. Maibutnie? [Regional development in Ukraine: past, today. Future?]. *Demohrafiia ta sotsialna ekonomika – Demography and social economy*, 3 (37), pp. 113–132. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/dse_2019_3_10 [in Ukrainian].
 4. Pro zatverdzhennia Metodychnykh rekomendatsii shchodo formuvannia rehionalnykh stratehii rozvytku: Nakaz Ministerstva ekonomiky ta z pytan yevropeiskoi intehratsii Ukrainy vid 29.07.2002 r. № 224 [On the approval of Methodological recommendations for the formation of regional development strategies: Order of the Ministry of Economy and European Integration of Ukraine dated July 29, 2002 No. 224]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0224569-02#Text> [in Ukrainian].
 5. Deiaki pytannia udoskonalennia systemy monitorynhu ta otsinky rezultatyvnosti realizatsii derzhavnoi rehionalnoi polityky: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy. vid 20.12.2017 r. № 1029 [Some issues of improving the system of monitoring and evaluating the effectiveness of state regional policy implementation: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine. dated 12/20/2017 No. 1029]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1029-2017-%D0%BF#Text> [in Ukrainian]
 6. Pro vnesennia zmin do Poriadku provedennia rozrakhunku indeksu konkurentospromozhnosti rehioniv: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 19.09.2018 r. № 768 [On making changes to the Procedure for calculating the competitiveness index of regions: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated September 19, 2018 No. 768]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/768-2018-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
 7. Pro zatverdzhennia Derzhavnoi stratehii rehionalnoho rozvytku na period do 2020 roku: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 06.08.2014 r. № 385 [On the approval of the State Regional Development Strategy for the period until 2020: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 6, 2014 No. 385]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
 8. Pro zatverdzhennia Poriadku rozroblennia Derzhavnoi stratehii rehionalnoho rozvytku Ukrainy i planu zakhodiv z yii realizatsii, a takozh provedennia monitorynhu ta otsinky rezultatyvnosti realizatsii zaznachenykh Stratehii i planu zakhodiv: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy. vid 11.11.2015 r. № 931 [On the approval of the Procedure for the development of the State Strategy for Regional Development of Ukraine and the plan of measures for its implementation, as well as monitoring and evaluation of the effectiveness of the implementation of the specified Strategy and the plan of measures: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine. dated 11.11.2015 No. 931]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/931-2015-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
 9. Pro zatverdzhennia Poriadku rozroblennia rehionalnykh stratehii rozvytku i planiv zakhodiv z yikh realizatsii,

References

1. Pro zatverdzhennia Derzhavnoi stratehii rehionalnoho rozvytku na 2021–2027 roky: Postanova Kabinetu



a takozh provedennia monitorynhu ta otsinky rezultatyvnosti realizatsii zaznachenykh rehionalnykh stratehii i planiv zakhodiv: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 11.11.2015 r. № 932 [On the approval of the Procedure for the development of regional development strategies and action plans for their implementation, as well as monitoring and evaluation of the effectiveness of the implementation of the specified regional strategies and action plans: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated November 11, 2015 No. 932]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2015-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].

10. Pro zatverdzhenia Metodyky rozroblennia, provedennia monitorynhu ta otsinky rezultatyvnosti realizatsii rehionalnykh stratehii rozvytku ta planiv zakhodiv z yikh realizatsii: Nakaz Ministerstva rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy vid 31.03.2016 r. № 79 [On the approval of the Methodology for the development, monitoring and evaluation of the effectiveness of the implementation of regional development strategies and action plans for their implementation: Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine dated 31.03.2016 No. 79]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0632-16#Text> [in Ukrainian].

11. Stratehii staloho rozvytku Ukrainy do 2030 roku. Proekt 2017 [Strategy of sustainable development of Ukraine until 2030. Project 2017]. UNDP. Retrieved from <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83-%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8-%D0%B4%D0%BE-2030-%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83> [in Ukrainian].

12. Metodychni rekomendatsii z planuvannia, monitorynhu ta otsiniuvannia protsesiv vidnovlennia [Methodological recommendations for planning, monitoring and evaluation of restoration processes]. UNDP. Retrieved from <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/uploaded-files/mtd/metodrecplanuvannya.pdf> [in Ukrainian].

13. Metodychni rekomendatsii zi zdiisnennia monitorynhu i otsinky realizatsii planuvalnykh dokumentiv iz vidnovlennia ta rozvytku terytorialnykh hromad [Methodological recommendations for monitoring and evaluating the implementation of planning documents for the recovery and development of territorial communities]. (2023). UNDP. Retrieved from <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/metodychni-rekomendatsiyi-zi-zdiysnennya-monitorynhu-i-otsinky-realizatsiyi-planuvalnykh-dokumentiv-iz-vidnovlennya-ta-rozvytku> [in Ukrainian].

14. Saykevich, M. I., Symonenko, L. I., Zakharina, O. V. (2018). Problemy otsinky efektyvnosti polityky rehionalnoho rozvytku [Regional development policy and its valuation issues]. *Investycii: praktyka ta dosvid – Investments: practice and experience*, 6, pp. 66–70. Retrieved from http://www.investplan.com.ua/pdf/6_2018/16.pdf [in Ukrainian].

15. Shchelkunov, V. I., Panasiuk, V. M., Haman, N. O. (2018). Metodychni pidkhody do otsinky efektyvnosti realizatsii tsilovykh prohram rozvytku sotsialnoi infrastruktury rehionu [Methodological approaches to assessing efficiency of implementation of targeted social infrastructure development programs of the region]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriya: Ekonomika i upravlinnia – Academic notes of the Tavri National University named after V. I. Vernadskyyi. Series: Economics*

and management, Vol. 29(68), no. 3, pp. 123–128. Retrieved from https://www.econ.vernadskyyjournals.in.ua/journals/2018/29_68_3/27.pdf [in Ukrainian].

16. Andrusiak, N. O. (2018). Metodyka kompleksnoho otsiniuvannia efektyvnosti realizatsii ekolohekonomichnykh konkurentnykh perevah rehioniv Ukrainy. [Methods for evaluating the implementation efficiency of integrated environmental and economic competitive advantages of the Ukrainian regions]. *Ekonomichni horyzonty – Economies' Horizons*, no. 4(7), pp. 128–136. Retrieved from <http://eh.udpu.edu.ua/article/view/189735/189250> [in Ukrainian].

17. Usiuk, T. V., Farion, L. V. (2018). Metodychni pidkhody do otsinky efektyvnosti rozvytku silskykh terytorii za umov stalosti [The methodological approaches to evaluation of the development efficiency of rural areas in terms of sustainability]. *Ekonomika APK – Economy of agro-industrial complex*, 2, pp. 64–70. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2018_2_10 [in Ukrainian].

18. Naumenko, Zh. G. (2015). Metodyka otsinky mizhrehionalnoho dysproportsiinoho rozvytku [Methodology for assessing interregional disproportional development]. *Ekonomika: realii chasu – Economy: realities of time*, 4, pp. 33–40. Retrieved from <https://economics.net.ua/files/archive/2015/No4/33-40.pdf> [in Ukrainian].

19. Prykhodchenko, T. A. (2018). Analiz suchasnoho rehionalnoho rozvytku v Ukraini [Analysis of modern regional development in Ukraine]. *Ekonomika ta derzhava*, 5, pp. 43–47. Retrieved from http://www.economy.in.ua/pdf/5_2018/12.pdf [in Ukrainian].

20. Hryniv, V. M. (2021). Otsinka potentsialu sotsialno-ekonomichnoho rozvytku rehioniv [Assessment of socio-economic development of regions potential]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky ta tekhniki – Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, Vol. 6, no. 4, pp. 147–152. Retrieved from http://ujae.org.ua/wp-content/uploads/2022/02/ujae_2021_r04_a17.pdf [in Ukrainian].

21. Nikolina, I. I., Bondar, M. V. (2018). Otsiniuvannia efektyvnosti upravlinnia rehionalnym sotsialnym rozvytkom [Evaluation of effectiveness of regional social development management]. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktykym – Economy, finances, management: Topical issues of science and practical activity*, 6, pp. 28–38. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/efmapnp_2018_6_4 [in Ukrainian].

22. Horbatov, V. M., Yaroshenko, I. V. (2016). Svitovyi dosvid otsinky sotsialno-ekonomichnoho rozvytku krain ta yikh rehioniv [Global experience as to evaluation of the socio-economic development of countries and their regions]. *Biznes Inform*, 4, pp. 44–50. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/svitoviy-dosvid-otsinki-sotsialno-ekonomichnogo-rozvitku-krayin-ta-yih-regioniv> [in Ukrainian].

23. Voinarenko, M. P., Dubnytskyi, V. I. (Eds.). (2019). Teoriia i praktyka klasteryzatsii ekonomiky [Theory and practice of economic clustering]. Kamianets-Podilskyi, Aksioma. 336 p. Retrieved from <http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7869/1/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8FNew.pdf> [in Ukrainian].

24. Liashenko, V., Trushkina, N. (2021). Cluster Component of Sustainable Regional Development: Romanian Practice and Ukrainian Realities. *Ekonomichniy visnyk Donbasu – Economic Herald of the Donbas*, 4(66), pp. 11–18. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-4\(66\)-11-18](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2021-4(66)-11-18).

25. Sinitza, S. M., Vakun, O. V. (2017). Klasteryzatsiia rehioniv za rivnem ekonomichnoho potentsialu [Clusterization of regions by the level of economic potential]. *Ekonomika i suspilstvo – Economy and society*, 12, pp. 776–784. Retrieved from https://economyandsociety.in.ua/journals/12_ukr/130.pdf [in Ukrainian].
26. Turskyi, I. V. (2017). Ekonometrychnyi pidkhid do klasteryzatsii rehioniv Ukrainy za rivnem sotsialno-ekonomichnoho rozvytku [Econometric approach to Ukraine's regions clusterization on the social-economic development level]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo – Uzhhorod National University Herald. Series: International economic relations and the world economy*, Issue 14, part 2, pp. 147–152. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/16859/1/%d0%95%d0%9a%d0%9e%d0%9d%d0%9e%d0%9c%d0%95%d0%a2%d0%a0%d0%98%d0%a7%d0%9d%d0%98%d0%99%20%d0%9f%d0%86%d0%94%d0%a5%d0%86%d0%94%20%d0%94%d0%9e%20%d0%9a%d0%9b%d0%90%d0%a1%d0%a2%d0%95%d0%a0%d0%98%d0%97%d0%90%d0%a6%d0%86%d0%87%20%d0%a0%d0%95%d0%93%d0%86%d0%9e%d0%9d%d0%86%d0%92%20%d0%a3%d0%9a%d0%a0%d0%90%d0%87%d0%9d%d0%98.pdf> [in Ukrainian].
27. Yermak, S. O. (2017). Klasternyi analiz rehioniv Ukrainy za kliuchovymi indykatoramy rivnia innovatsiinoho rozvytku [Cluster analysis of Ukraine's regions based on the key indicators of the innovation development level]. *Ekonomika rozvytku – Economics of development*, 3 (83), pp. 34–43. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecro_2017_3_6 [in Ukrainian].
28. Voitovych, A. D. (2010). Klasteryzatsiia rehioniv za rivnem sotsialno-ekonomichnoho rozvytku. [Clustering of regions by level of socio-economic development]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of the Khmelnytskyi National University*, No. 4, Vol. 1, pp. 248–252. Retrieved from http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/ekon/2010_4_1/248-252.pdf [in Ukrainian].
29. Tulchynska, O. S. (2012). Rehionalnyi rozvytok u konteksti zaprovadzhennia klasterneho pidkhodu. Investytsii: praktyka ta dosvid [Regional development in the context of implementing the cluster approach]. *Investytsii: praktyka ta dosvid – Investments: practice and experience*, 14, pp. 40–42. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2012_14_12 [in Ukrainian].
30. Rudskaya, I., Kryzhko, D., Shvediani, A., Missler-Behr, M. (2022). Regional Open Innovation Systems in a Transition Economy: A Two-Stage DEA Model to Estimate Effectiveness. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8, 41. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc8010041R>.
31. Ling-rong Wu, Weizhong Chen. (2023). Technological achievements in regional economic development: An econometrics analysis based on DEA. *Heliyon*, 9 e17023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17023>.
32. Martin Flegl, Eva Selene Hernández Gress. (2023). A two-stage Data Envelopment Analysis model for investigating the efficiency of the public security in Mexico. *Decision Analysis Journal*, 6 100181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100181>.
33. Diogo Cunha Ferreira, José Rui Figueira, Salvatore Greco, Rui Cunha Marques. (2023). Data Envelopment Analysis models with imperfect knowledge of input and output values: An application to Portuguese public hospital. *Expert Systems With Applications*. 231 120543. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120543>.
34. Karolina Smęteka, Danuta Zawadzka, Agnieszka Strzelecka. (2022). Examples of the use of Data Envelopment Analysis (DEA) to assess the financial effectiveness of insurance companies. *Procedia Computer Science*, 207, pp. 3924–3930. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.454>.
35. Marcelo Azevedo Costa, Cláudio Vítor Maquiné Salvador, Aline Veronese da Silva. (2022). Stochastic Data Envelopment Analysis applied to the 2015 Brazilian energy distribution benchmarking model. *Decision Analysis Journal*, 3 100061. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100061>.
36. Qin-Wen Xiao, Ze Tian, Fang-Rong Ren. (2022). Efficiency assessment of electricity generation in China using meta-frontier data envelopment analysis: Cross-regional comparison based on different electricity generation energy sources. *Energy Strategy Reviews*, 39 100767. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100767>.
37. Maiquel Schmidt de Oliveira, Vilmar Steffen, Antonio Carlos de Francisco, Flavio Trojan. (2023). Integrated data envelopment analysis, multi-criteria decision making, and cluster analysis methods: Trends and perspectives. *Decision Analytics Journal*, 8 100271. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100271>.
38. Ivanov, S. M. (2023). Otsiniuvannia efektyvnosti funktsionuvannia odnynts pryiniattia rishen metodom DEA [Evaluation of the decision-making units' effectiveness by the DEA method]. *Teoriia modernizatsii v konteksti suchasnoi svitovoi nauky [The theory of modernization in the context of modern world science]*: Proceedings of the 1st International Scientific Conference. Section XVIII. System analysis, modeling and optimization. (pp. 172–178). Vinnitsa, European Scientific Platform. Retrieved from <https://archive.mcmd.org.ua/index.php/conference-proceeding/issue/view/23.06.2023/32> [in Ukrainian].
39. Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2, pp. 429–444. Retrieved from <https://personal.utdallas.edu/~ryoung/phdseminar/CCR1978.pdf>.
40. Banker, R. D., Charnes, A., and Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical abs scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, Vol. 30, No. 9, pp. 1078–1092. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>.
41. Rehionalna statystyka [Regional statistics]. *State Statistics Service of Ukraine*. Retrieved from https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/sestr.htm [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 02.05.2023

Формат цитування:

Іванов С. М. Порівняльна оцінка ефективності розвитку окремих регіонів України за допомогою Data Envelopment Analysis. *Вісник економічної науки України*. 2023. № 1 (44). С. 13–23. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1\(44\).13-23](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1(44).13-23)

Ivanov, S. M. (2023). Comparative Assessment of Certain Regions of Ukraine Development Effectiveness Using Data Envelopment Analysis. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 1 (44), pp. 13–23. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1\(44\).13-23](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1(44).13-23)

