

А.А. КРАВЧЕНКО, *доцент,*
И.О. МИТРОШИЧЕВ, *ДонНТУ*
С.Н. ИВАНОВ, *доцент,*
Донецкий Национальный Университет

ОЦЕНКА ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА «АНАЛИЗ ОБОЛОЧКИ ДАННЫХ» (DEA)

Вопросам выбора одного или нескольких инвестиционных проектов, принимаемых к реализации, в отечественной и зарубежной литературе уделяется очень большое внимание. Особо остро встает этот вопрос в современных условиях, при наметившемся росте экономики Украины. В настоящее время возникла необходимость реально оценить потенциал как в целом угольной промышленности, так и угольных предприятий в частности, и отобрать из возможного набора инвестиционных предложений самые перспективные. Таким образом, перед лицом принимающим решение возникает сложная задача выбора одного инвестиционного проекта или комплекса проектов, принимаемых к реализации. Однако задача осложняется тем, что этот выбор необходимо сделать с учетом большого количества параметров и для большого количества проектов. В таком случае для выбора инвестиционных проектов можно использовать различные методы: метод комплексной оценки по совокупности показателей [1], метод расстановки приоритетов [2], методы экспертных оценок (ЭО), таксономические методы группировок и др. Самыми распространенными из всех являются методы экспертных оценок. Однако эти методы имеют ряд очень существенных недостатков. Так, например, первая проблема, которая возникает при экспертной оценке – это неразвитость института экспертов в области инвестирования угольной промышленности. Вторая проблема – это большие трудозатраты привлекаемых экспертов и высокая оплата их услуг. Поэтому следует учиты-

вать, что количество инвестиционных проектов со временем может увеличиться, и тогда потребуются повторная экспертная оценка вновь поступивших проектов. Кроме этого, метод экспертных оценок не дает точной количественной оценки привлекательности (эффективности) инвестиционных проектов. В свете вышеизложенного возникает актуальная задача поиска методики, которая позволила бы быстро и точно без привлечения экспертов оценить эффективность инвестиционных проектов и проранжировать их по степени привлекательности.

Цель. Целью исследования является оценка возможности применения метода DEA для выбора одного или комплекса инвестиционных проектов, принимаемых к реализации.

Задачи. Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

Рассмотреть сущность и принципы метода DEA применительно к исследуемой проблеме;

Оценить предложенные инвестиционные проекты методом экспертных оценок и методом DEA;

Провести сравнительный анализ метода DEA и экспертных методов оценки инвестиционных проектов.

Предмет исследования. Предметом исследования является метод DEA как альтернативный метод ранжирования и выбора инвестиционных проектов.

Объект исследования. Процесс выбора инвестиционных проектов принимаемых к реализации.

К новизне исследования можно отнести:

Впервые метод DEA применяется для выбора инвестиционных проектов, принимаемых к реализации в угольной отрасли;

С помощью метода DEA можно дать точную количественную оценку привлекательности инвестиционного проекта и определить степень его приоритетности;

Так как в основе DEA лежит линейное программирование, то в дальнейшем имеется возможность определения причин отказа от реализации инвестиционных проектов и анализа решения с целью оптимизации инвестиционных процессов.

DEA как метод оценки эффективности производства был предложен в конце семидесятых годов 20-го столетия. Он используется в различных областях деятельности: при измерении экологической эффективности, при оценке эффективности больничного сервиса, на железнодорожном транспорте, в измерении технического прогресса, в банковской сфере, в фармакологии, при производстве автомобилей, в сравнительном анализе функционирования предприятий с высокими технологиями, в системе образования и т.д.

В основе метода лежит идея Фаррела относительно определения границы эффективности производства. В 1957 г. М. Дж. Фаррелл предложил подход к оценке технической эффективности для случая с одним входом (фактором) и одним выходом (параметром) [3].

DEA получил признание в 1978 г. после публикации статьи А.Чарнса, У.Купера и Э.Родса «Измерение эффективности единиц принятия решений» в Европейском журнале по исследованию операций (модель носит название ССР по именам авторов) [4]. Дальнейшее развитие метода привело к созданию новых моделей, таких как

мультипликативные (А.Чарнс и др., 1982, 1983 гг.), ВСС (Р.Бэнкер, А.Чарнс, У.Купер, 1984 г.), аддитивные (А.Чарнс и др., 1985 г.) и т.д. [5,6].

Метод DEA так же, как и методы экспертных оценок, концентрируется на каждом отдельном наблюдении. Однако в то время, как ЭО осуществляют сравнительный анализ объектов, DEA рассчитывает и строит дискретную кусочно-линейную или лучевую границу (см. рисунок 1), определяемую множеством эффективных по Парето единиц принятия решений. **Эффективность по Парето** – уровень организации экономики, при котором:

уже невозможно осуществить какие-либо изменения в пользу одного лица либо группы лиц, не ухудшив положение другого лица либо группы лиц;

входные ресурсы используются наиболее эффективно (эффективность производства), а результат обеспечивает максимально возможную полезность для потребителей (эффективность распределения ресурсов).

На рисунке эти точки можно определить как крайние левые точки для кусочно-линейной поверхности и угловая левая точка для лучевой поверхности. Для реализации моделей применяется математическое программирование как метод получения оптимального результата.

Рассмотрим набор из 7 инвестиционных проектов для угольных шахт Донбасса, полученных по результатам исследований [7, 8]. По этим проектам доступна следующая информация: полная себестоимость на 1 т (грн.), объем товарного угля с учетом обогащения (т.), цена 1 т угля (грн.), объем привлекаемых инвестиций (I) (тыс. грн.), внутренняя норма рентабельности проекта (IRR), чистый приведенный доход (NPV) (тыс. грн.), индекс рентабельности (PI), срок окупаемости (лет).

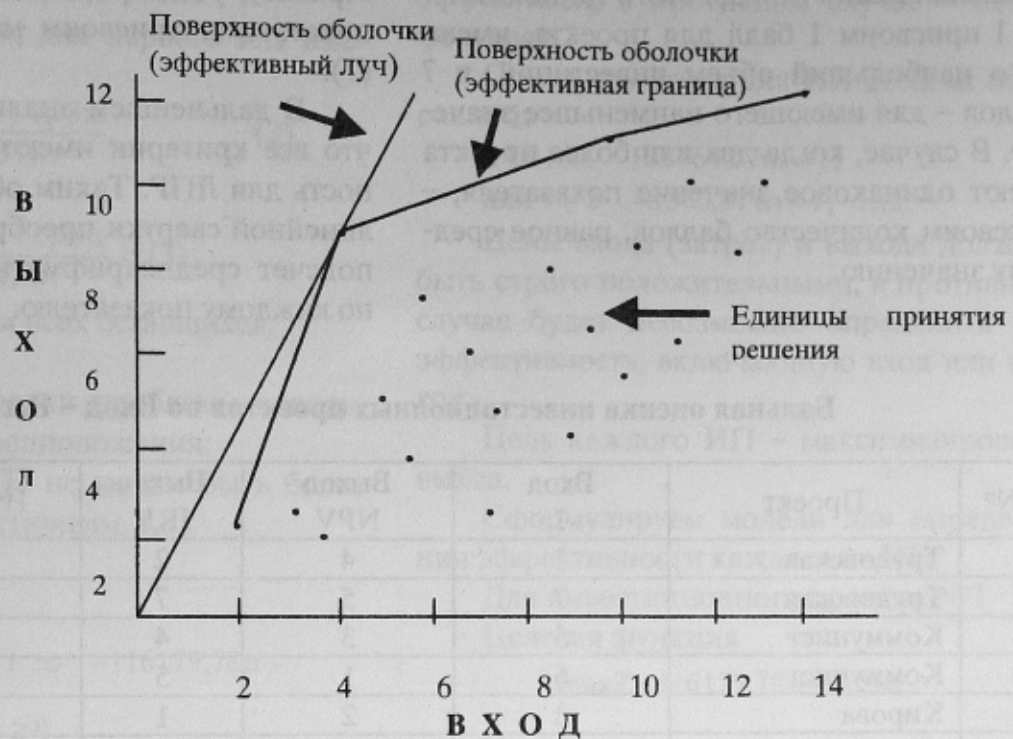


Рис. 1. Сравнение кусочно-линейной и лучевой границ поверхности DEA

Сначала разберем более простой случай.

В качестве критериев оценки выберем NPV, IRR и объем инвестиций (I) по проекту.

Таким образом, для 1-го входа и 2-х выходов имеем:

Таблица 1

Показатели инвестиционных проектов (1 вход – 2 выхода)

№	Проект	Вход	Выход 1	Выход 2
		I тыс. грн	NPV тыс. грн.	IRR
1	Трудовская	103 964,57	116 179,78	0,53
2	Трудовская	48 560,87	120 100,38	0,88
3	Коммунист	67 311,00	108 225,96	0,56
4	Коммунист	59 386,00	93 452,25	0,57
5	Кирова	89 158,74	107 306,19	0,46
6	Кирова	84 117,00	120 830,32	0,55
7	Южнодонбасская	95 087,00	214 899,69	0,77

Проранжируем проекты по степени привлекательности. Для этого по показателю I присвоим 1 балл для проекта, имеющего наибольший объем инвестиций, и 7 баллов – для имеющего наименьшее значение. В случае, когда два или более проекта имеют одинаковое значение показателя, – присвоим количество баллов, равное среднему значению.

Для NPV и IRR поступи наоборот. Проекту, у которого наибольшее значение показателя, присвоим максимальный балл (7).

В дальнейшем анализе будем считать, что все критерии имеют одинаковую ценность для ЛПР. Таким образом, процедура линейной свертки преобразуется в простой подсчет среднеарифметического значения по каждому показателю.

Таблица 2

Бальная оценка инвестиционных проектов по Вход – Выход

№	Проект	Вход I	Выход NPV	Выход IRR	Итого	Оценка проекта
1	Трудовская	1	4	2	7	2,33
2	Трудовская	7	5	7	19	6,33
3	Коммунист	5	3	4	12	4,00
4	Коммунист	6	1	5	12	4,00
5	Кирова	3	2	1	6	2,00
6	Кирова	4	6	3	13	4,33
7	Южнодонбасская	2	7	6	15	5,00

Из данной информации можно сделать следующие выводы:

при прочих равных условиях первым к реализации принимается проект №2 (у него самые лучшие характеристики);

вторым к реализации можно принимать проект № 7;

в числе последних проектов принимаются к реализации проекты 1 и 5 (у них самые плохие показатели).

Условно все инвестиционные проекты можно разбить на 3 группы (по степени привлекательности):

1) 2 и 7;

2) 3, 4, и 6;

3) 1 и 5.

Дальнейшая интерпретация затруднительна. Чтобы сделать окончательный выбор, необходимо определить веса для каждого фактора и включить в вычисления весовые коэффициенты важности факторов. Однако в таком случае выбор будет субъективным, так как каждый эксперт использует свой подход к оценке важности критериев.

Таблица 3
Порядок реализации ИП
согласно бальным оценкам

Порядок реализации	Проект
1	2
	7
2	3
	4
	6
3	1
	5

Теперь попробуем оценить эти проекты и выбрать порядок их реализации при помощи метода DEA.

Определим переменные:

t_r = цена единицы выхода r ;

w_s = цена единицы входа s .

Эффективность i -го инвестиционного проекта (ИП) может быть оценена следующим образом:

$$E_i = \frac{\text{ценность выходов } i\text{-го ИП}}{\text{ценность входов } i\text{-го ИП}}. \quad (1)$$

Таким образом, для первого ИП имеем:

$$E_1 = \frac{116179,78 t_1 + 0,53 t_2}{103964,57 w_1}, \quad (2)$$

Для второго:

$$E_2 = \frac{120100,38 t_1 + 0,88 t_2}{48560,87 w_1}, \quad (3)$$

И так далее для всех оставшихся.

Для формулировки проблемы используем следующие предположения:

Ни один из ИП не может быть более чем на 100% эффективным, т.е.:

для $i = 1$

$$\frac{116179,78 t_1 + 0,53 t_2}{103964,57 w_1} \leq 1 \Rightarrow -116179,78 t_1 - 0,53 t_2 + 103964,57 w_1 \geq 0$$

для $i = 2$

$$\frac{120100,38 t_1 + 0,88 t_2}{48560,87 w_1} \leq 1 \Rightarrow -120100,38 t_1 - 0,88 t_2 + 48560,87 w_1 \geq 0$$

Для $i = 3, \dots, 7$ поступаем подобным образом.

Ограничения

- 1) $- 116 179,78 t_1 - 0,53 t_2 + 103 964,57 w_1 \geq 0$
- 2) $- 120 100,38 t_1 - 0,88 t_2 + 48 560,87 w_1 \geq 0$
- 3) $- 108 225,96 t_1 - 0,56 t_2 + 67 311,00 w_1 \geq 0$
- 4) $- 93 452,25 t_1 - 0,57 t_2 + 59 386,00 w_1 \geq 0$
- 5) $- 107 306,19 t_1 - 0,46 t_2 + 89 158,74 w_1 \geq 0$
- 6) $- 120 830,32 t_1 - 0,55 t_2 + 84 117,00 w_1 \geq 0$
- 7) $- 214 899,69 t_1 - 0,77 t_2 + 95 087,00 w_1 \geq 0$
- 8) $103 964,57 w_1 = 1$
- 9) $t_1 \geq 0,0001$
- 10) $t_2 \geq 0,0001$
- 11) $w_1 \geq 0,0001$

.....

Если эффективность ИП равна 1, то он эффективен, в противном случае – неэффективен.

Стоимость входа для ИП должна быть равна 1:

для $i = 1$ $103964,57 w_1 = 1,$

для $i = 2$ $48560,87 w_1 = 1, \dots$

Цены входа (затрат) и выхода должны быть строго положительными, в противном случае будет невозможно определить неэффективность, включающую вход или выход.

Цель каждого ИП – максимизировать выход.

Сформулируем модели для определения эффективности каждого из ИП

Для инвестиционного проекта №1.

Целевая функция

$$\max Z = 116179,78 t_1 + 0,53 t_2.$$

Как видно, каждая из моделей отличается выражением целевой функции, которая определяет максимум виртуального выхода, и восьмым ограничением, отражающим потенциальные возможности по использованию виртуального входа.

Для решения задач был использован стандартный пакет программ WINQSB. Ниже приведены оптимальные решения задач для каждого ИП отдельно.

Таблица 4

Оценка привлекательности ИП
методом DEA

Проект №	Привлекательность
1	0,4518
2	1
3	0,6501
4	0,6363
5	0,4867
6	0,5808
7	0,9138

Сравнение результатов оценки инвестиционных проектов различными методами:

Таблица 5

Сравнение результатов оценки ИП

Порядок реализации	№ ИП по методу DEA	№ ИП по ЭО
1	2	2
2	7	7
3	3	3,4,6
4	4	3,4,6
5	6	3,4,6
6	5	1,5
7	1	1,5

Как видно из таблицы, результаты совпадают с предварительной оценкой. Кроме этого, проекты проранжированы и имеют количественную оценку, что ранее не было сделано.

Справедливости ради следует отметить тот факт, что ЭО могут не всегда совпадать с оценкой по методу DEA.

Рассмотрим более сложный вариант оценки инвестиционных проектов. В нем участвуют 8 критериев отбора: 4 входа и 4 выхода.

Так как у нас целевая функция максимизирующая, то возьмем обратные величины срока окупаемости.

Показатели инвестиционного проекта.

Таблица 6

Показатели инвестиционных проектов (4 вход – 4 выхода)

№	Проект	Вход				Выход			
		Полная себестоимость на 1т. (грн.)	Объем товарного угля (тыс.т.)	Цена 1т угля (грн.)	Объем инвестиций (тыс.грн.)	IRR	NPV (тыс.грн.)	PI	Обратная величина срока окупаемости
1	Трудовская	74,06	579,6	164	103 964,57	0,53	116 179,78	2,12	0,25
2	Трудовская	85,45	579,6	164	48 560,87	0,88	120 100,38	3,47	0,5
3	Коммунист	109,12	226,8	190,6	67 311,00	0,56	108 225,96	2,61	0,25
4	Коммунист	110,49	226,8	190,6	59 386,00	0,57	93 452,25	2,57	0,25
5	Кирова	64,4	567	170	89 158,74	0,46	107 306,19	2,2	0,25
6	Кирова	53,88	708,4	170	84 117,00	0,55	120 830,32	2,44	0,25
7	Южнодонбасская	79,58	840	168,7	95 087,00	0,77	214 899,69	3,26	0,333

Проранжируем проекты по степени привлекательности. Для этого для входов: показателю проекта, у которого наибольшее значение, присвоим 1 балл, проекту, у которого второе по величине значение показателя, присвоим 2 балла и т.д. Для выхо-

дов поступим наоборот. Показателю проекта, у которого наибольшее значение, присвоим 7 баллов. В случае, когда два или более проекта имеют одинаковое значение показателя – присвоим количество баллов, равное среднему значению.

Таблица 7

Бальная оценка инвестиционных проектов

№	Проект	Вход				Выход				Итого	Оценка проекта
		Полная себестоимость на 1т. (грн.)	Объем товарного угля (тыс.т.)	Цена 1т угля (грн.)	Объем инвестиций (тыс.грн)	IRR	NPV (тыс. грн.)	PI	Обратная величина срока окупаемости		
1	Трудовская	5	3,5	6,5	1	2	4	1	5	28	9,33
2	Трудовская	3	3,5	6,5	7	7	5	7	1	40	13,33
3	Коммунист	2	6,5	1,5	5	4	3	5	5	32	10,67
4	Коммунист	1	6,5	1,5	6	5	1	4	5	28	9,33
5	Кирова	6	5	3,5	3	1	2	2	5	27,5	9,17
6	Кирова	7	2	3,5	4	3	6	3	5	35,5	11,83
7	Южнодонбасская	4	1	5	2	6	7	6	2	33	11,00

Если исходить из отчетов об инвестиционных проектах, то можно сделать выводы только относительно приоритетности реализации проекта №2. Во вторую очередь необходимо реализовывать проекты №6,7,3. И в последнюю очередь – проекты №1,4 и 5.

Таблица 8

Сравнение результатов оценки ИП по бальной оценке вариантов 4 входа – 4 выхода и 1 входа – 2 выхода

Порядок реализации	Порядок реализации (ЭО) 4 – 4	Порядок реализации (ЭО) 1 – 2
1	2	2
2	6	7
3	7	3,4,6
4	3	3,4,6
5	1,4	3,4,6
6	1,4	1,5
7	5	1,5

Теперь попробуем оценить эти проекты и выбрать порядок их реализации при помощи метода DEA.

Получаем следующие результаты:

Таблица 9

Оценка эффективности ИП методом DEA (4 входа – 4 выхода) и сравнение с оценкой (1 входа – 2 выхода.)

Проект	Эффективность 4 входа – 4 выхода	Эффективность 1 входа – 2 выхода
1	0,7945	0,4518
2	1	1
3	1	0,6501
4	1	0,6363
5	0,8322	0,4867
6	1	0,5808
7	1	0,9138

В результате мы получили: к реализации необходимо принять 2, 3, 4 6, и 7-й проекты. Так как у нас увеличилось число факторов, по которым производилась оценка, то и большее количество проектов получило оценку 1.

Преимущество метода состоит в том, что он позволяет оперировать большими объемами информации, оценивать инвестиционные проекты по большому количеству параметров, и в то же время является очень гибким инструментом. Метод DEA может быть адаптирован к требованиям

частного инвестора. Так, в отличии от государственной политики реформирования угольной промышленности, когда в первую очередь учитываются такие параметры, как объем товарного угля, себестоимость 1т. угля, цена угля, частный инвестор делает упор на финансовые показатели: необходимый объем инвестиций, чистый приведенный доход, внутренняя норма рентабельности, срок окупаемости. Поэтому в расчетах будут использоваться именно эти показатели, а результат будет отражать привлекательность инвестиционных проектов для определенных интересов частного инвестора.

Полученные результаты позволяют говорить о методе DEA как об альтернативном методе сравнения и выбора инвестиционных проектов. Этот метод дает адекватные оценки и может использоваться самостоятельно без привлечения других методов для оценки инвестиционных проектов. Кроме этого, метод DEA позволяет: не просто оценить относительную эффективность инвестиционных проектов, а дает количественную оценку эффективности ИП, и, как следствие, позволяет проранжировать их по степени их привлекательности. Так как в основе метода DEA лежит линейное программирование, то имеется возможность оценки причины неэффективности и анализа чувствительности оценки. Данный метод может использоваться при разработке программ по рациональному инвестированию отдельных групп шахт или даже всей отрасли в целом.

Литература

1. Шеремет А.Д. Проблемы комплексного экономического анализа деятельности хозрасчетных предприятий и объединений // Современные проблемы развития хозяйственного расчета, учета и экономического анализа/ Под ред. А.Д. Шеремета. – М.: Изд-во моск. ун-та. 1974. – С. 163–182.

2. Блюмберг В.А., Глущенко В.Ф. Применение экономико-математического метода при решении управленческих и производственных задач // Машиностроитель. – 1972. – №8. – С. 35–39.

3. Farrell, M.J., The measurement of productive efficiency. // Journal of the Royal Statistical Society, Series A 120, (1957). – p. 253–290.

4. Charnes, A., Cooper, W.W., and E.Rhodes, Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research. – №2 (1978). – P. 429–444. – North Holland Publishing Company.

5. Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y., and Seiford, L.M., Data Envelopment Analysis: Theory; Methodology; and Applications. Kluwer Academic, Boston, 1994.

6. Charnes, A., Cooper, W.W., and E.Rhodes, Evaluating program and managerial efficiency: An application of data envelopment analysis to program follow through. Management Science, №27 (1981). – P. 668 – 697.

7. Кравченко А.А., Бондаренко Ю.В., Гусев Ю.А. Харченко В.А. Перспективы развития убыточных шахт Донбасса // Геотехнологии на рубеже XXI века. – Донецк: ДУНПГО, 2001. – Т.3 – С. 26 – 30.

8. Кравченко А.А., Худолей О.Г., Митрошичев И.О. Моделирование хозяйственной деятельности шахт в условиях привлечения инвестиций // Материалы Всеукраинской научно-практической конференции молодых ученых «Экономико-математические методы принятия управленческих решений на современном этапе». – Днепропетровск, 2003.

Статья поступила в редакцию 02.09.03.