

DEA-АНАЛИЗ МЕХАНИЗАТОРСКИХ КАДРОВ В АПК

Предложен математический метод DEA-анализа (Data Envelopment Analysis), позволяющий сделать адекватную типовую оценку идентичных по экономической деятельности субъектов хозяйствования. Суть рассматриваемого подхода по оценке эффективности предприятий состоит в том, что исследуется сложный объект со множеством входов и выходов и анализируется его деятельность.

The proposed mathematical method of DEA analysis (Data Envelopment Analysis) allows making an adequate standard assessment of business entities identical on economic activity. The essence of the approach according to efficiency of enterprises considered in this work is in investigating of the complex object with a variety of inputs and outputs and analyzing its activities.)

Математический метод DEA-анализа (Data Envelopment Analysis) позволяет сделать адекватную типовую оценку идентичных по экономической деятельности субъектов хозяйствования. Деятельность взаимодействующих между собой в информационном смысле районов в полной мере можно считать деятельностью субъектов, поэтому методика DEA-анализа при соответствующем подборе сравнимых входов и выходов может быть распространена и на районы [1].

В простейшем случае результат деятельности субъекта определяется его одним выходом (например, прибыль) в зависимости от одного входа (например, инвестиций).

Для количественной оценки сравнительной эффективности на плоскости (X, Y) строится точечная диаграмма (вход – выход), как это показано для пяти субъектов на рис. 1.

Очевидно, что самыми эффективными будут субъекты, являющиеся крайними слева точками, так как значения их выходов максимальны при минимальных значениях входов. В соответствии с этим принципом это точки 1, 2, 3. Однако, как видно из рис. 1, точка 1 не является самой эффективной, так как при большем, чем у точки 2, входе ее выход значительно меньше, чем у точки 2. Для исключения возможности включения таких точек в разряд эффективных предложено вводить фиктивную точку 0 на оси X , смысл которой сводится к минимально допустимому входу, например по нормативам техники безопасности (площадь помещений). В крайнем случае эта точка может располагаться в начале системы координат (X, Y) . При введении фиктивной точки 0, как видно из рис. 1, точка 1 автоматически исключается из разряда са-

мых эффективных. Самые левые точки на точечной диаграмме считаются *big*-эффективными с эффективностью $\Theta = 1$ (точки 0, 2, 3 на рис. 1). Эти точки образуют выпуклый многоугольник 0–2–3. Для вычисления эффективности других точек от точки i проводится параллельная оси X прямая (см. на рис. 1 точку 4). Эффективность точки i вычисляется по формуле:

$$\Theta_i = \frac{a_i}{b_i},$$

где a_i, b_i соответствуют отрезкам, показанным на рис. 1 для точки 4.

Очевидно, что коэффициент эффективности находится в пределах $0 \leq \Theta_i \leq 1$. Чем меньше Θ_i , тем ниже эффективность данного субъекта. Например, при $\Theta_i = 0,1$ эффективность в 10 раз ниже, чем у *big*-эффективного субъекта. То есть коэффициент неэффективности можно определить как:

$$L_i = \frac{1}{\Theta_i}.$$

Задача оценки эффективности значительно усложняется при наличии множества входов X и множества выходов Y . С точки зрения учета всей информации о входах и выходах необходимо учитывать относительную оценку конкретного входа и выхода в виде весовых коэффициентов α_i для входов и β_j для выходов. Значения α_i и β_j могут быть не нормированы в пределах от 0 до 1, а принимать любое положительное значение. Значение $\alpha_i = 0$ означает, что i -й вход вообще не учитывается при оценке эффективности. Значение $\alpha_i = \max$ задает минимальную степень учета i -го входа. После задания весовых коэффициентов α_i, β_j входы и выходы можно привести взвешенным смешиванием к одному входу и одному выходу, что предложено, в отличие от известных методик, в работе [2]. Для адекватности смешиваемых входов и выходов их нужно пронормировать до максимального значения 1, другими словами, обезразмерить:

$$XM_i = \max_n X_{in}, \quad \bar{X}_{in} = \frac{X_{in}}{XM_i},$$

где i – i -й вход, n – n -е значение i -го входа;

$$YM_j = \max_k Y_{jk}, \quad \bar{Y}_{jk} = \frac{Y_{jk}}{YM_j},$$

где j – j -й выход, k – k -е значение j -го выхода.

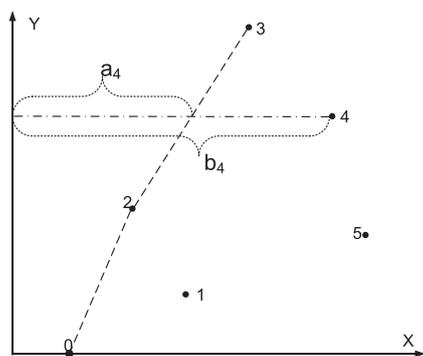


Рис. 1. Точечная диаграмма вход – выход

Предлагаемая методика расчетов в DEA-анализе привлекательна в первую очередь тем, что при более высокой точности позволяет исключить прямое программирование и ограничиться расчетами только средствами Mathcad.

К недостаткам описанной выше методики оценки эффективности относятся две проблемы. Во-первых, методика не учитывает коллективного влияния членов субъекта на эффективность. Так, практически всегда больший по числу персонала субъект будет *big*-эффективным, так как очевидно, что суммарный его выход будет несоизмерим с малым по числу персонала субъектом. С другой стороны, суммарный вход, где не учтено число персонала, будет смещать эффективность в сторону занижения. Таким образом, среди входов и выходов надо определить две категории. К первой относятся входы и выходы, не зависящие от числа членов коллектива. Ко второй – входы i и выходы j , значения которых необходимо пересчитывать на единицу персонала S_k для k субъекта:

$$x_{ik} = x_{ik} / S_k, y_{jk} = y_{jk} / S_k.$$

Во-вторых, методика не учитывает степени вклада входа и выхода в синергизм всей совокупности субъектов и противоречит закону Роберта Меткалфа. Очевидно, например, что субъект с большим объемом инвестиций вносит значительный вклад в развитие новых технологий всей системы субъектов. В приведенной же выше методике учет такого входа линеен. Линейная модель в этом случае будет значительно занижать синергетически важные входы и выходы и в целом занижать эффективность такого субъекта. В соответствии с законом Роберта Меткалфа для таких входов i и выходов j необходимо брать нелинейную зависимость:

$$x_{ik} = x_{ik}^{1/2}, y_{jk} = y_{jk}^2.$$

С другой стороны, в системе субъектов существуют входы и выходы, которые негативным образом влияют на синергизм системы, и их надо учитывать со степенью $1/2$:

$$x_{ik} = x_{ik}^{1/0.5}, y_{jk} = y_{jk}^{0.5}$$

В общем случае все входы и выходы должны быть переопределены по формулам:

$$x_{ik} = x_{ik}^{\gamma_i}, y_{jk} = y_{jk}^{\delta_j},$$

где $(\gamma_i, \delta_j) = [0, 5; 2]$.

Смысл $(\gamma_i, \delta_j) = 2$ и $(\gamma_i, \delta_j) = 0,5$ описан выше. Смысл $(\gamma_i, \delta_j) = 1$ сводится к тем входам и выходам, влияние которых на синергизм системы не зависит от значения. Например, таким входом может быть номенклатура товаров в магазине, число касс в магазине и т. п.

В данной задаче, как и в [3], проводится расчет эффективности и суперэффективности механизаторов района средствами Mathcad.

Расчеты проводились для 23 районов Гомельской области, где первый район является фиктивным и определяет минимально допустимые параметры:

ORIGIN := 1

ВХОДЫ

Численность механизаторов

$x^1 := (0 \ 195 \ 402 \ 207 \ 486 \ 336 \ 186 \ 263 \ 419 \ 460 \ 158 \ 198 \ 186 \ 252 \ 93 \ 188 \ 462 \ 546 \ 494 \ 281 \ 223 \ 156)^T$

Площадь угодий

$x^2 := (0 \ 51084 \ 88532 \ 44348 \ 72736 \ 72479 \ 39359 \ 55081 \ 87088 \ 88653 \ 40819 \ 39752 \ 42423 \ 36488 \ 19423 \ 39896 \ 75842 \ 98727 \ 101618 \ 57828 \ 40992 \ 37379)^T$

Численность тракторов

$x^3 := (0 \ 265 \ 460 \ 225 \ 480 \ 360 \ 224 \ 331 \ 478 \ 472 \ 157 \ 208 \ 197 \ 263 \ 89 \ 206 \ 361 \ 577 \ 520 \ 411 \ 204 \ 169)^T$

ВЫХОДЫ

Квалификация

$y^1 := (0 \ 155 \ 319 \ 94 \ 329 \ 218 \ 146 \ 255 \ 237 \ 296 \ 95 \ 101 \ 119 \ 138 \ 41 \ 106 \ 213 \ 339 \ 318 \ 178 \ 151 \ 97)^T$

Урожайность

$y^2 := (0 \ 28.2 \ 32.3 \ 30.7 \ 34.9 \ 29.8 \ 27.2 \ 31.9 \ 29.4 \ 25.4 \ 26.2 \ 25.4 \ 27.9 \ 40.7 \ 24.1 \ 28.9 \ 26.8 \ 41.4 \ 29.9 \ 29.2 \ 28.2 \ 26.7)^T$

ФЗП

$y^3 := (0 \ 16049 \ 50167 \ 21741 \ 98905 \ 35906 \ 19828 \ 13704 \ 53317 \ 46202 \ 16845 \ 19367 \ 14538 \ 39124 \ 5320 \ 18413 \ 34398 \ 60197 \ 53888 \ 32673 \ 15295 \ 15738)^T$

Валовая продукция

$y^4 := (0 \ 168.50 \ 296.58 \ 216.45 \ 601.604 \ 211.60 \ 198.80 \ 182.65 \ 224.86 \ 204.51 \ 146.92 \ 172.78 \ 151.12 \ 413.08 \ 139.81 \ 196.46 \ 148.55 \ 258.69 \ 212.88 \ 259.24 \ 166.80 \ 176.84)^T$

Валовый доход

$y^5 := (0 \ 36289 \ 121807 \ 34710 \ 207543 \ 74343 \ 36234 \ 29231 \ 92131 \ 80902 \ 30926 \ 26418 \ 29369 \ 140227 \ 13691 \ 32731 \ 66642 \ 11521 \ 104247 \ 65339 \ 32331 \ 31639)^T$

В качестве входов и выходов взяты, на наш взгляд, самые важные параметры деятельности механизаторов в АПК района, хотя сюда могут быть добавлены и другие параметры, имеющие числовое выражение. Единственным условием выбора входа является условие его положительной эффективности при увеличении числового значения. За выход также должен быть взят параметр положительной деятельности субъекта.

После внесения исходных данных необходимо определить по каждому входу и выходу коэффициенты нормировки, которые определяют значимость каждого входа и выхода:

коэффициент нормировки

по входам $a := (1 \ 0.6 \ 0.7)^T$

по выходам $b := (0.9 \ 0.7 \ 0.7 \ 0.8 \ 1)^T$

В приведенном примере для входов значимость первого входа (число механизаторов) определена с коэффициентом 1, значимость второго входа (площадь угодий) – с коэффициентом 0.6, а значимость третьего входа (число тракторов) – с коэффициентом 0.7. Для выходов

значимость первого выхода (квалификация) определена коэффициентом 0.9, второго выхода (урожайность) – коэффициентом 0.7, третьего выхода (фонд заработной платы) – коэффициентом 0.7, четвертого выхода (валовая продукция) – коэффициентом 0.8, а значимость пятого выхода (валовый доход) – коэффициентом 1.

Одним из элементов новизны предлагаемой методики расчета является учет синергизма, связанный с нелинейным влиянием некоторых выходов на коллективную самоорганизацию всей системы. Можно считать в анализе механизаторов, что наибольший синергизм обеспечивают квалификация и фонд заработной платы (коэффициент 2). С другой стороны, площадь угодий негативно влияет на синергизм всей коллективной системы, поэтому для этого входа коэффициент синергизма взят 0.6:

учет синергизма:

$$y_3 := (y_3)^2 \quad y_1 := (y_1)^2 \quad x_2 := (x_2)^{0.6}$$

Как предложено в работе [2], все входы и выходы необходимо с использованием коэффициентов нормировки привести к одному входу и одному выходу:

$$j := 1..3 \quad m := 1..5;$$

вычисление максимальных значений:

$$x_m_j := \max(x_j) \quad y_m_m := \max(y_m);$$

нормировка:

$$x_j := \frac{x_j}{x_m_j}, \quad y_m := \frac{y_m}{y_m_m};$$

приведение к одному входу:

$$x := \sum_j [(x_j \cdot a_j)], \quad X_m := \max(X), \quad X := \frac{X}{X_m};$$

приведение к одному выходу:

$$y := \sum_j [(y_j \cdot b_j)], \quad Y_m := \max(Y), \quad Y := \frac{Y}{Y_m}.$$

Отметим, что при вычислении векторов x и y и суммы для X на Mathcad обязательно надо использовать операцию векторизации.

Реализация непосредственно самого метода осуществляется решением задачи линейного программирования, как это показано для 13 входов ($S = 13$):

вычисление коэффициента эффективности для S района:

$$S := 13 \quad m := \text{rows}(y) \quad i := 1..m \quad \lambda_i := 0$$

$$F(\lambda) := \frac{1}{X_S} \cdot \sum_{ii=1}^m (X_{ii} \cdot \lambda_{ii})$$

Given

$$\sum \lambda = 1 \quad y_S = \sum_{ii=1}^m (y_{ii} \cdot \lambda_{ii}) \quad \lambda \geq 0$$

$$\lambda := \text{Minimize}(F, \lambda)$$

$$\theta := F(\lambda) \quad \theta = 0.652$$

Для наглядности на рис. 2 приведено на плоскости распределение всех точек обобщенных нормированных входов и выходов, где точка в начале координат соответствует фиктивной школе. Для расчета *big*-эффективных школ S необходимо положить $\lambda_S = 0$ в блоке Given.

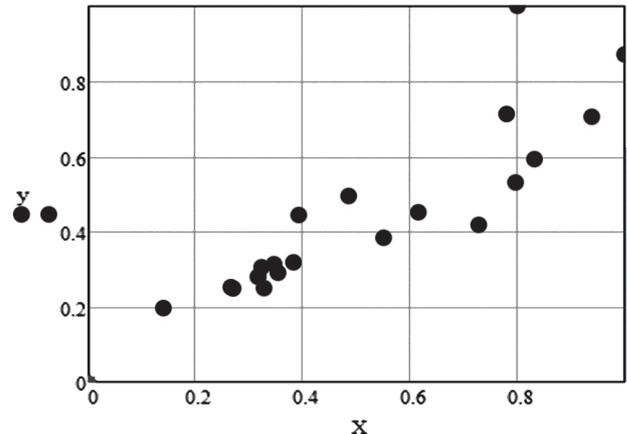


Рис. 2. Диаграмма вход – выход

В результате были получены следующие параметры эффективности:

$$\theta\theta := (0 \ 0.626 \ 0.722 \ 0.611 \ 1 \ 0.569 \ 0.706 \ 0.796 \ 0.521 \ 0.558 \ 0.667 \ 0.561 \ 0.652 \ 0.871 \ 1.135 \ 0.655 \ 0.44 \ 0.692 \ 0.591 \ 0.531 \ 0.678 \ 0.698)$$

Как следует из этих результатов, наименее эффективным является 16 район с коэффициентом эффективности 0,44, а самым эффективным – 14 район с коэффициентом суперэффективности 1,135. Район 4 имеет *big*-эффективность.

Если расположить оценки эффективности в порядке убывания, то получается ранжированная оценка рейтинга механизаторов районов от лидера до аутсайдера.

Проведенные расчеты не учитывали влияния количества механизаторов на входы и выходы, то есть было учтено влияние масштаба. С точки зрения эффективности целесообразно определить не число тракторов в абсолютных единицах, а их число на одного механизатора:

учет масштаба:

$$x_3 := \frac{x_3}{x_1}$$

С учетом такого определения числа тракторов перераспределится и эффективность районов, которая в большей степени будет учитывать именно эффективность деятельности механизаторов:

$$\theta\theta := (0 \ 0.455 \ 0.691 \ 0.473 \ 1 \ 0.526 \ 0.502 \ 0.652 \ 0.512 \ 0.559 \ 0.476 \ 0.432 \ 0.483 \ 0.706 \ 0.506 \ 0.482 \ 0.449 \ 0.714 \ 0.598 \ 0.451 \ 0.548 \ 0.472)$$

Предложенная методика DEA-анализа позволяет учесть синергизм системы по двум направлениям. Во-первых, исключить влияние масштаба, что ставит все субъекты в одинаковые условия. Во-вторых, учесть нелинейный характер тех входов и выходов, которые либо

крайне нужны для синергизма, либо не оказывают влияния на синергизм, либо негативно влияют на синергизм.

Отметим, что предлагаемая методика DEA-анализа не требует программирования высокого уровня и изящно реализуется средствами Mathcad.

Список использованных источников

1. 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.
2. Новиков, В. А. Упрощенная методика DEA-анализа / В. А. Новиков, Л. П. Фалько, Г. М. Петрун // Экономические исследования: анализ состояния и перспектива развития. — Воронеж, 2009. — Кн. 19. — С. 142–150.
3. Сыровкаш, Н. А. Условия и факторы повышения производительности труда механизаторов в сельхозорганизациях / Н. А. Сыровкаш // Научно-инновационная деятельность в агропромышленном комплексе : сб. науч. ст. V Междунар. науч.практ. конф., Минск, 21–22 апр. 2011 г. : в 2 ч. / ред. Н. В. Казаровец [и др.]. — Ч. 1. — С. 236–238.

25.06.2014

УДК 390.1(091)

А. Н. СИМОНЧИК

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ИСТОРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ИСТОРИОГРАФИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ИСТОРИИ КУЛЬТУРЫ БЕЛАРУСИ КОНЦА XVIII — ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XIX В.

Отражены особенности применения в историографии методов истории при исследовании истории культуры Беларуси конца XVIII — первой половины XIX в. Среди методов отмечены общенаучные (анализ и синтез, индукция и дедукция, восхождение от конкретного к абстрактному и т. д.) и традиционные специальные исторические (историко-генетический, историко-сравнительный, историко-типологический и историко-системный). Исследование историографии истории культуры Беларуси периода позднего феодализма основывается на принципах историзма, объективности и ценностного подхода.

The article describes special aspects of the application methods of historiography in the history of the study of the cultural history of Belarus at the end of XVIII – first half of XIX century. Scientific functions (analysis and synthesis, induction and deduction, climbing from concrete to abstract, etc.), and special historical traditional functions (historical genetic, historical, comparative, historical and typological and historical system) are marked among the methods. The study of historiography of Belarusian culture during late feudalism is based on the principles of historicism, objectivity and value approach.

Использование методов исторического исследования в историографии при исследовании истории культуры Беларуси конца XVIII — первой половины XIX в. характеризуется определенной специфичностью и особенностью, которая заключается в том, что при изучении исследований учеными досоветского, советского и постсоветского периода истории Беларуси учитывается социальное, экономическое и политическое состояние региона. Сама историография истории культуры Беларуси исследуемого периода базируется на принципах историзма, объективности и ценностного подхода.

Актуальность разработки методологии историографического исследования вытекает из причины, как отмечает А. Н. Нечухрин, что в белорусской исторической науке сохраняется определенная ограниченность теоретическо-методологической подготовки историков, недостаточное владение ими современными методами и методиками исторических исследований. Что касается методов историографического исследования, то тут ситуация еще хуже, так как осмысленные исследования попросту отсутствуют [1, с. 37].

Историография как научная дисциплина изучает закономерности процесса накопления исторических знаний,

научного исследования жизни общества. Историография как история исторической науки показывает развитие научного познания исторического прошлого, анализирует теоретическую базу исследования (каким образом те или иные теоретические концепции используются в работе исследователя, влияют на формирование научных школ, течений), выявляет влияние политической ситуации на концептуальную позицию ученого [2, с. 15].

Основными категориями, которыми пользуется историография, являются категории «историографический факт» и «историографическая категория». Под историографическим фактом понимается факт исторической науки, который несет информацию об исторических знаниях, используемых для выявления закономерностей развития истории исторической науки [3, с. 96].

Историографическими источниками являются те исторические источники, которые определяются предметом историографии и несут информацию о процессах, которые происходят в исторической науке и в условиях ее функционирования [3, с. 120].

Исследование историографии истории культуры Беларуси конца XVIII — первой половины XIX в. основывается