

# ЭКОЛОГИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

УДК 66.074.6

## СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Черчинцев В.Д., Коротецкая В.А., Зуева Т.Ю.

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность применения метода экспертных оценок для разработки стратегии и тактики проведения природоохранных мероприятий крупными промышленными предприятиями, в частности предприятиями черной металлургии с полным технологическим циклом. Приняв за основу методику реализации природоохранных мероприятий, применяемую для научного прогнозирования развития региональных эколого-экономических систем (РЭС), подбирая на основе фактических данных функционирования промышленного предприятия оценочные показатели, излагается методика определения приоритетных природоохранных мероприятий для эффективного и устойчивого развития конкретного предприятия черной металлургии, каким является ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

**Ключевые слова:** природоохранные мероприятия, экспертные оценки, коэффициент согласованности, критерий оптимальности, уровень достоверности, выбросы загрязняющих веществ, водные ресурсы, промышленные отходы, переработка шлаков.

### Введение

Предприятия черной металлургии входят в состав отраслей промышленности, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду, вызывая нарушение отдельных элементов экосистем территорий, подвергающихся воздействию этих предприятий, и загрязнение всех субстанций указанных экосистем. Особенно остро стоит проблема снижения негативного воздействия предприятий черной металлургии на окружающую среду, выражающегося в нарушении почвенно-земляного слоя, изменении ландшафта прилегающих территорий и гидросистем, связанных с шламохранилищами, шламоотстойниками и загрязнением поверхностных водоемов. В этом случае, зная величину нанесенного предотвращенного ущерба, определить эколого-экономическую эффективность деятельности этих предприятий можно по формуле [1]

$$P_{\text{общ}} = \frac{\Pi_6 \pm Y}{\Phi_o + \Phi_{об}} \cdot 100 = \frac{E_1 + E_2 \pm Y}{H + K_o}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – общая рентабельность предприятия;  $\Pi_6$  – балансовая прибыль;  $\Phi_o$  – средняя стоимость основных производственных фондов;  $\Phi_{об}$  – средние

остатки нормируемых оборотных средств;  $E_1$  – прибыль от реализации товарной продукции, процент к объему реализованной основных видов металлопродукции;  $E_2$  – результаты прочих видов реализованной продукции, процент к общему объему реализации;  $+Y$  – предотвращенный экономический ущерб;  $-Y$  – наносимый экономический ущерб.

Однако при разработке стратегии и тактики проведения природоохранных мероприятий в регионах с эффективно функционирующими предприятиями черной металлургии с целью их дальнейшего устойчивого развития и развития всего региона при минимальном воздействии на окружающую среду необходимо применить методы определения приоритетных мероприятий, последовательность их проведения и инвестирования.

### Использование метода экспертных оценок для разработки стратегии и тактики проведения природоохранных мероприятий

Наиболее простым и доступным методом эвристического моделирования при решении указанной проблемы может быть метод экспертных оценок, применяемый часто для прогнозирования развития региональных эколого-экономических систем [1]. В случае применения этого метода для какого-либо крупного предприятия черной ме-

таллургии алгоритм решения задачи может включать: систему определяющих показателей ( $X_i$ ), диапазон изменения этих показателей; подбор экспертов при условии их профессиональной компетенции, их значимости и взаимной независимости; составление матрицы априорной информации; определение коэффициента согласованности  $C$  при его изменении в диапазоне от 0 до 1; определение уровня достоверности коэффициента согласованности по  $\chi^2_{расч.}$  и табличного  $\chi^2_{табл.}$ , взятого из справочника по статистике.

Рассмотрим конкретный пример решения этой задачи для такого крупного предприятия, как ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат». В качестве определяющих показателей примем:  $X_1$  – объем отходов производства, содержащих токсичные вещества;  $X_2$  – величину капитальных вложений, выделенных на природоохранные мероприятия;  $X_3$  – уровень экологической безопасности основных технологических процессов;  $X_4$  – технический уровень систем защиты окружающей среды от выбросов и сбросов загрязняющих веществ;  $X_5$  – уровень обеспеченности квалифицированными кадрами, способными решать экологические проблемы;  $X_6$  – уровень загрязнения окружающей среды транспортом и производственными объектами других промышленных предприятий, находящихся на территории Магнитогорского промышленного узла.

По данным, представленным независимыми экспертами, составляем матрицу априорной информации (см. таблицу), исходя из того, что число экспертов определяется по соотношению  $m = n + 2$ , где  $m$  – число независимых экспертов, а  $n$  – число оценочных показателей.

**Матрица априорной информации, составленная по данным независимых экспертов при оценке деятельности ОАО «ММК» в период с 2000 по 2014 годы (данные приведены в качестве условного примера)**

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	Шифр эксперта	Сумма неразличимых рангов
5	4	1	3	2	5	1	$T_1 = 2 \cdot 5 = 10$
3	5	4	2	1	4	2	$T_2 = 2 \cdot 4 = 8$
2	4	5	3	4	1	3	$T_3 = 2 \cdot 4 = 8$
4	3	3	4	3	2	4	$T_4 = 3 \cdot 3 + 2 \cdot 4 = 17$
5	4	5	2	1	4	5	$T_5 = 2 \cdot 5 + 2 \cdot 4 = 18$
2	1	5	2	4	1	6	$T_6 = 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 6$
4	3	2	5	5	3	7	$T_7 = 2 \cdot 5 + 2 \cdot 3 = 16$
2	4	5	3	3	2	8	$T_8 = 3 \cdot 2 + 2 \cdot 2 = 10$
27	28	30	24	23	22		$\sum_{j=1}^m T_j = 93$

Приняв за критерий оптимальности максимум уровня рентабельности природоохранных мероприятий, оценку уровня рентабельности определяем в интервале  $P_{ij} = \{1 \div 10\}$ .

Далее решение этой задачи проводим в следующей последовательности, определяя:

– среднее значение оценочных показателей по выражению

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i; \quad (2)$$

– сумму квадратов отклонений от среднего значения каждого из показателей

$$\Delta^2 = \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2; \quad (3)$$

– сумму неразличимых рангов (см. таблицу)

$$\sum_{j=1}^m T_j = (T_1 + T_2 + \dots + T_8); \quad (4)$$

– коэффициент согласованности между условными экспериментами

$$C = \frac{\Delta^2}{\frac{1}{2} \cdot n \cdot m \cdot (n^3 - 1) - m \sum_{j=1}^m T_j}; \quad (5)$$

– уровень достоверности коэффициента согласованности по  $\chi^2$ -распределению

$$\chi^2_{расч} = \frac{\Delta^2}{\frac{1}{12} \cdot n \cdot m \cdot (n^3 - 1) - \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m T_j}. \quad (6)$$

Подставляя в эти математические выражения и формулы условные значения вышеуказанных параметров, получаем следующие результаты:

$$\bar{P} = 25,6; \quad \Delta^2 = 49,36; \quad \sum_{j=1}^m T_j = 93; \quad C = 0,011;$$

$$\chi^2_{расч} = 0,051.$$

Поскольку  $\chi^2_{расч} < f^2_{табл.}$ , так как  $\chi^2_{табл.} = 0,6$ , то числовое значение коэффициента согласованности находится на достаточном уровне достоверности, и руководство предприятия и региона может расставить природоохранные мероприятия по приоритетам их значимости

в следующей последовательности:

$$X_3 \rightarrow X_2 \rightarrow X_1 \rightarrow X_4 \rightarrow X_5 \rightarrow X_6.$$

**Согласованность условных значений природоохранных мероприятий, полученных виртуально, с реальными результатами выполнения природоохранных мероприятий, полученных в ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»**

Анализ результатов природоохранной деятельности ОАО «ММК» и результатов, полученных расчетным путем с применением условных значений оценочных показателей, свидетельствует о достаточно высоком уровне сходимости этих результатов. Так, замена технологического процесса получения стали в двухванных агрегатах на процесс получения стали в кислородных конверторах позволила сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в 3,7 раза, что согласуется с оценочным показателем  $X_3$  выше-рассмотренной методики.

В настоящее время природоохранный комплекс ОАО «ММК» состоит из 445-ти газоочистных установок различной мощности, из 43 локальных оборотных циклов водоснабжения и 32 водоочистных сооружений, а также из 6-ти комплексов по переработке металлургических шлаков. Практически на всех природоохранных объектах за последние 10 лет выполнена реконструкция или произведены капитальные ремонты.

Капитальные затраты на реконструкцию существующих и строительство новых природоохранных объектов за последние пять лет составили 250 млн долл. На содержание природоохранных объектов ежегодно тратится более 500 млн долл.

В ОАО «ММК» принята и реализуется долгосрочная Экологическая программа, рассчитанная на период до 2015 года. Программа включает мероприятия, направленные на снижение вредного воздействия металлургического производства на окружающую среду, повышение эффек-

тивности производства при улучшении его экологических показателей. Программой предусмотрено затратить в 2013–2015 годах на возведение новых и реконструкцию существующих природоохранных сооружений более 4 млрд долл. Успешное выполнение этой программы позволило сократить валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу с 319 тыс. т/год в 2000 году до 219 – в 2014 водопотребление из водохранилища реки Урал сократить в 1,25 раза с одновременным увеличением оборотного водоснабжения в 1,26 раза; объем переработки шлака в 2014 году увеличить в 2,42 раза по сравнению с 2006 годом [2], что также согласуется с оценочными показателями, используемыми в методе экспертных оценок.

### Заключение

Вышеприведенные данные доказывают целесообразность применения метода экспертных оценок для определения стратегии и тактики проведения природоохранных мероприятий на предприятиях черной металлургии с полным технологическим циклом. В свою очередь, такой подход к определению приоритетных природоохранных мероприятий будет способствовать решению многих социально-экологических проблем и устойчивому развитию самих предприятий и промышленных регионов, в состав которых входят эти предприятия [3].

### Список литературы

1. Нестеров П.М., Нестеров А.П. Экономика природопользования и рынок: учебник для вузов. М.: Закон и право; ЮНИТИ, 1997. 413 с.
2. Черчинцев В.Д., Дробный О.Ф., Бурмистров И.С. Реализация принципов рационального природопользования в производственной деятельности ОАО «ММК» // Сталь. 2012. №2. С. 147–149.
3. Drobny O.F., Cherkintsev V.D. Development and implementation of measures to improve environmental situation within Magnitogorsk industrial hub // Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2013. №5. С.74–78.

### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

## STRATEGY AND TACTICS OF ENVIRONMENTAL MEASURES CARRIED OUT BY IRON AND STEEL ENTERPRISES

**Cherchintsev Vyacheslav Dmitrievich** – D.Sc. (Eng.), Professor, Honored Worker of Higher School of Russia, Head of the Industrial Ecology and Life Safety Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. Phone: +7 3519 298 515. E-mail: eco\_safe@magtu.ru.

**Korotetskaya Valentina Alexandrovna** – Assistant Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia.

**Zueva Tatiana Yurievna** – Assistant Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia. E-mail: eco\_safe@magtu.ru.

**Abstract.** The article deals with an expert evaluation method applied for development of a strategy and tactics of environmental measures carried out by large industrial enterprises, in particular iron and steel works. Having taken the method of environmental measures implementation as a basic one for scientific forecasting of development of regional ecological and economic systems (REES) and sorted out estimates on the basis of actual data about performance of industrial enterprises, the authors state a method to determine priorities of environmental measures for efficient and sustainable development of a particular iron and steel enterprise, that is the Open Joint Stock Company Magnitogorsk Iron and Steel Works.

**Keywords:** Environmental measures, expert evaluation, concordance coefficient, criterion of optimality, signifi-

cance level, pollutant emissions, water resources, industrial wastes, slag processing.

#### References

1. Nesterov P.M., Nesterov A.P. *Ehkonomika prirodoopol'zovaniya i rynek: uchebnyk dlya vuzov* [Economics of Nature Management and Market: a textbook for universities]. Moscow: Law and Right; YuNITI, 1997, 413 p.
2. Cherchintsev V. D., Drobny O. F., Burmistrov I. S. Putting into life principles of rational nature management in the production activity of OJSC MMK. *Stal'* [Stal]. 2012, no. 2, pp. 147-149.
3. Drobny O.F., Cherchintsev V.D. Development and implementation of measures to improve the environmental situation within the Magnitogorsk industrial hub. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2013, no. 5, pp. 74-78.

---

Черчинцев В.Д., Коротецкая В.А., Зуева Т.Ю. Стратегия и тактика проведения природоохранных мероприятий предприятиями черной металлургии // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. №3. С. 97–100.

Cherchintsev Vy.D., Korotetskaya V.A., Zueva T.Yu. Strategy and tactics of environmental measures carried out by iron and steel enterprises. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2015, no. 3, pp. 97–100.

---