МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

УДК 004.891

[illegible] : . :edk , доктор технических наук, профессор;
J. B. Yggbdh , аспирант;
G. K. JrlgbdhZ , студентка
Ижевский государственный технический университет

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ СОВМЕСТНОГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОГРЕШНОСТИ ВХОДНЫХ ДАННЫХ

JZkfZbZky kipbZbabjhZggZ kbklfZ hpgdb wdhghfbqkdhc wnndlbghklb ijhdlh\ \ jZlZ Dbhlkdhh ijhlhdheZ . Ijbgu djbljbb hpgdb wdhghfbqkdhc wnndlbghklb . [illegible] - gu nhjfmeu jZqlZ ihjrghklb ihdZZec wnndlbghklb ijhdlh\ . JZkfhljgu ZbZlu kjZgby ijhdlh\ \ kemqZ ijkqgby ihemqgguo bgljZh\ hafhguo agZgbc djbljb\ .

Ключевые слова: Киотский протокол, проекты совместного осуществления, экономическая эффективность, критерии, погрешность

Проекты совместного осуществления в рамках Киотского протокола являются особым типом инвестиционных проектов. В повышении качества оценки инвестиционных проектов заинтересованы и государство, и частные инвесторы, и кредитные учреждения, финансирующие инвестиционные проекты [1].

Ни одна из рассмотренных на российском рынке универсальных систем для инвестиционных расчетов по разным причинам не удовлетворяет в полной мере требованиям полного и правильного расчета показателей эффективности Киотского проекта. Поэтому для данных проектов предлагается разработка индивидуальной системы оценки экономической эффективности [2].

Данная система предназначена специально для оценки экономической эффективности проектов в рамках Киотского протокола, учитывает специфические особенности и параметры проектов и технологий по сокращению выбросов парниковых газов, позволяет производить все необходимые расчеты.

При принятии решения об инвестировании проекта менеджер должен оценить потенциальную значимость каждого из возможных вариантов реализации проекта для выявления оптимального варианта.

Критериями экспертной оценки являются научно-технические, экономические, экологические и социальные показатели проекта [3].

Научно-техническая эффективность заключается в развитии различных отраслей науки, техники и технологии. В нашем случае научно-технические показатели не рассматриваются, поскольку внедрение проекта в рамках Киотского протокола не всегда влечет за собой инновационные новшества.

Социальная эффективность состоит в том, что проект способствует повышению благосостояния общества, повышению качества жизни и условий труда, увеличению производительности, ускорению обновления жизненной среды. Критерии социальной эффективности существенно не влияют на изменение эффективности проекта в целом. Кроме того, многие параметры не могут быть применены в эко-

© Алексеев В. А., Янников Р. И., Решетникова Н. С., 2011

номическом аспекте, что не соответствует условиям создания системы оценки экономической эффективности проектов.

Нами предлагается использовать критерии эффективности, состоящие из экономической и экологической составляющих.

Оценку экологической эффективности технологических и других проектов с учетом обстоятельств присоединения России к Киотскому протоколу следует проводить согласно стандарту ISO 14031, регламентирующему конкретную форму представления информации о результатах управления экологическими аспектами технологических проектов [4].

Применительно к теме данной работы можно выделить следующие показатели:

1. Общее потребление энергии. Чтобы унифицировать количество потребляемой энергии вне зависимости от видов энергоносителя, применяются различные обобщающие коэффициенты (например, единица условного топлива, угольный эквивалент, нефтяной эквивалент и др.). Были определены переходные коэффициенты для подсчета общего потребления энергии (табл. 1).

LZ[ëbpZ *1*. **Коэффициенты общего энергопотребления**

Энергоносители	Коэффициент общего потребления энергии, кВт·ч	Выбросы CO_2 (кг) при производстве 1 кВт·ч энергии
Нефть	1,30	0,0950
Мазут	1,21	0,1000
Природный газ	1,27	0,0690
Каменный уголь	1,20	0,1330
Бурый уголь	1,40	0,0133
Солнечная энергия	0,65	0,0030

2. Выбросы парниковых газов в атмосферу. Различные газы имеют различную способность к образованию парникового эффекта. Обобщить вклад предприятия в глобальное потепление можно при помощи эквивалента CO_2 (табл. 2).

LZ[ëbpZ *2*. **Коэффициенты эквивалентности выбросов вредных веществ**

Вещество	Масса CO_2 (кг), эквивалентная 1 кг вещества
Углекислый газ	1
Метан	21
Оксид азота	270
Фторсодержащие	140–9 800

Эти вещества зафиксированы в Киотском протоколе.

В нашем случае выбросы CO_2, вычисленные по табл. 1 и 2, используем при вычислении таких критериев экономической эффективности проектов в рамках Киотского протокола, как углеродные инвестиции и экономия платы за загрязнение окружающей среды (предотвращенный экологический ущерб).

Эти показатели являются специфическими для проектов в рамках Киотского протокола.

1. Углеродные инвестиции, руб. (ERU) – зарубежные инвестиции в совместные проекты по сокращению выбросов.

$$\mathrm{ERU} = Q \cdot W, \qquad (1)$$

где Q – выбросы CO_2, вычисленные по табл. 1 и 2, тCO_2; W – цена квот CO_2 на Европейской энергетической бирже, руб.

2. Экономия платы за загрязнение окружающей среды (предотвращенный экологический ущерб), руб. (ECON).

$$\text{ECON} = G \cdot Q, \tag{2}$$

где G[1] – ставка (штраф) за допустимые выбросы загрязняющих веществ в CO_2-эквиваленте, руб.

Помимо данных критериев, необходимо использовать классические показатели оценки экономической эффективности инвестиционных проектов [5, 6].

Предположим то, что исходные данные могут быть введены как интервальное значение или с некой погрешностью. Соответственно при сравнении проектов показатели оценки экономической эффективности, которые рассчитываются из исходных данных, также могут иметь определенную погрешность в значениях. В связи с этим необходимо провести анализ погрешности окончательных данных, т. е. критериев оценки, на основании погрешности исходных данных, а также провести сравнение проектов в случае пересечения полученных интервалов возможных значений критериев.

Выведем формулы для оценки абсолютных погрешностей расчетов параметров проектов при задаваемых величинах абсолютной погрешности исходных данных.

У каждого значения из входных данных указывается абсолютная погрешность его задания (точность):

$$\alpha_i \pm \Delta\alpha_i,\ i = \overline{1, m}, \tag{3}$$

где m – количество входных данных.

Входные данные

1. Инвестиции на каждом этапе/шаге, руб. ($K_m \pm \Delta K_m$).

2. Цена производимых продуктов, руб. $\left(P_i \pm \Delta P_i\right)$, $i = 1...n$.

3. Объем выпускаемой продукции на каждом этапе ($N_{mi} \pm \Delta N_{mi}$, $i = 1...n$).

4. Норма дисконта, % ($E \pm \Delta E$).

5. Количество выбросов, которое планируется сократить при реализации проекта, тCO_2 ($Q \pm \Delta Q$).

6. Плата штрафа за загрязнение окружающей среды, руб. ($G \pm \Delta G$).

7. Цена за единицу ЕСВ (единицы сокращенных выбросов), руб./тCO_2 ($W \pm \Delta W$).

Рассмотрим получение формул для получения абсолютных погрешностей отдельно взятых критериев (показателей).

Промежуточные расчетные данные и их погрешности

1. Выручка (притоки денежных средств) от реализации за каждый этап (за один шаг), руб.:

$$\Pi_m = \sum_{i=1}^{n}\left(P_i \cdot N_{mi}\right) + \text{ECB}, \Pi_0 = 0; \tag{4}$$

[1] Штрафы за выбросы отходов – один из основных методов правительственных действий в области охраны окружающей среды. Применение штрафов позволяет компенсировать несовершенство рыночных механизмов и выводит количество вредных выбросов на оптимальный уровень с позиции предельных социальных издержек загрязнения и предельной стоимости выброса отходов.

$$\left|\Delta\Pi_m\right| \le \sum_{i:=1}^{n}\left(N_{mi}\left|\Delta P_i\right| + P_i\left|\Delta N_{mi}\right|\right) + \Delta\text{ECB}. \quad (5)$$

2. Выручка за весь расчетный период, руб.:

$$\Pi = \sum_{m=1}^{T}\Pi_m + \text{ECB}; \quad (6)$$

$$\left|\Delta\Pi\right| \le \sum_{m:=1}^{T}\left|\Delta\Pi_m\right| + \Delta\text{ECB}. \quad (7)$$

3. Затраты за весь расчетный период, руб.:

$$O = \sum_{m=1}^{T}K_m; \quad (8)$$

$$\left|\Delta O\right| \le \sum_{m:=1}^{T}\left|\Delta K_m\right|. \quad (9)$$

Данные для оценки эффективности проекта и их погрешности

1. Углеродные инвестиции, руб.:

$$\text{ECB} = Q \cdot W; \quad (10)$$

$$\left|\Delta\text{ECB}\right| \le W\left|\Delta Q\right| + Q\left|\Delta W\right|. \quad (11)$$

2. Экономия платы за загрязнение окружающей среды (предотвращенный экологический ущерб), руб.:

$$X = G \cdot Q; \quad (12)$$

$$\left|\Delta X\right| \le G\left|\Delta Q\right| + Q\left|\Delta G\right|. \quad (13)$$

3. Чистый дисконтированный доход, руб.:

$$NPV = \sum_{m=0}^{T}\left[\left(\Pi_m - K_m\right)\frac{1}{(1+E)^m}\right]; \quad (14)$$

$$\left|\Delta NPV\right| \le \sum_{m:=0}^{T}\frac{\left(\left|\Delta\Pi_m\right| + \left|\Delta K_m\right|\right)}{\left(1+E\right)^m} + \sum_{m:=0}^{T}\frac{\left|\Pi_m - K_m\right|}{\left(1+E\right)^{m+1}}\ln(1+E). \quad (15)$$

4. Чистый доход, руб. (NV – чистый доход):

$$NV = \left(\Pi - H\right); \quad (16)$$

$$\left|\Delta NV\right| \le \left|\Delta\Pi\right| + \left|\Delta O\right|. \quad (17)$$

5. Внутренняя норма доходности, % (IRR) – погрешность данного показателя вычисляется на программном уровне.

6. Индекс доходности инвестиций, %:

$$PI = \frac{NPV}{\sum_{m=1}^{T} K_m} + 1; \tag{18}$$

$$\left|\Delta PI\right| \le \frac{\left|\Delta NPV\right|}{\sum_{m:=1}^{T} K_m} + \frac{NPV \sum_{m:=1}^{T} \left|\Delta K_m\right|}{\left(\sum_{m:=1}^{T} K_m\right)^2}. \tag{19}$$

7. Срок окупаемости, лет (PP) – погрешность данного показателя вычисляется на программном уровне.

8. Дисконтированный срок окупаемости, лет (DPP) – погрешность данного показателя вычисляется на программном уровне.

9. Потребность в дополнительном финансировании, руб. (CO) – погрешность данного показателя вычисляется на программном уровне.

10. Дисконтированная потребность в дополнительном финансировании, руб. (DCO) – погрешность данного показателя вычисляется на программном уровне.

Для получения основного показателя эффективности проектов используем многокритериальную оптимизацию методом аддитивной свертки. Уровень качества для нахождения эффективности рассчитывается по следующей формуле:

$$z_i = \sum_{i=1}^{N} \frac{y_i}{y_1}, \tag{20}$$

где y_i – значение показателя эффективности *i*-го проекта; y_1 – значение показателя эффективности 1-го (базового) проекта.

Расчет показателя эффективности ведется по формуле

$$N_j = \max \sum_{i=1}^{N} \left(\beta_i z_i\right), \tag{21}$$

где β_i – весовой коэффициент каждого показателя.

Будем считать, что основной критерий проекта N_j равномерно распределен на интервале $\left(N_j - \Delta N_j;\, N_j + \Delta N_j\right)$, где j – номер проекта.

Для сравнения двух проектов проведем аналогию со случайными числами. Получаем две случайные величины: $\xi \in R(a,b)$ и $\eta \in R(c,d)$, где a, b – левая и правая граница интервала для критерия первого проекта, а c, d – соответственно для второго проекта. Чтобы получить оценку меры достоверности различия в проектах $P(\xi < \eta)$, в случае пересечении полученных интервалов (a,b) и (c,d), используем вероятность события двумерной случайной величины.

Таким образом, мы имеем две случайные величины $\xi \in R(a,b)$ и $\eta \in R(c,d)$. И нужно получить вероятность того, что одна из них больше другой: $P(\xi < \eta)$. Геометрически это можно истолковать так: $P(\xi < \eta)$ – вероятность того, что прямоугольник с вершинами Z, *b*, *c* и *d* попадет левее и выше прямой, проходящей через точку (x, y), рис. 1:

η

ξ

Jbk. *1*. Вероятность $P(\xi < \eta)$

Площадь прямоугольника обозначим S, а площадь закрашенной фигуры обозначим S_f. Получаем формулу для оценки вероятности:

$$P(\xi < \eta) = \frac{S_f}{S}. \qquad (22)$$

Возможны шесть случаев расположения прямоугольника относительно данной прямой (рис. 2). В первом и последнем случае все очевидно: прямоугольник полностью лежит либо выше и левее данной прямой, тогда вероятность $P(\xi < \eta)$ равна единице, либо ниже и правее, тогда вероятность равна нулю. В остальных случаях необходимо знать площадь закрашенной фигуры.

Z *b* *c*

d *e* *f*

Jbk. *2*. Расположение прямоугольника относительно прямой

Случай 1 (рис. 2, *a*). Такая ситуация возникает, если *b* будет меньше *c*, и площадь фигуры в данном случае будет равна площади прямоугольника. Иначе прямая будет пересекать две стороны прямоугольника.

Случай 2 (рис. 2, *b*). Такая ситуация возникает, если *c* будет больше *a* и при этом *b* будет меньше *d*. В таком случае прямая будет пересекать нижнюю горизонтальную и правую вертикальную стороны прямоугольника. И площадь фигуры S_f находится по формуле

$$S_f = S - \frac{1}{2}(b-c)^2. \tag{23}$$

Случай 3 (рис. 2, k). Такая ситуация возникает, если *c* будет больше *a* и при этом *b* будет больше *d*. В таком случае прямая будет пересекать нижнюю и верхнюю горизонтальные стороны прямоугольника. И площадь фигуры находим по следующей формуле:

$$S_f = (d-c)(c-a) + \frac{1}{2}(d-c)^2 = (d-c)\left(\frac{1}{2}c - a + \frac{1}{2}d\right). \tag{24}$$

Случай 4 (рис. 2, *d*). Такая ситуация возникает, если *a* будет меньше *d* и при этом *b* будет меньше *d*. В таком случае прямая будет пересекать левую и правую вертикальные стороны прямоугольника. И площадь фигуры находим по формуле

$$S_f = (b-a)(d-b) + \frac{1}{2}(b-a)^2 = (b-a)\left(d - \frac{1}{2}b - \frac{1}{2}a\right). \tag{25}$$

Случай 5 (рис. 2, *e*). Такая ситуация возникает, если *a* будет меньше *d* и при этом *b* будет больше *d*. В таком случае прямая будет пересекать левую вертикальную и верхнюю горизонтальную стороны прямоугольника. И площадь фигуры находим по следующей формуле:

$$S_f = \frac{1}{2}(d-a)^2. \tag{26}$$

Случай 6 (рис. 2, *f*). Такая ситуация возникает, если *c* меньше *a* и *d* меньше *b*. Площадь фигуры в данном случае равна нулю.

Работа системы строится на том, что у каждого значения из исходных данных указывается абсолютная погрешность его задания. В результате показатели эффективности каждого из рассматриваемых проектов, т. е. выходные данные системы, получаются с относительной погрешностью, зависимой от абсолютной погрешности входных данных. При сравнении проектов выводится вероятность того, что один проект эффективнее других. Таким образом, система оценки эффективности проектов в рамках Киотского протокола позволяет производить оценку с учетом погрешности входных данных, что, безусловно, расширяет функционал системы.

Список литературы

1. Yggbdh J. B. Проекты совместного осуществления как особый тип инвестиционных проектов // Современные тенденции развития теории и практики управления в России и за рубежом : сб. докл. и тез. Всерос. науч.-практ. конф. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2009. – С. 384–386.

2. Ygbdh\ J. B., *Fjaeydh\ G. :* . Проекты Киотского протокола как область применения информационных технологий // Проведение научных исследований в области обработки, хранения, передачи и защиты информации : сб. науч. тр. всерос. конф. с элементами науч. шк. для молодежи (г. Ульяновск, 1–5 дек. 2009 г.) : в 4 т. / Ульян. гос. техн. ун-т [и др.]. – Ульяновск, 2009. – Т. 2. – С. 288–293.

3. Zkbe\kdZy B. <. Инновационный менеджмент : учеб. пособие. – 2-е изд. – М. : РИОП, 2005. – 96 с.

4. Вариант оценки эффективности технологий энергосбережения на основе методологии Киотского протокола / В. Г. Лугин, А. В. Зигмантович, Т. В. Клюквин и др. URL: http://lugin.ru/scientific-article/increase-the-efficiency-of-production-energy-saving.html (дата обращения: 28.04.2011).

5. kdbc I. E., *Ebrbp <. G., Kfheyd K. :* . Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика : учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Дело, 2002. – 888 с. URL: http://narod.ru/disk/5264699000/econ122.zip.html (дата обращения: 28.04.2011).

6. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция, исправленная и дополненная) (утв. Минэкономики РФ, Минфином РФ и Госстроем РФ от 21 июня 1999 г. № ВК 477). URL: http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=329 (дата обращения: 28.04.2011).

***

V. A. Alekseev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University
R. I. Yannikov, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University
N. S. Reshetnikova, Student, Izhevsk State Technical University

Estimation of Economic Efficiency of Joint Implementation Projects Taking into Account the Input Data Error

The specialized system of a cost-performance estimation of Kyoto projects is considered. Criteria of economic efficiency estimation are given. Formulas for the efficiency indicators error calculation are deducted. Variants of projects comparison in case of crossing of the received intervals of criteria possible values are considered.

Keywords: the Kyoto Protocol, joint implementation project, economic efficiency, criteria, error

Получено:25.04.11

УДК 519.635

?. <. *kqZbg*, аспирант;
<. : . *Lggz*, доктор физико-математических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет

РАСЧЕТ ВНУТРЕННИХ ТЕЧЕНИЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЧИСЕЛ МАХА

JZkkfhlj gu qbkeggu_ flhu jrgby mjZgbc ZhbgZbdb \ rbjhdhf bZhg_ qbke FZ-oZ GZ hkgh\ jrgby dZbhghfjghc aZb ijhu kjZblevguc ZZba mo jmii flhh\ : ijhfnkehbZby qbkegghc kofu b flh^ dhjjdpbb ihey Zgby . Ihemqgu jamevlZu jkqlZ hkkbffljbqguo lqgbc \ hZlyo kehghc nhjfu k bkihevahZbf flhZ ijhfnkehbZby .

Ключевые слова: предобусловливание, метод конечных объемов, схема расщепления вектора потока, метод коррекции давления, газодинамика

© Ветчанин Е. В., Тененёв В. А., 2011