

Яна Володимирівна Долгіх,
к.е.н., доц., доцент кафедри кібернетики та інформатики
Сумського національного аграрного університету

**ОЦІНКА ЗАГАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ
УКРАЇНИ МЕТОДОМ DEA**

Постановка проблеми. Метод DEA (Data Envelopment Analysis) відноситься до непараметричних методів оцінки ефективності на основі межі виробничих можливостей [12]. Однією з переваг застосування методу DEA є можливість комплексної оцінки рівня відносної ефективності господарюючого суб'єкта, що враховує вплив багатьох вхідних та вихідних факторів виробництва. Крім того, методом DEA можна знайти цільові значення вхідних та вихідних параметрів, що дозволять неефективному господарству стати ефективним. Тому його застосування для оцінки ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств України є доцільним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі [11] наведений аналіз наукових публікацій по застосуванню методу DEA за 30 років. Серед наукових робіт вітчизняних вчених, що присвячені теорії та практиці застосування методу DEA, можна відмітити роботи В.Г. Андрійчука, Р.В. Андрійчука [1], С.І. Дем'яненко, О.В. Нів'євського [4], Б.П. Дмитрука, Т.Б. Вітряка [5], А. Лисситса, Т. Бабічева [7] та інших. Аналіз вітчизняних наукових робіт виявив необхідність проведення подальших досліджень щодо вдосконалення практичного використання методу.

Ціль статті – визначити методом DEA загальну ефективність виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств України.

Викладення основного матеріалу. Залежно від одиниць вимірювання вхідних і вихідних параметрів, а також набору вихідних параметрів, що характеризують результати виробничої діяльності, розрізняють технічну, аллокативну та загальну ефективності.

Технічна ефективність оцінює результат перетворення витрачених ресурсів в обсяг продукції, представлений у натуральному виразі. Вона досягає максимуму (одиниці), якщо для виробництва заданого випуску продукції $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ використовуються мінімальні ресурси $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$ або при заданих ресурсах $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ підприємство отримує максимальний випуск продукції $Y^* = (y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^*)$. Аллокативна ефективність (ефективність розподілу) характеризує результат перетворення витрат на ресурси в обсяг виробленої та реалізованої продукції в вартісному виразі. Вона досягає максимуму (одиниці), якщо у виробництві використовуються мінімальні витрати на ресурси $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$ при заданих обсягах виробництва та реалізації продукції $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ в дійсних цінах або при заданих витратах на ресурси $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ підприємство досягає максимуму виробництва та реалізації продукції $Y^* = (y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^*)$ в дійсних цінах. Загальна ефективність характеризує результат перетворення витрат на ресурси в економічний результат господарської діяльності, яким може бути виручка та прибуток. Загальна ефективність досягає максимуму (одиниці), якщо у виробництві використовуються мінімальні витрати на ресурси $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$ при заданому значенні прибутку та виручки $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ або при заданих витратах на ресурси $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ підприємство досягає максимуму прибутку та виручки $Y^* = (y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^*)$.

Аналіз технічної ефективності виявляє ефективність використання ресурсів, аллокативної – ефективність їх розміщення (закупівлі та розподілу), загальної – загальну ефективність господарської діяльності.

В даному дослідженні оцінюється загальна ефективність сільськогосподарських підприємств регіонів України.

Особливістю оцінки ефективності сільськогосподарських підприємств методом DEA є використання моделі VRS – input. Ця модель передбачає, що зміна витрат на ресурси не призводить до пропорційної зміни показників, які характеризують результати виробничої діяльності. Вимір загальної ефективності в даній моделі відбувається в результаті розв’язку наступної задачі лінійного програмування [9]:

$$\min_{E, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k} E \quad (1)$$

$$EX_0 \geq \sum_{k=1}^K \lambda_k X_k, \quad Y_0 \leq \sum_{k=1}^K \lambda_k Y_k \quad (2)$$

$$\lambda_k \geq 0, \quad k = \overline{1, K} \quad (3)$$

де E – вхідна ефективність;

λ_k – коефіцієнти лінійної комбінації, що підлягають визначенню;

$X_0 = (x_{10}, x_{20}, \dots, x_{m0})$, $Y_0 = (y_{10}, y_{20}, \dots, y_{n0})$ – вектори вхідних та вихідних параметрів підприємства, що оцінюється;

$X_k = (x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk})$, $Y_k = (y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{nk})$ – вектори вхідних та вихідних параметрів k -го підприємства;

K – кількість підприємств, що порівнюються.

Умова невід’язковості розв’язку задачі (1) – (3) [11]:

$$K \geq \max\{m \times n; 3(n + m)\}. \quad (4)$$

Для розв’язання задачі (1) – (3) її потрібно звести до канонічної форми:

$$\min_{E, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k} E \quad (5)$$

$$EX_0 = \sum_{k=1}^K \lambda_k X_k + d^-, \quad Y_0 = \sum_{k=1}^K \lambda_k Y_k - d^+ \quad (6)$$

$$\lambda_k \geq 0 \quad k = \overline{1, K}; \quad d^-, d^+ \geq 0 \quad (7)$$

де d^-, d^+ – додаткові змінні, які

В результаті розв’язку задачі (5) – (7) для k -го господарства формується межа виробничих можливостей – зважена ізокванта $\sum_{k=1}^K \lambda_k Y_k$, відносно якої оцінка d^+ характеризує можливі додаткові значення результатів виробничої діяльності (прибутку, валової продукції та інших). Оптимальні оцінки $\sum_{k=1}^K \lambda_k X_k$ описують витрату ресурсів, що відповідають ізокванті $(Y_0 + d^+)$, а відхилення від ізокванти d^- – неефективно витрачений обсяг ресурсів.

Для аналізу динаміки зміни ефективності за декілька років використовується індекс Малмквіста [9, 10], який враховує зсув межі виробничих можливостей у кожному періоді, що аналізується.

У даній роботі на основі статистичної інформації за 2016 р. [2, 3], методом DEA за моделлю VRS – input оцінена загальна ефективність діяльності сільськогосподарських підприємств 24 регіонів України. Вхідні параметри моделі: 1) x_{1k} – витрати на оплату праці, тис. грн.; 2) x_{2k} – відрахування на соціальні заходи, тис. грн.; 3) x_{3k} – амортизація, тис. грн.; 4) x_{4k} – інші витрати, тис. грн.; 5) x_{5k} – матеріальні витрати, які увійшли до собівартості продукції (в тому числі витрати на насіння і посадковий матеріал, корми, іншу продукцію сільського господарства, мінеральні добрива, паливо і мастильні матеріали, електроенергію, паливо й енергію, запчастини, ремонт і будівельні матеріали для ремонту, оплату послуг і робіт, виконаних сторонніми організаціями та інші матеріальні витрати), тис. грн. Вихідні параметри моделі: 1) y_{1k} – валова продукція сільськогосподарських підприємств, тис. грн.; 2) y_{2k} – чистий прибуток (збиток) сільськогосподарських підприємств, тис. грн. В табл. 1 наведені значення вхідних, а в табл. 2 – вихідних параметрів моделі, що розглядається.

Таблиця 1. – Вхідні параметри моделі за 2016 р.

№	Регіони	Вхідні параметри				
		Витрати на оплату праці, тис. грн.	Відрахування на соціальні заходи, тис. грн.	Амортизація, тис. грн.	Інші витрати, тис. грн.	Матеріальні витрати, які увійшли до собівартості продукції, тис. грн.
1	Вінницький	1181258,2	264874,3	1138436	3108875,9	17723235,9
2	Волинський	223361,1	50373,6	258243	458312,5	5134065,2
3	Дніпропетровський	972310,3	213391,2	844943,4	2861735,9	13204884,5
4	Донецький	552806	123102,9	373460,9	1283339,7	6057368,3
5	Житомирський	312902,4	71471	307578,2	1076226,2	4554960,1
6	Закарпатський	48573,7	10876,3	31393,6	62323,2	499488,1
7	Запорізький	700980,6	156632,3	652597,8	1790079,1	7887130,5
8	Івано-Франківський	170856,1	35866,7	271614,4	390238,1	3403965,7
9	Київський	1566691,5	347519,1	1228773,3	4194770,8	19733879,2
...		...	...	...	...	...
20	Херсонський	629631,1	139294,2	595787,6	1421438,1	7035589,5
21	Хмельницький	580355,1	127651,6	585201,3	2366184,9	8867196,8
22	Черкаський	1234155,6	280244,7	824698,3	3328165	15187978,5
23	Чернівецький	97692	22263,9	112070,8	273022,6	1500052,9
24	Чернігівський	832371,8	180631,5	574202,9	2577110,1	10376814,2

Джерело: Державне управління статистики України [2]

Таблиця 2. – Вихідні параметри моделі за 2016 р.

№	Регіони	Вихідні параметри	
		Валова продукція сільськогосподарських підприємств, тис. грн. [3]	Чистий прибуток (збиток) сільськогосподарських підприємств, тис. грн. [2]
1	Вінницький	13794600	7868840,5
2	Волинський	2572200	982906,8
3	Дніпропетровський	9145900	4938865,6
4	Донецький	4374400	1992536,1
5	Житомирський	4309700	2371627,9

Продовження табл. 2

6	Закарпатський	355300	173275,1
7	Запорізький	5451400	4537547,6
8	Івано-Франківський	1807000	-152990,8
9	Київський	10264800	6017469,1
...		...	...
20	Херсонський	8864700	5324727,7
21	Хмельницький	5782700	4243352,4
22	Черкаський	7540300	3579681
23	Чернівецький	11372800	6038252,6
24	Чернігівський	917600	94349,6

Джерело: Державне управління статистики України [2, 3]

Для розв'язку задачі лінійного програмування (5)–(7) необхідно виконання умови невід'ємності змінних. Оскільки діяльність сільськогосподарських підприємств Івано-Франківської області в 2016 р. була збитковою, – виключимо дану область з оцінки за методом DEA.

Таким чином, кількість досліджуваних об'єктів $K = 23$, кількість вхідних параметрів $m = 5$, вихідних – $n = 2$. Умова невиродженості (4) виконується.

За результатами розрахунків, в 2016 р. сільськогосподарські підприємства 13 регіонів, а саме: Вінницького, Волинського, Житомирського, Закарпатського, Кіровоградського, Луганського, Львівського, Одеського, Полтавського, Рівненського, Херсонського, Хмельницького, Черкаського регіонів мали загальну ефективність, що дорівнювала 1. Серед 24 досліджуваних регіонів перелічені регіони мали ранг в рейтингу ефективності, що дорівнював 1. Оцінки загальної ефективності сільськогосподарських підприємств інших регіонів України та їх ранг за ефективністю наведені в табл. 3.

В табл. 4 наведені значення параметрів, що характеризують загальну ефективність діяльності сільськогосподарських підприємств регіонів України в 2016 р.

Таблиця 3. – Загальна ефективність діяльності сільськогосподарських підприємств регіонів України в 2016 р. та їх ранг за рівнем ефективності

№	Регіони	Рівень ефективності	Ранг
1.	Сумський	0,9793	2
2.	Харківський	0,9229	3
3.	Чернігівський	0,9219	4
4.	Запорізький	0,9184	5
5.	Чернівецький	0,8779	6
6.	Миколаївський	0,8752	7
7.	Дніпропетровський	0,8533	8
8.	Донецький	0,8451	9
9.	Тернопільський	0,7899	10
10.	Київський	0,6577	11
11.	Івано-Франківський	–	12

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 4. – Параметри, що характеризують загальну ефективність діяльності сільськогосподарських підприємств регіонів України в 2016 р.

№	Параметри	Значення
1	Середнє значення загальної ефективності	0,94
2	Стандартне відхилення загальної ефективності	0,09
3	Максимальне значення загальної ефективності	1
4	Мінімальне значення загальної ефективності	0,6577
5	Частка сільськогосподарських підприємств с загальною ефективністю >0,6 та <0,8, %	8,7
	>0,8 та <1, %	34,7
	=1, %	56,52

Джерело: власні розрахунки

Таким чином, в 2016 р. доля регіонів, що мали максимальну загальну ефективність сільськогосподарського виробництва складала 56,5%, 43,5% регіонів можуть поліпшити показники виробничої діяльності за рахунок зменшення витрат на ресурси. Застосований метод дозволяє знаходити

цільові значення вхідних параметрів, що дозволять неефективному господарству стати 100% ефективним. Для регіонів, які наведені в табл. 3 розрахуємо значення вхідних параметрів, що дозволять їм стати ефективними (див. табл. 5).

Таблиця 5. – Рекомендовані вхідні параметри для сільськогосподарських підприємств регіонів України

№	Регіони	Рекомендовані вхідні параметри				
		Витрати на оплату праці, тис. грн.	Відрахування на соціальні заходи, тис. грн.	Амортизація, тис. грн.	Інші витрати, тис. грн.	Матеріальні витрати, які увійшли до собівартості продукції, тис. грн..
1	Дніпропетровський	771690,4	172447,4	720995,9	2441938,8	11267817,8
2	Донецький	320412,6	73117,4	315593,5	1084487,3	4713056,4
3	Запорізький	630649,2	140539,3	599371,4	1644078,9	7243849,9
4	Київський	941284,1	210927,7	808109,6	2758714,5	12978096,4
5	Миколаївський	471785,5	107244,8	469375,5	1525777,3	6603845,1
6	Сумський	583686,9	130845,5	525933,4	1876038,9	8106094,7
7	Тернопільський	324346,4	73916,9	319188,2	1123191,2	4736297,5
8	Харківський	776781,9	173317,9	700911,7	2427858,2	10897874,7
9	Чернівецький	85772,0	19315,1	77128,9	239709,5	1154642,2
10	Чернігівський	722551,2	163224,3	529369,5	2191252,4	9012230,7

Джерело: власні розрахунки

З табл. 5 випливає, що, наприклад, для забезпечення 100% ефективності роботи сільськогосподарських підприємств Київської області необхідно зменшити витрати: 1) на оплату праці на 39,9%; 2) на соціальні заходи на 39,3%; 3) на амортизацію на 34,2%; 4) на інші витрати на 34,2%; 5) на матеріальні витрати, які увійшли до собівартості продукції на 34,2%.

Висновки. Підвищити об'єктивність оцінки ефективності виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств можна за допомогою використання методу DEA. Метод DEA дозволяє ранжувати господарства за ефективністю, а також знаходити значення вхідних та вихідних параметрів, що дозволяють неефективному господарству стати ефективним. В роботі досліджені питання практичного використання методу DEA для визначення загальної ефективності сільськогосподарських підприємств. Розраховані значення загальної ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств регіонів України в 2016 р. та значення вхідних параметрів, що дозволять неефективним регіонам стати 100% ефективними.

Долгіх Я.В. Оцінка загальної ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств України методом DEA

Ціль статті – визначити за методом DEA загальну ефективність діяльності сільськогосподарських підприємств України.

Дослідження виконано методами економіко-математичного моделювання. Проаналізовано теоретичні та методологічні аспекти визначення загальної ефективності сільськогосподарського виробництва за методом DEA. На основі статистичної інформації за 2016 р. оцінені рівні загальної ефективності сільськогосподарських підприємств регіонів України. Розраховані значення ресурсних показників, що дозволять неефективним сільськогосподарським підприємствам регіонів України стати 100% ефективними.

Бібліогр.: 12.

Ключові слова: вхідні та вихідні показники, загальна ефективність, метод DEA, сільськогосподарське виробництво.

Долгих Я.В. Оценка общей эффективности сельскохозяйственных предприятий Украины методом DEA

Цель статьи – методом DEA определить общую эффективность сельскохозяйственных предприятий Украины

Исследование проведено методами экономико - математического моделирования. Проанализированы теоретические и методологические аспекты определения общей эффективности сельскохозяйственного производства методом DEA. На основе статистической информации за 2016 г. оценена общая эффективность сельскохозяйственных предприятий регионов Украины. Рассчитаны значения ресурсных показателей, позволяющие неэффективным сельскохозяйственным предприятиям регионов Украины стать 100% эффективными.

Библиогр.: 12.

Ключевые слова: входные и выходные показатели, общая эффективность, метод DEA, сельскохозяйственное производство.

Dolgikh, Yana V. DEA method for estimating the overall efficiency of agricultural enterprises of Ukraine

The purpose of the article – is to determine by DEA method the overall efficiency of the production activity of agricultural enterprises in Ukraine.

The study was conducted by methods of economic and mathematical modeling. The author has analyzed theoretical and methodological aspects of DEA method to estimate overall efficiency of the agricultural production. In the study estimates values of the overall efficiency of agricultural enterprises of the regions of Ukraine in 2016 and has calculated the target values of the input parameters, which will allow inefficient enterprises to become 100% effective.

Bibliography: 12.

Keywords: inputs and outputs parameters, overall efficiency, DEA method, agricultural enterprises.

Список використаної літератури

1. Андрійчук, В. Г. Метод аналізу оболонки даних (DEA) у вимірі та оцінці ефективності діяльності підприємств / В. Г. Андрійчук, Р. В. Андрійчук // Економіка АПК. – 2011. – № 7. – С. 81–88.
2. Витрати на виробництво продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2016 р. : стат. бюлетень / Держ. служба статистики України. – Київ, 2017. – 23 с.
3. Продукція сільського господарства у постійних цінах за 2016 рік : стат. бюлетень / Держ. служба статистики України. – Київ, 2017. – 20 с.
4. Дем'яненко, С. І. Непараметричний аналіз в АПК / С. І. Дем'яненко, О. В. Нів'євський. – К. : КНЕУ, 2009. – 195 с.
5. Дмитрук, Б. П. Аналіз ефективності використання ресурсів галузі рослинництва сільськогосподарських підприємств Черкаської області з використанням метода Data Envelopment Analysis (DEA) / Б. П. Дмитрук, Т. Б. Вітряк // Вісник Східноєвропейського університету економіки і менеджменту. – 2012. – Вип. 1 (11). – С. 138–147.
6. Кривоножко, В. Е. Анализ деятельности сложных социально-экономических систем / В. Е. Кривоножко, А. В. Лычев. – М, 2010. – 208 с.
7. Лисситса, А. Анализ оболочки данных (DEA). Современная методика определения эффективности производства / А. Лисситса, Т. Бабицева. – Halle : Institute of agricultural development of Central and Eastern Europe, Germany, 2003. – 32 p.
8. Banker, R. D. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis / R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper // Management science. – 1984. – Vol. 30. – № 9. – P. 1078–1092.
9. Coelli, T. J. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Second Edition / T. J. Coelli, D. S. P. Rao, C. J. O'Donnell, G. E. Battese. – Springer. – 2005. – 349 p.
10. Cooper, W. W. Handbook on Data Envelopment Analysis / W. W. Cooper, L. M. Seiford, J. Zhu. – Kluwer Academic Publishers. – 2004. – 593 p.
11. Emrouznejad, A. Evaluation of research in efficiency and productivity: A

survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA / A. Emrouznejad, B. Parker, G. Tavares // Journal of Socio-Economic Planning Science. – 2008. – Vol. 42. – №.3. – P. 151–157.

12. Farrell, M. J. The Measurement of Productive Efficiency / M. J. Farrell // Journal of the Royal Statistical Society. Series A, 1957. – Vol.120. – №.3. – P. 253 – 290.