

DOI: <https://doi.org/10.32836/2521-666X/2021-76-2>  
УДК:332.02

**Рудаченко О.О.**

кандидат економічних наук, доцент,  
Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова

**Клебанова Т.С.**

доктор економічних наук, професор,  
Харківський національний економічний університет  
імені С. Кузнеця

**Полукетова Н.Р.**

доктор економічних наук, доцент,  
Агротехнологічна академія Кримського федерального університету  
імені В.І Вернадського

**Rudachenko Olha**

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

**Klebanova Tamara**

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

**Poluektova Nataliya**

Agrotechnological Academy, V.I. Vernadsky Crimean Federal University

**ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ АНАЛІЗУ ОБОЛОНОК ДАНИХ (DEA)  
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ УРЯДУ  
НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ**

**CONSTRUCTION OF MODELS OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)  
FOR DETERMINATION EFFECTIVENESS OF GOVERNMENT SOCIAL POLICY  
AT THE REGIONAL LEVEL**

*У статті розглянуто проблему оцінки ефективності соціальної політики на регіональному рівні. Досліджено основні проблеми, викликані пандемією COVID-19. Доведено, що ці проблеми є актуальними, оскільки уряд та інші міжнародні установи не визначили єдиних підходів і правил для державного регулювання під час пандемії. Дослідження проведено на прикладі Дніпропетровського регіону (лідера ВРП). Запропонована у статті модель дає змогу оцінити ефективність державних рішень шляхом порівняння впливу соціальних показників на валовий регіональний продукт. Математичним апаратом, який використовується у статті, є Data Envelopment Analysis, DEA. Результати дослідження показали, що такий підхід дає змогу оцінити ефективність державного регулювання та запропонувати напрями потенційного вдосконалення.*

**Ключові слова:** регіон, модель, підвищення ефективності, управління, політика уряду.

*В статье рассматривается проблема оценки эффективности социальной политики на региональном уровне. Исследованы основные проблемы, вызванные пандемией COVID-19. Доказано, что эти проблемы актуальны, поскольку правительство и другие международные учреждения не определили единых подходов и правил для государственного регулирования во время пандемии. Исследование проведено на примере Днепропетровского региона (лидера по ВРП). Предложенная в статье модель позволяет оценить эффективность государственных решений путем сравнения влияния социальных показателей на валовой региональный продукт. Математическим аппаратом, используемым в статье, является Data Envelopment Analysis, DEA. Результаты исследования показали, что такой подход позволяет оценить эффективность государственного регулирования и предложить направления потенциального усовершенствования.*

**Ключевые слова:** регион, модель, повышение эффективности, управление, политика правительства.

*The article considers the problem of assessing the effectiveness of social policy at the regional level. The main problems caused by the Covid-19 pandemic have been studied. These include: an increase in the number of unemployed, the constant rise in prices for essential goods for consumption, the constant accumulation of non-payment for consumed housing and communal services, rising tariffs for urban transportation, delays in paying subsidies and financial assistance to low-income families. Further can lead to social tension. These problems have been shown to be relevant because the government and other international agencies have not defined common approaches and rules for government regulation during a pandemic. The global coronavirus pandemic continues to this day. Therefore, it is important today to find methods that will allow us to analyze the effectiveness of measures taken at the level of regions of Ukraine. The study is conducted on the example of the Dnipropetrovsk region (GRP leader). The model proposed in the article makes it possible to assess the effectiveness of government decisions by comparing the impact of social indicators on gross regional product. The mathematical apparatus used in the article is Data Envelopment Analysis, DEA. This model, in our opinion, allows us to assess the effectiveness of management in very different in size and level of regions of the countries based on the identification of leading*

regions in terms of social development of the country. Based on the results of the study, it can be concluded that the proposed method of data shell analysis can be used as a tool to assess the Government's performance in terms of the effectiveness of the measures taken to achieve some strategic goals. The method allowed to show relative efficiency in comparison with results of activity of similar regions, considering influence of the social indicators expressed in various metrics. More specific conclusions can be drawn from the above data and used to improve systems of government regulation. This approach can be used at the state level, where the resulting value will be gross domestic product.

**Key words:** region, model, efficiency increase, management, Government policy.

**Постановка проблеми.** За останні роки в Україні спостерігається збільшення підприємств-банкрутів, унаслідок чого відбувається і збільшення кількості безробітного населення, постійне подорожчання першочергових товарів, необхідних для споживання, постійне накопичення неплатежів за спожиті житлово-комунальні послуги, підвищення тарифів на міські перевезення населення, що в подальшому може призвести до соціального напруження. Така негативна ситуація пов'язана передусім із пандемією коронавірусу COVID-19, яка поставила людство перед несподіваними і складними викликами. Тому особливо актуальним вважаємо визначення ефективності прийнятих урядом рішень як на рівні регіонів, так і держави у цілому.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз оболонок даних (DEA) – це модель, яка успішно використовується для оцінки технічної ефективності складних систем. Уперше М. Фаррелл запропонував цю модель для оцінки порівняльної ефективності систем з одним входом і одним виходом [5].

А. Чарнса, У. Купер та Е. Родес [3; 4] та інші науковці пропонують мультиплікативні та адитивні версії моделей даного типу. Цікаві результати дослідження представлені також із застосування цього підходу до вирішення багатьох різноманітних проблем оцінки ефективності. Саме цьому присвячено велику кількість робіт зарубіжних науковців [6; 8–10]. Однак застосування цього підходу у вітчизняній економіці на рівні регіонів й досі не знайшло відобра-

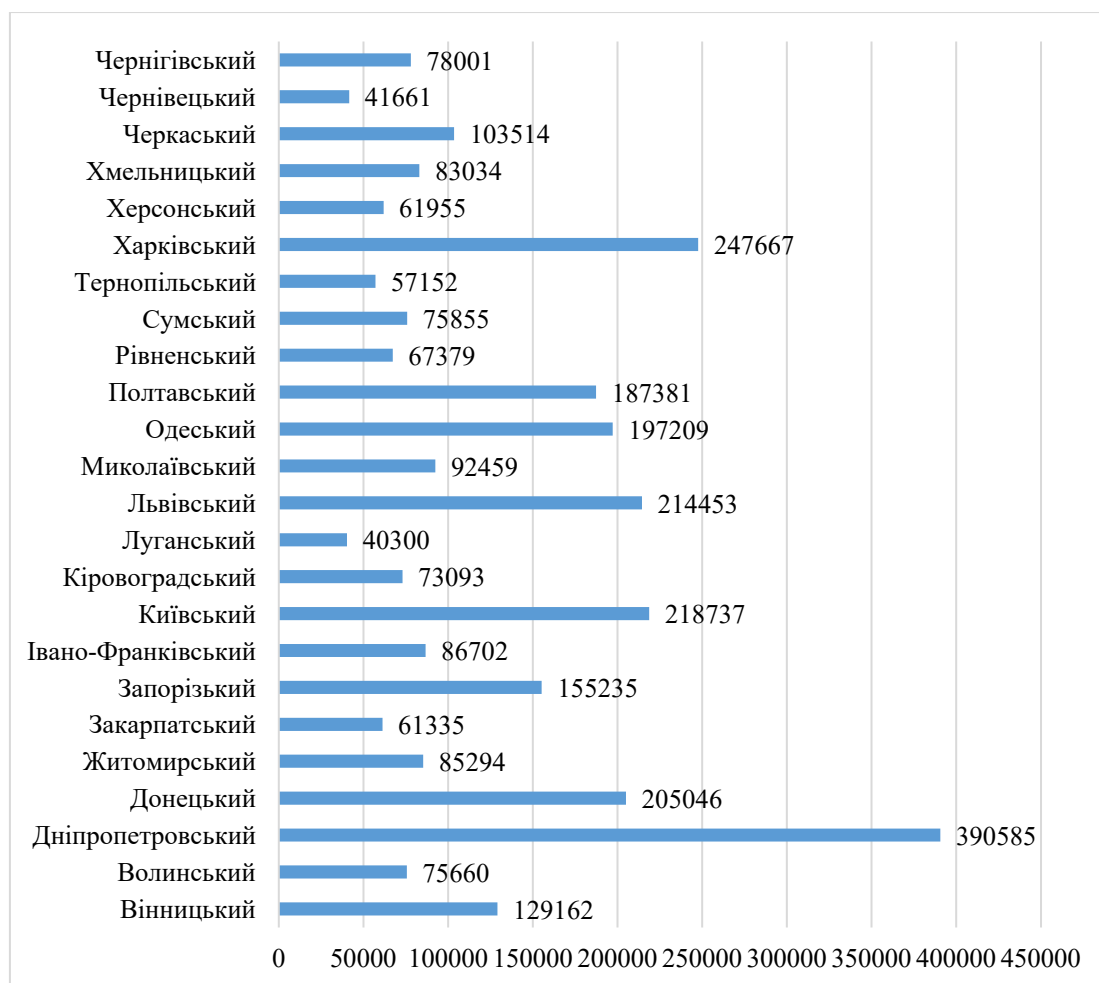


Рис. 1. Значення показника ВРП, млн грн

Джерело: розроблено авторами на основі [1]

ження в наукових працях, що і робить статтю особливо актуальною.

**Мета статті** полягає у побудові моделей аналізу оболонок даних, що дадуть можливість визначити ефективність соціальної політики управління як на регіональному рівні, так і державному.

**Вклад основного матеріалу.** Несприятливі епідеміологічні та економічні умови на початку 2020 р. призвели до погіршення ситуації на національних ринках праці більшості розвинених країн та країн, що розвиваються, зниження зайнятості і відповідного зростання безробіття.

Так, починаючи з лютого-березня 2020 р. у зв'язку з поширенням пандемії COVID-19 більшість країн світу, у тому числі й Україна, почали впроваджувати заходи, які спрямовані на обмеження поширення хвороби. При цьому значна частина фінансових ресурсів країни була спрямована саме на галузь охорони здоров'я, унаслідок чого постраждали інші галузі країни. Такі дії з боку уряду можуть викликати масові протести та незадоволеність населення, що в подальшому призведе до соціального напруження [2].

Пандемія коронавірусу у світі триває й досі, тому важливим сьогодні вважаємо пошук методів, що дадуть можливість проаналізувати ефективність заходів, які вживаються на рівні регіонів України.

У статті пропонується підхід, який дає можливість оцінити ефективність впливу саме соціальної політики уряду в різних регіонах України на формування ВРП із застосуванням методу аналізу оболонок даних (Data Envelopment Analysis, DEA). Саме цей підхід, на нашу думку, дає змогу оцінювати ефективність управління в дуже різних за розміром і рівнем регіонах країни на основі виявлення регіонів-лідерів за показниками соціального розвитку країни.

На рис. 1 представлено значення показника ВРП за регіонами на основі статистичних даних Державної служби статистики України за 2019 р. [1].

Серед наведених на рис. 1 значень перше місце посідає Дніпропетровський регіон – 390 585 млн грн, друге місце – Харківський – 247 667 млн грн та третє – Київський – 218 737 млн грн. Найменші показники в Чернівецькому, Луганському і Тернопільському регіонах. Тому вважаємо за доцільне розглянути запропонований підхід саме на прикладі Дніпропетровського регіону.

Аналіз оболонок даних (Data Envelopment Analysis, DEA) – це метод, який успішно використовується для оцінки технічної ефективності діяльності складних систем [7]. Метод дає змогу оцінювати співвідношення витрат і результатів діяльності будь-якого об'єкта, яке порівнюється з максимально можливим співвідношенням для групи подібних об'єктів.

Таблиця 1

Відносні показники соціального розвитку регіонів за 2019 р.

Регіон	Кількість зареєстрованих безробітних на кінець періоду (за даними Державної служби зайнятості), тис осіб/особу	Середньомісячна заробітна плата одного працівника номінальна, грн	Сума заборгованості з виплати заробітної плати, грн/особу	Валовий регіональний продукт, млн грн/особу
Вінницький	0,013523867	7801,0	7,635484556	0,0674529
Волинський	0,007562382	7324,0	18,6150951	0,0551747
Дніпропетровський	0,008090289	8862,0	39,06633659	0,1073384
Донецький	0,002613868	9686,0	109,7340438	0,0430745
Житомирський	0,011835671	7372,0	4,386647376	0,0572191
Закарпатський	0,003668873	8070,0	1,914194631	0,0381004
Запорізький	0,01321559	8726,0	74,90809831	0,083457
Івано-Франківський	0,005920633	7551,0	14,32646954	0,0523402
Київський	0,006906062	9097,0	72,82245694	0,0995404
Кіровоградський	0,026353844	7191,0	17,90709932	0,100471
Луганський	0,004409574	7365,0	299,5283907	0,0174356
Львівський	0,008735105	8001,0	53,97512451	0,1073542
Миколаївський	0,021353555	8160,0	134,8919692	0,0996692
Одеський	0,008578252	8011,0	30,36826372	0,1001391
Полтавський	0,023408645	8375,0	43,70382414	0,1951518
Рівненський	0,021894294	7469,0	101,0786589	0,0950153
Сумський	0,020905547	7324,0	159,4216581	0,0839712
Тернопільський	0,020264836	6969,0	9,710233953	0,092998
Харківський	0,010194053	7657,0	104,0256779	0,0937287
Херсонський	0,017740691	7058,0	11,40473011	0,080854
Хмельницький	0,017897973	7346,0	8,047150754	0,0950778
Черкаський	0,026227305	7478,0	163,4049525	0,1208045
Чернівецький	0,00654369	6991,0	1,996379898	0,0351255
Чернігівський	0,011903633	6995,0	10,0878246	0,0631451

Джерело: розроблено авторами на основі [1]

У табл. 1 за даними Державної служби статистики України [1] наведено відносні показники соціального розвитку регіонів за 2019 р. у перерахунку на одну особу.

Далі для розрахунку як вхідні дані беремо зворотні значення за показниками кількості зареєстрованих

безробітних на кінець періоду та суми заборгованості з виплати заробітної плати, тому що безробітних повинно бути менше і заборгованість із заробітної плати повинна бути менше, щоб ВРП був більше (табл. 2).

Таблиця 2

Показники соціального розвитку регіонів за 2019 р.

Регіон	Кількість зареєстрованих безробітних на кінець періоду (за даними Державної служби зайнятості), тис осіб/особу, зворотне значення	Середньомісячна заробітна плата одного працівника номінальна, грн	Сума заборгованості з виплати заробітної плати, грн/особу, зворотне значення	Валовий регіональний продукт, млн. грн/
Вінницький	73,94	7801,0	0,130967458	0,06745295
Волинський	132,23	7324,0	0,053719844	0,055174658
Дніпропетровський	123,60	8862,0	0,025597486	0,107338394
Донецький	382,57	9686,0	0,009112942	0,043074541
Житомирський	84,49	7372,0	0,227964528	0,057219139
Закарпатський	272,56	8070,0	0,522412917	0,038100435
Запорізький	75,67	8726,0	0,013349691	0,083456993
Івано-Франківський	168,90	7551,0	0,069800867	0,05234022
Київський	144,80	9097,0	0,013732028	0,099540406
Кіровоградський	37,95	7191,0	0,055843774	0,100471
Луганський	226,78	7365,0	0,003338582	0,017435629
Львівський	114,48	8001,0	0,018527053	0,107354205
Миколаївський	46,83	8160,0	0,00741334	0,099669181
Одеський	116,57	8011,0	0,032929113	0,100139078
Полтавський	42,72	8375,0	0,022881293	0,195151779
Рівненський	45,67	7469,0	0,009893285	0,09501532
Сумський	47,83	7324,0	0,006272673	0,083971178
Тернопільський	49,35	6969,0	0,10298413	0,092997985
Харківський	98,10	7657,0	0,009613011	0,093728694
Херсонський	56,37	7058,0	0,087682917	0,080854025
Хмельницький	55,87	7346,0	0,124267586	0,095077779
Черкаський	38,13	7478,0	0,006119766	0,120804521
Чернівецький	152,82	6991,0	0,500906667	0,035125473
Чернігівський	84,01	6995,0	0,0991294	0,063145099

Джерело: розроблено авторами на основі [1]

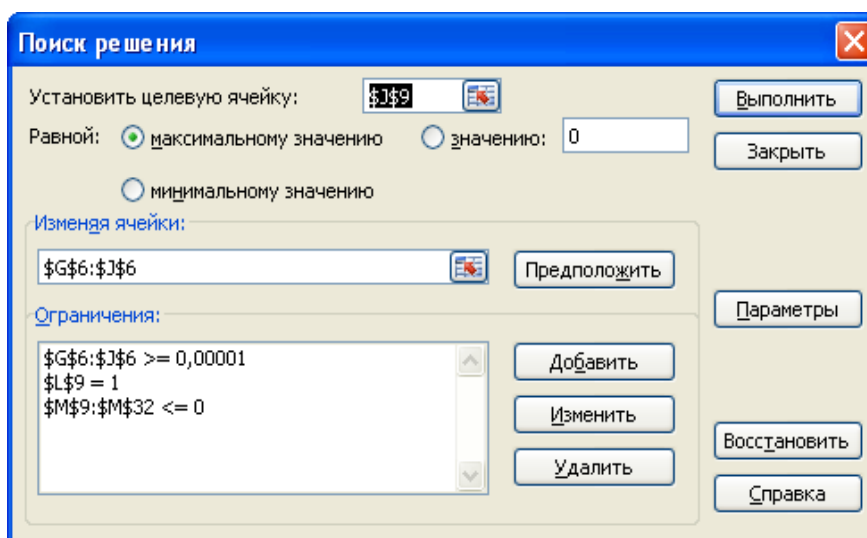


Рис. 2. Пошук рішень для Дніпропетровського регіону

Джерело: розроблено авторами

Таким чином, вирішується завдання лінійного програмування для кожного окремого регіону. Ефективним (але тільки порівняно з іншими регіонами) вважається управління соціальним розвитком, якщо цільова функція близька до 1. Це доводить, що порівняно з іншими подібними регіонами у цьому регіоні ресурси були використані максимально ефективно.

Нижче наведено більш детальний опис оцінки ефективності соціальної політики уряду на прикладі Дніпропетровського регіону, адже саме цей регіон входить до трійки лідерів за показниками ВРП.

Таблиця 3

**Обмеження для Дніпропетровського регіону**

Для Дніпропетровського регіону сума творів вхідів на їхні вагові коефіцієнти	По всіх областях знаходимо різницю між сумою творів виходів і сумою творів вхідів
1	-0,48061
	-0,88703
	-0,55481
	-0,72787
	-0,58036
	-0,59944
	-0,54504
	-0,32466
	-0,74795
	-0,3834
	-0,43783
	-0,41947
	1,48E-12
	-0,38246
	-0,41959
	-0,33591
	-0,4104
	-0,40478
	-0,3684
	-0,25861
-0,61947	
-0,48364	
0	
0	

Джерело: розроблено авторами

Вибираємо порожні осередки для трьох вхідних вагових коефіцієнтів  $X$  і одного вихідного коефіцієнта  $Y$ . Вхідними показниками  $X$  є кількість зареєстрованих безробітних на кінець періоду, середньомісячна заробітна плата одного працівника номінальна та сума заборгованості з виплати заробітної плати; вихідним коефіцієнтом  $Y$  – ВРП. Дані для розрахунку наведено вище в табл. 2.

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y$
0,00001	0,000113	0,0000100002965922482	4,83883

Далі складаємо цільову функцію і систему обмежень з урахуванням осередків, які призначили ваговими коефіцієнтами. На рис. 1 представлено пошук рішень для Дніпропетровського регіону.

Таким чином, вибрана цільова функція для Дніпропетровського регіону – це сума творів усіх виходів на їхні вагові коефіцієнти. Обмеження для Дніпропетровського регіону представлено в табл. 3, оскільки вихід один, у даному разі 0,519392.

Отже, для Дніпропетровського регіону ефективність управління досить далека від 1 і становить лише 0,37.

Аналогічні розрахунки для визначення ефективності соціальної політики уряду були проведені і на прикладі інших регіонів країни. Варто зазначити, що в усіх без винятку регіонах ефективність управління знаходиться на низькому рівні.

**Висновки.** Таким чином, за результатами проведеного дослідження можна зробити загальний висновок про те, що запропонований метод аналізу оболонок даних може бути використаний як інструмент для оцінки діяльності уряду з погляду ефективності запроваджених заходів, що вживаються для досягнення деяких стратегічних цілей. Метод дав змогу виявити відносну ефективність порівняно з результатами діяльності подібних регіонів, ураховуючи вплив соціальних показників, виражених у різних метриках. Більш конкретні висновки можуть бути зроблені на основі наведених даних і використані для вдосконалення систем державного регулювання. Цей підхід може бути використаний і на рівні держави, де результуючою величиною буде валовий внутрішній продукт.

**Список літератури:**

1. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 10.10.2021).
2. Рудаченко О.О., Клебанова Т.С. Класифікація регіонів України за рівнем формування соціальної напруженості. *Бізнес Інформ*. 2020. № 10. С. 128–136.
3. Charnes, A., Cooper, W.W, Seiford, L.M. and oth. Multiplicative model for efficiency analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*. 1982. № 16(5). P. 223–224.
4. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*. 1978. № 2. P. 429–444.
5. Farrell, M.J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A*. 1957. № 120. P. 253–281.
6. Guo, J. et al. Study on the distribution of PM emission rights in various provinces of China based on a new efficiency and equity two-objective DEA model. *Ecological Economics*. 2021. V. 183. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2021.106956. 107.
7. Klebanova T., Poluektova N., Rudachenko O. Application of the method of data envelopment analysis of the public administration in the pandemic period. Proceedings of the *Workshop on the XIII International Scientific Practical*



*Conference Modern problems of social and economic systems modelling (MPSESM-W 2021)*, CEUR-WS.org, 2021. Vol-2927. Kharkiv, (April 9). 2021. P. 94–107.

8. Lie-Chien Lin, Lih-An Tseng Application of DEA and SFA on the Measurement of Operating Efficiencies for 27 International Container Ports. Proceedings of the *Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 2005. Vol. 5. P. 592–607.

9. Tsolas, I.E., Charles, V., Gherman, T. Supporting better practice benchmarking. *A DEA-ANN approach to bank branch performance assessment Expert Systems with Applications*. 2020. V. 160. DOI:10.1016/j.eswa.2020.113599.

10. Yang M. et al. Assessment and optimization of provincial CO<sub>2</sub> emission reduction scheme in China: an improved ZSG-DEA approach. *Energy Economics*. 2020. T. 91. DOI:10.1016/j.eneco.2020.104931.

#### References:

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (accessed 10 October 2021). (in Ukrainian)

2. Rudachenko O.O., Klebanova T.S. (2020) Klasyfikatsiia rehioniv Ukrainy za rivnem formuvannia sotsialnoi napruzhenosti [Classification of regions of Ukraine by the level of formation of social tension]. *Biznes Inform*, no. 10, pp. 128–136. (in Ukrainian)

3. Charnes, A., Cooper, W.W, Seiford, L.M.and oth. (1982) Multiplicative model for efficiency analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 16(5), pp. 223–224.

4. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, vol. 2, pp. 429–444.

5. Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A*, no. 120, pp. 253–281.

6. Guo, J. et al. (2021). Study on the distribution of PM emission rights in various provinces of China based on a new efficiency and equity two-objective DEA model. *Ecological Economics*, vol. 183. doi: 10.1016/j.ecolecon.2021.106956. 107.

7. Klebanova T., Poluektova N., Rudachenko O. (2021) Application of the method of data envelopment analysis of the public administration in the pandemic period. Proceedings of the *Workshop on the XIII International Scientific Practical Conference Modern problems of social and economic systems modelling (MPSESM-W 2021)*, CEUR-WS.org. Vol-2927. Kharkiv, (April 9). pp. 94–107.

8. Lie-Chien Lin, Lih-An Tseng (2005) Application of DEA and SFA on the Measurement of Operating Efficiencies for 27 International Container Ports. Proceedings of the *Eastern Asia Society for Transportation Studies*, vol. 5, pp. 592–607.

9. Tsolas, I.E., Charles, V., Gherman, T. (2020) Supporting better practice benchmarking. *A DEA-ANN approach to bank branch performance assessment Expert Systems with Applications*, vol. 160. doi:10.1016/j.eswa.2020.113599.

10. Yang M. et al. (2020) Assessment and optimization of provincial CO<sub>2</sub> emission reduction scheme in China: an improved ZSG-DEA approach. *Energy Economics*, vol. 91. doi:10.1016/j.eneco.2020.104931.