

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

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ УКРАЇНИ ЗА МЕТОДОМ DEA**

*Методом DEA оцінюється ефективність виробництва та реалізації основних видів продукції рослинництва сільськогосподарськими підприємствами регіонів України.*

*Ключові слова: чиста технічна ефективність, метод DEA, сільськогосподарське виробництво.*

**Постановка проблеми.** В зарубіжній практиці для оцінки рівня відносної ефективності господарюючих суб'єктів застосовують метод DEA (Data Envelopment Analysis). Перевагами методу в порівнянні з іншими методами оцінки ефективності є: 1) можливість оцінки рівня відносної ефективності будь-яких господарюючих суб'єктів (банків, шкіл, лікарень, університетів, підприємств, окремих секторів економіки, регіонів та країн світу); 2) отримання комплексної оцінки рівня ефективності господарюючого суб'єкта, що враховує вплив множини вхідних та вихідних факторів, які можуть мати різні одиниці виміру; 3) визначення оптимальних цільових значень вхідних та вихідних факторів, що дозволяють господарюючому суб'єкту досягти 100 відсоткової ефективності; 4) можливість визначення оцінок ефективності на основі відкритої фінансової інформації; 5) можливість порівняння ефективності роботи господарюючих суб'єктів України та зарубіжних країн.

Таким чином, застосування методу DEA для оцінки ефективності господарюючих суб'єктів в Україні є доцільним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теорії і практиці застосування методу DEA у різних секторах господарської діяльності присвячено багато наукових робіт, аналіз яких проведений в праці [15]. Питання застосування методу DEA в Україні для оцінки ефективності діяльності сільськогосподарських підприємств розглядалися в роботах [1, 3–6] та інших, але досліджені не в повній мірі.

**Ціль статті.** Оцінити за методом DEA ефективність виробництва та реалізації основних видів продукції рослинництва регіонів України.

**Викладення основного матеріалу.** Основним методом оцінки рівня ефективності сільськогосподарських підприємств України є аналіз частинних коефіцієнтів виду:

$$k_e = \frac{Y}{X}, \quad (1)$$

де  $Y$  – показник результативності (outputs);

$X$  – показник витрат ресурсів (inputs).

В залежності від одиниць виміру показників  $Y$ ,  $X$  розрізняють: 1) технічну ефективність, якщо показники вимірюються в натурально-речовинних одиницях (продуктивність праці, трудомісткість продукції та ін.); 2) економічну ефективність, якщо показники вимірюються у вартісній формі (рентабельність продажів, інвестицій та ін.); 3) соціально-економічну ефективність, якщо показники відображають соціально-економічні умови діяльності та (або) наслідки реалізації заходів (рівень задоволеності умовами праці та ін.).

Перевагами оцінки ефективності за коефіцієнтами виду (1) є простота обчислення та інтерпретації результатів. Недоліки такої оцінки є: 1) кожен коефіцієнт оцінює лише окрему частину діяльності, а їх велика кількість ускладнює аналіз; 2) існують приклади парадокса Фокса [11], коли підприємство 1, що має всі частинні показники продуктивності вищі,

ніж показники підприємства 2, має нижчу загальну продуктивність;  
3) неможливість відображення різноманітності діяльності складних суб'єктів господарювання [5].

Для комплексної оцінки рівня ефективності суб'єктів, що мають декілька вхідних та вихідних параметрів застосовують показник:

$$k_e = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_n y_{no}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}}, \quad (2)$$

де  $o$  – індекс господарюючого суб'єкта, що оцінюється;

$y_{jo}$  ( $j = \overline{1, n}$ ),  $x_{io}$  ( $i = \overline{1, m}$ ) – вихідні та вхідні параметри;

$u_j, v_i$  – вагові коефіцієнти для вихідних та вхідних параметрів.

Недоліком оцінки ефективності діяльності за формулою (2) є необхідність суб'єктивної експертної оцінки вагових коефіцієнтів  $u_j, v_i$ .

Метод DEA дозволяє знайти оцінки вагових коефіцієнтів  $u_j, v_i$  в результаті розв'язання наступної оптимізаційної задачі [5]:

$$e = \frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \rightarrow \max \quad (3)$$

$$\frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, \quad k = \overline{1, K} \quad (4)$$

$$u_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}; \quad v_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad (5)$$

де  $e$  – вхідна технічна ефективність;

$n, m$  – кількість вихідних та вхідних параметрів;

$K$  – кількість господарюючих суб'єктів, що порівнюються;

$y_{j0}, x_{i0}$  –  $j$ -й вихідний та  $i$ -й вхідний параметри господарюючого суб'єкта, що оцінюється;

$u_j, v_i$  – вагові коефіцієнти  $j$ -го вихідного та  $i$ -го вхідного параметрів;

$y_{jk}, x_{ik}$  –  $j$ -й вихідний та  $i$ -й вхідний параметри  $k$ -го господарюючого суб'єкта.

Результатом розв'язку задачі (3) – (5) є вагові коефіцієнти вхідних та вихідних параметрів, що забезпечують знаходження показника ефективності  $e$  в інтервалі від 0 до 1. При цьому оптимальне значення цільової функції (3) не залежить від одиниць виміру параметрів  $x_{ik}$ ,  $y_{jk}$  за умови, що одиниці виміру для кожного  $k$ -го господарюючого суб'єкта співпадають.

Задача дрібно-лінійного програмування (3) – (5) може бути зведена до задачі лінійного програмування [5]:

$$\min_{E, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k} E \quad (6)$$

$$EX_0 \geq \sum_{k=1}^K \lambda_k X_k, \quad Y_0 \leq \sum_{k=1}^K \lambda_k Y_k \quad (7)$$

$$\lambda_k \geq 0, \quad k = \overline{1, K} \quad (8)$$

де  $E$  – вхідна технічна ефективність;

$\lambda_k$  – коефіцієнти лінійної комбінації, що підлягають визначенню;

$X_0$ ,  $Y_0$  – вектори вхідних та вихідних параметрів господарюючого суб'єкта, що оцінюється;

$X_k$ ,  $Y_k$  – вектори вхідних та вихідних параметрів  $k$ -го господарюючого суб'єкта.

Модель (6) – (8) запропонована Чарнсом, Купером, Роудсом [14] та отримала назву CRS – input. У моделі мінімізується множина вхідних параметрів при фіксованих вихідних параметрах.

Для запобігання виродженості розв'язку задачі (6) – (8) повинна виконуватися умова [15]:

$$K \geq \max\{m \times n; 3(n + m)\}. \quad (9)$$

В моделі CRS робиться припущення про сталу віддачу від масштабу. Для врахування змінної віддачі від масштабу запропонована модель VRS [10] в якій до системи (7) – (8) додається обмеження:

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1 \quad (10)$$

Ефективність, що визначена за моделлю CRS, називають технічною ефективністю, а за моделлю VRS – чистою технічною ефективністю. Оскільки сільськогосподарське виробництво характеризується змінною віддачею від масштабу, для оцінки його ефективності слід використовувати модель VRS.

У запропонованій роботі на основі статистичної інформації за 2014 р. [2, 7–9], методом DEA за моделлю VRS – input оцінена відносна ефективність виробництва та реалізації основних видів продукції рослинництва сільськогосподарськими підприємствами регіонів України. Вхідні параметри моделі: 1) площа, з якої зібрана продукція рослинництва на 1 працюючого, га; 2) обсяг мінеральних та органічних добрив на 1 га, кг; 3) кількість відповідної сільськогосподарської техніки (трактори, зернозбиральні комбайни), шт. Вихідні параметри: 1) виробництво продукції рослинництва, тис. т.; 2) реалізація продукції рослинництва, тис. т. Як приклад, в табл. 1 наведені значення вхідних та вихідних параметрів моделі оцінки відносної ефективності виробництва та реалізації зернових та зернобобових культур сільськогосподарськими підприємствами регіонів України в 2014 р. Оцінка ефективності здійснюється для сільськогосподарських підприємств 24 регіонів України ( $K = 24$ ), кількість вхідних параметрів  $m = 3$ , вихідних –  $n = 2$ . Умова (9) виконується.

Для кожного регіону вхідні та вихідні параметри утворюють в 5-ти вимірному просторі координати точки, що характеризує виробництво та реалізацію продукції. Метод DEA дозволяє за результатами розв’язання задачі (6) – (8), (10) побудувати кусково-лінійну оболонку емпіричних даних, яку називають ефективною межею. Підприємства, що утворюють ефективну межу, мають 100 відсоткову ефективність. Відносна ефективність інших підприємств визначається за відстанню відповідних точок від межі ефективності. Оцінки чистої технічної ефективності див. в табл. 2.

Таблиця 1 – Вхідні та вихідні параметри моделі оцінки відносної ефективності виробництва та реалізації зернових та зернобобових культур сільськогосподарськими підприємствами регіонів України в 2014 р.

| №  | Регіони           | Вхідні параметри                              |                                                                  |                                                                    | Вихідні параметри                                                  |                                                                   |
|----|-------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|    |                   | Площа на 1 працівника, га<br>[9, С. 218, 225] | Внесення мінеральних та органічних добрив на 1 га, кг [2, С. 22] | Наявність тракторів, зернозбиральних комбайнів, шт. [7, С. 21, 26] | Виробництво зернових і зернобобових культур, тис. тонн [9, С. 223] | Реалізація зернових та зернобобових культур, тис. тонн [8, С. 33] |
| 1  | Вінницька         | 22,14                                         | 208                                                              | 10842                                                              | 5063,1                                                             | 2534,7                                                            |
| 2  | Волинська         | 30,81                                         | 827                                                              | 3018                                                               | 1036,8                                                             | 301,3                                                             |
| 3  | Дніпропетровська  | 31,30                                         | 368                                                              | 11443                                                              | 3317,8                                                             | 1568,2                                                            |
| 4  | Донецька          | 37,42                                         | 262                                                              | 5187                                                               | 2362,8                                                             | 1459,8                                                            |
| 5  | Житомирська       | 29,11                                         | 471                                                              | 4090                                                               | 1907,6                                                             | 963,7                                                             |
| 6  | Закарпатська      | 46,68                                         | 98                                                               | 580                                                                | 343,4                                                              | 31,4                                                              |
| 7  | Запорізька        | 33,10                                         | 161                                                              | 10001                                                              | 2417,6                                                             | 1373,2                                                            |
| 8  | Івано-Франківська | 22,70                                         | 5426                                                             | 1376                                                               | 780                                                                | 435,2                                                             |
| 9  | Київська          | 13,34                                         | 1195                                                             | 9366                                                               | 3361,6                                                             | 3100                                                              |
| 10 | Кіровоградська    | 29,44                                         | 177                                                              | 10814                                                              | 3469,1                                                             | 1960,6                                                            |
| 11 | Луганська         | 31,98                                         | 278                                                              | 4633                                                               | 1226,3                                                             | 604,2                                                             |
| 12 | Львівська         | 36,47                                         | 339                                                              | 2922                                                               | 1421,9                                                             | 682,7                                                             |
| 13 | Миколаївська      | 45,89                                         | 164                                                              | 7796                                                               | 2864                                                               | 1523,8                                                            |
| 14 | Одеська           | 38,91                                         | 76                                                               | 11402                                                              | 3677,2                                                             | 1933,4                                                            |
| 15 | Полтавська        | 21,00                                         | 1378                                                             | 12335                                                              | 4821,5                                                             | 3475                                                              |
| 16 | Рівненська        | 31,59                                         | 626                                                              | 2330                                                               | 1222,7                                                             | 939,1                                                             |
| 17 | Сумська           | 32,02                                         | 289                                                              | 5740                                                               | 3940,6                                                             | 2388,4                                                            |
| 18 | Тернопільська     | 35,98                                         | 237                                                              | 3614                                                               | 2651,4                                                             | 1607,2                                                            |
| 19 | Харківська        | 34,14                                         | 576                                                              | 10441                                                              | 4466,3                                                             | 2173,2                                                            |
| 20 | Херсонська        | 35,73                                         | 40                                                               | 6713                                                               | 2156,2                                                             | 879,9                                                             |
| 21 | Хмельницька       | 23,29                                         | 526                                                              | 5854                                                               | 3289,1                                                             | 1907,8                                                            |
| 22 | Черкаська         | 19,15                                         | 903                                                              | 8196                                                               | 3699,7                                                             | 2330,7                                                            |
| 23 | Чернівецька       | 22,63                                         | 321                                                              | 1359                                                               | 669,7                                                              | 233,4                                                             |
| 24 | Чернігівська      | 24,68                                         | 688                                                              | 6449                                                               | 3692,9                                                             | 2843,5                                                            |

Таблиця 2 – Оцінка вхідної чистої технічної ефективності виробництва та реалізації основних видів продукції рослинництва сільськогосподарськими підприємствами регіонів України в 2014 р.

| №  | Регіони           | Чиста технічна ефективність виробництва та реалізації основних видів продукції рослинництва |          |      |       |                           |          |
|----|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-------|---------------------------|----------|
|    |                   | Зернові та зернобобові культури                                                             | Соняшник | Соя  | Ріпак | Цукрові буряки (фабричні) | Картопля |
| 1  | Вінницька         | 1,00                                                                                        | 1,00     | 1,00 | 1,00  | 1,00                      | 1,00     |
| 2  | Волинська         | 0,72                                                                                        | 1,00     | 0,52 | 0,78  | 0,71                      | 0,85     |
| 3  | Дніпропетровська  | 0,71                                                                                        | 0,91     | 0,92 | 0,90  | 1,00                      | 0,91     |
| 4  | Донецька          | 0,86                                                                                        | 1,00     | 0,86 | 1,00  | ... <sup>1</sup>          | 1,00     |
| 5  | Житомирська       | 0,82                                                                                        | 0,63     | 1,00 | 1,00  | 1,00                      | 0,94     |
| 6  | Закарпатська      | 1,00                                                                                        | 1,00     | 1,00 | 1,00  | ... <sup>2</sup>          | 1,00     |
| 7  | Запорізька        | 0,85                                                                                        | 1,00     | 1,00 | 0,71  | ... <sup>2</sup>          | 1,00     |
| 8  | Івано-Франківська | 1,00                                                                                        | 0,84     | 0,79 | 1,00  | 1,00                      | 1,00     |
| 9  | Київська          | 1,00                                                                                        | 1,00     | 1,00 | 1,00  | 1,00                      | 1,00     |
| 10 | Кіровоградська    | 0,89                                                                                        | 1,00     | 1,00 | 1,00  | 1,00                      | 1,00     |
| 11 | Луганська         | 0,82                                                                                        | 1,00     | 1,00 | 1,00  | ... <sup>1</sup>          | 1,00     |
| 12 | Львівська         | 0,80                                                                                        | 0,66     | 0,52 | 1,00  | 1,00                      | 1,00     |
| 13 | Миколаївська      | 0,85                                                                                        | 1,00     | 0,55 | 1,00  | 1,00                      | 1,00     |
| 14 | Одеська           | 1,00                                                                                        | 1,00     | 0,92 | 1,00  | ... <sup>2</sup>          | 0,97     |
| 15 | Полтавська        | 1,00                                                                                        | 1,00     | 0,99 | 1,00  | 0,95                      | 1,00     |
| 16 | Рівненська        | 1,00                                                                                        | 1,00     | 0,93 | 0,77  | 1,00                      | 1,00     |
| 17 | Сумська           | 1,00                                                                                        | 0,79     | 0,59 | 0,90  | 1,00                      | 0,94     |
| 18 | Тернопільська     | 1,00                                                                                        | 0,67     | 0,63 | 1,00  | 1,00                      | 1,00     |
| 19 | Харківська        | 0,79                                                                                        | 1,00     | 0,58 | 1,00  | 0,71                      | 1,00     |
| 20 | Херсонська        | 1,00                                                                                        | 1,00     | 1,00 | 1,00  | ... <sup>2</sup>          | 1,00     |

Продовження табл. 2

|                      |              |       |       |       |       |                  |       |
|----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|
| 21                   | Хмельницька  | 1,00  | 0,73  | 1,00  | 1,00  | 1,00             | 1,00  |
| 22                   | Черкаська    | 1,00  | 0,98  | 0,73  | 0,90  | 1,00             | 0,98  |
| 23                   | Чернівецька  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | ... <sup>1</sup> | 1,00  |
| 24                   | Чернігівська | 1,00  | 0,88  | 1,00  | 0,82  | 0,83             | 0,93  |
| Кількість ефективних |              | 14    | 15    | 10    | 17    | 13               | 17    |
| % ефективних         |              | 58,33 | 62,50 | 41,67 | 70,83 | 76,47            | 70,83 |
| Мін ефективність     |              | 0,71  | 0,63  | 0,52  | 0,71  | 0,85             | 0,85  |
| Середня ефективність |              | 0,92  | 0,92  | 0,86  | 0,95  | 0,95             | 0,98  |

...<sup>1</sup> Дані по реалізації цукрових буряків вилучені з метою забезпечення Закону України “Про державну статистику” щодо конфіденційності інформації

...<sup>2</sup> Цукрові буряки не висаджувалися.

За результатами розрахунків, у 2014 р. 63,43% регіонів України були 100 відсоткове ефективними у виробництві та реалізації основних видів продукції рослинництва. Середня ефективність складала 0,93. Максимальну відносну ефективність мали Вінницька та Київська області, мінімальну – сільськогосподарські підприємства Львівської області.

Для аналізу динаміки зміни ефективності за декілька років використовується індекс Малмквіста [12, 13], який враховує той факт, що ця зміна може бути обумовлена, як зміною ефективності господарчого суб'єкта, що аналізується, так і зміною ефективності господарюючих суб'єктів, що утворюють межу ефективності.

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших досліджень у даному напрямку.** Метод DEA дозволяє ранжувати господарства за ефективністю, а також знаходити значення вхідних та вихідних параметрів, що дозволяють неефективному господарству стати ефективним. В наступних дослідженнях планується визначити цільові

значення параметрів, при яких господарства стануть 100 відсотків ефективними.

**Долгіх Я.В.**

**Оцінка ефективності виробництва та реалізації продукції рослинництва сільськогосподарськими підприємствами України за методом DEA**

Ціль статті – оцінити методом DEA ефективність виробництва та реалізації основних видів продукції рослинництва регіонів України.

Дослідження виконано методами економіко-математичного моделювання.

Проаналізовано теоретичні та методологічні аспекти методу DEA. Обґрунтовано доцільність використання моделі VRS – input методу DEA для оцінки ефективності сільськогосподарського виробництва. Обрано вхідні та вихідні параметри моделі. На основі статистичної інформації за 2014 р. оцінена ефективність виробництва та реалізації основних видів продукції рослинництва сільськогосподарськими підприємствами регіонів України. Застосований метод дозволяє ранжувати господарства за ефективністю.

Бібліогр.: 15.

Ключові слова: чиста технічна ефективність, метод DEA, сільськогосподарське виробництво.

**Долгих Я.В.**

**Оценка эффективности производства и реализации продукции растениеводства в Украине методом DEA**

Цель статьи – оценить эффективность производства и реализации основных видов продукции растениеводства регионов Украины методом DEA.

Исследование проводилось методами экономико-математического моделирования.

Проанализированы теоретические и методологические аспекты метода DEA. Обоснована целесообразность использования модели VRS – input метода DEA для оценки относительной эффективности сельскохозяйственного производства. Выбраны входные и выходные параметры модели. На основе статистической информации за 2014г., методом DEA оценена эффективность работы сельскохозяйственных предприятий регионов Украины в области производства и реализации основных видов продукции растениеводства.

Предложенный метод позволяет ранжировать хозяйства по эффективности.

Библиогр.: 15.

Ключевые слова: чистая техническая эффективность, метод DEA, сельскохозяйственное производство.

**Dolgikh, Yana V.**

### **Evaluating the Efficiency of Production and Sales of Plant Products in Ukraine by Dea**

The purpose of the article is to evaluate the efficiency of production and sales of the main types of plants produced in the regions of Ukraine by DEA.

The study was conducted by methods of economic and mathematical modeling.

The theoretical and methodological aspects of the DEA method have been analyzed. The expediency of using the model VRS-input of the DEA method to evaluate the relative efficiency of agricultural production has been substantiated. The input and output parameters of the model have been selected. On the basis of statistical information for 2014, using the DEA method, we evaluated the efficiency of the agricultural enterprises in the regions of Ukraine in terms of manufacture and sales of main types of plant products.

The proposed method makes it possible to rank the economy efficiency.

Bibliography: 15.

Keywords: pure technical efficiency, DEA method, agricultural production.

### **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. Внесення мінеральних та органічних добрив під урожай сільськогосподарських культур у 2014 р. : Стат. бюл. – Київ, 2015. – 52 с.
3. Дем'яненко С. І. Непараметричний аналіз в АПК / С. І. Дем'яненко, О. В. Нів'євський. – К. : КНЕУ, 2009. – 195 с.
4. 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.
5. Кривоножко В. Е. Анализ сложных социально-экономических систем / В. Е. Кривоніжко, А. В. Лычев. – М. : МАКС Пресс. – 2010. – 208 с.
6. Лисситса А. Анализ оболочки данных (DEA). Современная методика определения эффективности производства / А. Лисситса, Т. Бабичева. – Halle : Institute of agricultural development of Central and Eastern Europe, Germany, 2003. – 32 p.
7. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2014 році : Стат. бюл. – Київ, 2015. – 44 с.
8. Основні економічні показники виробництва продукції сільського господарства в сільськогосподарських підприємствах за 2014 рік : Стат. бюл. – Київ, 2015. – 85 с.
9. Сільське господарство України за 2014 р. : Стат. зб. – Київ, 2015. – 379 с.

10. 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.
11. Bogetoft P. Benchmarking with DEA, SFA, and R / P. Bogetoft, L. Otto. – Springer. – 2011. – 351 p.
12. 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.
13. Cooper W. W. Handbook on Data Envelopment Analysis / W. W. Cooper, L. M. Seiford, J. Zhu. – Kluwer Academic Publishers. – 2004. – 593 p.
14. Charnes A. Measuring the efficiency of decision making units / A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes // European Journal of Operational Research. – 1978. – Vol. 2. – № 6. – P. 429–444.
15. 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. Tavares, G. Tavares // Journal of Socio-Economic Planning Science. – 2008. – Vol. 42. – № 3. – P. 151–157.