

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 658:504.07

И. С. Белик¹

Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия

Т. В. Майорова²

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В НАПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЯ НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются направления совершенствования экологического менеджмента субъектов экономической деятельности и инструментарий оценки эффективности экологического менеджмента металлургических предприятий, применяемый в условиях реализации концепции низкоуглеродной экономики. Целью исследования является развитие научно-методических подходов к оценке экономической эффективности экологического менеджмента с позиций потребления энергетических ресурсов и эмиссии парниковых газов; вклада в изменение климата; деятельности в области достижения целей экологической политики, национальных целей и выполнения международных обязательств. В статье выделены особенности металлургических предприятий как крупнейших потребителей углеводородного топлива и других ресурсов и оказыва-

ющих существенное влияние на качество окружающей среды, *но не осуществляющих управление выбросами парниковых газов*. В связи с этим обосновывается, что для дальнейшего развития экологического менеджмента требуется разработка таких методов оценки результатов экологической деятельности предприятия, которые основаны на комплексном подходе с позиций интенсивности использования топливных и энергетических ресурсов и выбросов парниковых газов и учитывают глобальные и национальные цели устойчивого низкоуглеродного развития, а также технологические особенности производства. В статье приводится обзор различных подходов к формированию систем экологических критериев и индикаторов и определяется степень их применимости в исследуемой отрасли производства. В статье рассматривается методика отбора и группировки экологических индикаторов для расчета индексов экологической эффективности, внедрение которой позволит наиболее объективно оценить степень эколого-экономической сбалансированности производственной деятельности предприятий отрасли. Авторы предлагают включить в базовый набор экологических индикаторов дополнительные, характеризующие результаты деятельности предприятия в области управления выбросами парниковых газов и потреблением топлива по критериям экологической и энергетической эффективности. Раскрываются результаты использования базовых и дополнительных экологических индикаторов для расчета индексов экологической эффективности на предприятии ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» и целевые показатели совершенствования экологического менеджмента в условиях развития низкоуглеродной экономики.

Ключевые слова: низкоуглеродная экономика; экологический менеджмент; металлургическое предприятие; энергетические ресурсы; парниковые газы; экологические индикаторы; корпоративная социальная отчетность.

Актуальность темы исследования

Одним из ключевых обязательств бизнеса, закрепленных в Деловой Хартии по устойчивому развитию Международной торговой палаты, является необходимость совершенствования экологической политики и программ повышения экологической эффективности с учетом технических разработок, научных достижений, требований потребителя и ожиданий общества, применение одних и тех же критериев оценки состояния окружающей среды³.

Оценка экологической эффективности предприятий с позиций устойчивого низкоуглеродного развития (снижение энергоемкости и эмиссии парниковых газов) отвечает актуальным задачам развития корпоративного экологического менеджмента и объективного отражения экологической ситуации по субъектам Российской Федерации. Важнейшим субъектом РФ, характеризующимся высоким уровнем техногенной нагрузки на территорию, является Челябинская область.

Анализ состояния природопользования в Челябинской области [1] показывает, что предприятия обрабатывающей отрасли,

особенно предприятия черной металлургии, составляющие основу производственного потенциала территории, в первую очередь являются объектом оценки эффективности экологического менеджмента. Это обусловлено тем, что металлургические предприятия являются крупнейшими потребителями:

- сырья, материалов, различных видов энергии, водных ресурсов;
- *углеводородного топлива*;
- источником выбросов и сбросов загрязняющих веществ в атмосферу и водные объекты, отходов производства различных классов опасности;
- *источником выбросов парниковых газов*.

В связи с этим в условиях развития низкоуглеродной экономики особенно актуальна оценка результатов деятельности металлургических предприятий на основе экологических индикаторов и комплексных показателей, характеризующих эффективность экологического менеджмента.

Степень изученности и проработанности проблемы

Необходимость разработки и применения системы единых показателей (индикаторов) устойчивого развития как основы для принятия решений на глобальном, национальном и корпоративном уровнях в области обеспечения устойчивости комплексных экологических систем и систем развития, впервые была обозначена в «Повестке дня на 21 век», принятой в 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро.⁴

Одной из первых была разработана система индикаторов устойчивого развития комиссии (КУР) ООН по устойчивому раз-

¹ *Белик Ирина Степановна* – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики производственных и энергетических систем Института Высшая школа экономики и менеджмента Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); e-mail: irinabelik2010@mail.ru.

² *Майорова Татьяна Владимировна* – старший преподаватель кафедры менеджмента института экономики и управления Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, соискатель Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина г. Магнитогорск, Россия (455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38); e-mail: mtv1_2010@rambler.ru.

³ International Chamber of Commerce. The Business Charter for Sustainable Development. N.Y.: ICC, 1991. URL: http://www.iccwbo.org/home/environment_and_energy/charter.asp.

⁴ Декларация по окружающей среде и развитию 1992 г. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/decl1990.shtml.

вitiю (1996 г.), представляющая комплекс из четырех групп индикаторов: социальных, экономических, экологических и организационных. В настоящее время крупнейшие международные организации – ООН, Всемирный Банк Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Европейское сообщество имеют свои системы индикаторов устойчивого развития, различающиеся полнотой охвата и способами агрегирования показателей.

Обобщая опыт построения систем индикаторов устойчивого развития макроуровня, С.Н. Бобылев выделяет два методических подхода: 1) построение системы индикаторов, каждый из которых отражает экономические, экологические, социальные, институциональные аспекты устойчивого развития; 2) построение агрегированного (интегрального) индикатора устойчивости социально-экономического развития – по аналогии с показателями, характеризующими успешность экономического развития, например, ВВП [2, 5].

С учетом результатов международных исследований в России накоплен богатый опыт в области разработки и использования интегрированных индикаторов устойчивого развития: в качестве агрегированных индикаторов для оценки устойчивости развития на макроуровне наиболее широко используются индекс скорректированных чистых накоплений (adjusted net savings); индекс развития человеческого потенциала (human development index), природный капитал (natural capital); экологические агрегированные индикаторы: индекс «живой планеты» Всемирного фонда дикой природы (WWF) (Living Planet Index), экологический след (The Ecological Footprint) [2–7].

Поиском надежных экологических критериев и индикаторов, находящихся вне пределов стандартных рыночных критериев и необходимых для оценки устойчивого развития и принятия экологически ответ-

ственных решений, активно занимаются зарубежные ученые, в частности следует отметить публикации таких авторов, как S. Bell, S. Morse [8], T. Hák, B. Moldan, A.L. Dahl [9], J. Wilson, P. Tyedmers, R. Pelot [10], C. Fan, J.D. Carrell, H.C. Zhang [11].

Несомненно, труды отечественных и зарубежных ученых внесли существенный вклад в развитие систем индикаторов устойчивого развития. Однако необходимость отслеживания прогресса в показателях окружающей среды, лучшей интеграции экологических интересов в экономическую политику в меняющихся условиях развития общества требует проведения дальнейших исследований с целью создания инструментов оценки устойчивости развития субъектов экономической деятельности.

Предлагаемые методы и подходы

Метод отбора и группировки экологических индикаторов в соответствии с моделью «давление – состояние – реакция», разработанной ОЭСР, по мнению авторов, наилучшим образом характеризует связь между состоянием экономики и охраной окружающей среды и эффективностью экологического менеджмента [12].

Экологические индикаторы группы «давление» отражают интенсивность использования ресурсов, сброс и выброс загрязняющих веществ в окружающую среду, образование и размещение отходов производства, выявляя взаимосвязь между тенденциями и изменениями показателей экономической деятельности и обусловленными ею экологическими проблемами.

Экологические индикаторы группы «состояние» характеризуют качество окружающей среды, количество и качество природных ресурсов, отражая степень эколого-экономической сбалансированности на национальном и региональном уровнях – размещение и развитие производства с учетом несущей емкости экосистем.

Экологические индикаторы группы «реакция» характеризуют результаты в области предотвращения, смягчения, ликвидации и компенсации негативного влияния на окружающую среду, вызванного человеческой деятельностью – загрязнение атмосферы, водных объектов, деградация почв и земель, истощение природных ресурсов, изменение климата.

Основываясь на принципе совместимости показателей оценки эффективности экологического менеджмента с системами экологических индикаторов, используемых в мировой практике, в качестве базовой выбрали систему индикаторов экологической эффективности для предприятий и субъектов Российской Федерации⁵, которые сгруппированы по разделам «Водопотребление», «Выбросы в атмосферу», «Обращение с отходами», «Природоохранные мероприятия» и характеризуют деятельность предприятия по модели «воздействие – состояние – отклик».

Базовый набор экологических индикаторов достаточно полно характеризует все основные виды антропогенного воздействия на окружающую среду и деятельности, направленной на предотвращение и компенсацию последствий такого воздействия, применим на уровне регионов, городов, предприятий. Но не учитывает объемы, динамику и виды потребляемых энергоресурсов, прямых и косвенных выбросов парниковых газов и не является источником информации, необходимой для оценки эффективности экологического менеджмента в условиях развития низкоуглеродной экономики.

Для более полного отражения результатов деятельности предприятия по управлению

выбросами парниковых газов и энергопотреблением авторами разработаны дополнительные индикаторы результативности на основе предложенных критериев эффективности экологического менеджмента в условиях развития низкоуглеродной экономики [13]:

- интенсивности выбросов парниковых газов;
- декарбонизации производства;
- энергоемкости производства.

Для расчета дополнительных индикаторов в базовый набор исходных показателей, характеризующих эффективность экологического менеджмента в области водопользования, охраны атмосферного воздуха, обращения с отходами, включены следующие показатели:

- 1) прямые выбросы парниковых газов, т CO₂-экв./ед. продукции;
- 2) косвенные выбросы парниковых газов, т CO₂-экв./ед. продукции;
- 3) потребление углеводородного топлива, ГДж/ед. продукции;
- 4) общее потребление энергоресурсов, ГДж/ед. продукции;
- 5) сокращение выбросов парниковых газов, т CO₂-экв./год;
- 6) поглощение (консервация) парниковых газов, т CO₂-экв./год.

Дополнительные индикаторы 1–4 характеризуют техногенное давление на окружающую среду конкретного предприятия по интенсивности использования энергоресурсов и эмиссии парниковых газов, поэтому они отнесены к группе «воздействие».

Дополнительные индикаторы 5, 6 характеризуют эффективность экологического менеджмента в области регулирования выбросов парниковых газов, и они включены в группу «отклик».

После операции нормирования дополнительные индикаторы 1–4 включаются в расчет индекса экологической эффективности по группе «воздействие», дополнительные индикаторы 5, 6 – в расчет индекса

⁵ Методика и критерии оценки экологической эффективности предприятий, а также системы экологического рейтингования, отвечающего задачам объективного отражения экологической ситуации по субъектам РФ. URL: http://rpn.gov.ru/sites/all/files/users/rpnglavred/filebrowser/docs/algorithm_dlya_predpriyatij.doc.

экологической эффективности по группе «отклик».

Для комплексной оценки эффективности экологического менеджмента предлагается использовать следующие инструменты (табл. 1):

- совокупность базовых и дополнительных показателей, характеризующих предприятие по модели «воздействие – состояние – отклик»;

юющих предприятие по модели «воздействие – состояние – отклик»;

- индексы экологической эффективности, рассчитанные по группам «воздействие», «состояние», «отклик» на основе нормированных базовых и дополнительных показателей;

Таблица 1

Инструменты оценки эффективности экологического менеджмента

| Группа | Воздействие | Состояние | Отклик |
|----------------------------------|--|---|---|
| Основа расчета | Базовые и дополнительные показатели, в том числе по критериям: | | по критерию: |
| | интенсивности выбросов парниковых газов | прямые выбросы парниковых газов косвенные выбросы парниковых газов | декарбонизации производства |
| Индексы по разделам | энергоёмкости производства | потребление углеводородного топлива общее потребление энергоресурсов | сокращение выбросов парниковых газов поглощение (консервация) парниковых газов |
| | Интегральные характеристики (индексы) экологической эффективности | I_1 | I_2 |
| Методика расчета | Сумма нормированных базовых и дополнительных индикаторов с учетом весовых коэффициентов нормированных индикаторов: | | |
| Комплексная оценка | $I_l = \sum_{i=1}^n c_i \cdot \tilde{x}_{il}$ | | |
| | Интегральный индикатор экологической эффективности | | |
| Методика расчета | Сумма интегральных характеристик экологической эффективности с учетом весовых коэффициентов: | | |
| $I = \sum_{l=1}^3 c_l \cdot I_l$ | | | |

- интегральный индикатор экологической эффективности.

Для интерпретации относительных значений сводных индексов по группам «воздействие», «состояние», «отклик», частных индексов интенсивности, энергоемкости и декарбонизации и интегрального индикатора эффективности экологического менеджмента предприятия авторами предложены пять уровней качественной интерпретации индексов и индикаторов и пятибалльная оценочная шкала (табл. 2).

Предложенные инструменты были апробированы на примере металлургического предприятия для оценки эффективности экологического менеджмента.

Анализ экологической деятельности ОАО «ММК»

Объект оценки – Открытое акционерное общество «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК») – металлургическое предприятие полного цикла, объединяющее производства всей технологической цепочки: от обогащения железной руды до металлопродукции высоких переделов.

Производственные мощности обогатительного, коксохимического, аглодоменного, сталеплавильного и прокатного переделов ОАО «ММК» обеспечивают компании лидирующие позиции, доля ОАО «ММК»

на российском рынке производства металлопродукции составляет 18 %⁶.

Очевидно, что ОАО «ММК», являясь одним из крупнейших предприятий в отрасли черной металлургии, находится в числе основных субъектов, обеспечивающих рациональное использование ресурсов, экологическую безопасность и, следовательно, благосостояние настоящих и будущих поколений.

Развитие экологического менеджмента состоит в обеспечении организации элементами эффективной системы управления окружающей средой, которая встроена в общую систему управления, и направлено на достижение экологических и экономических целей и определяется Международными стандартами серии ИСО 14000 как постоянное улучшение, *continual improvement* – процесс усовершенствования системы управления окружающей средой с целью повышения общей экологической эффективности в соответствии с экологической политикой организации [14].

ОАО «ММК» осуществляет свою производственную деятельность в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области охраны

⁶ По данным ИА «Металл Эксперт». URL: <https://metalexpert-group.com/Index.html>.

Таблица 2

Оценка и качественная интерпретация относительных интегральных характеристик экологической и энергетической эффективности предприятия

| Диапазон относительных значений показателя | Оценка в баллах | Качественная интерпретация относительных значений |
|--|-----------------|---|
| 0–0,1 | 0 | Деятельность отсутствует |
| 0,1–0,3 | 1 | Очень низкая эффективность |
| 0,3–0,5 | 2 | Низкая эффективность |
| 0,5–0,7 | 3 | Пониженная эффективность |
| 0,7–0,9 | 4 | Достаточная эффективность |
| 0,9–1 | 5 | Высокая эффективность |

окружающей среды и международного стандарта ISO 14001:2004. В 2004 г. в ОАО «ММК» внедрена система экологического менеджмента, сертифицированная⁷ на соответствие требованиям международного стандарта ISO 14001 специалистами международного органа по сертификации систем менеджмента TUV NORD CERT GmbH (Германия). В рамках системы экологического менеджмента разработана и реализуется экологическая политика ОАО «ММК»⁸, стратегической целью которой является постоянное снижение и предотвращение вредного воздействия на окружающую среду:

- сокращение массы выбросов и сбросов загрязняющих веществ в атмосферу и водные объекты;
- утилизация промышленных отходов и рекультивация нарушенных земель;
- рациональное использование природных и энергетических ресурсов.

Однако ОАО «ММК» не осуществляет особый контроль и учет выбросов парниковых газов и озоноразрушающих веществ, образующихся в производственной деятельности, и вследствие этого не оценивает эффективность экологического менеджмента с позиций развития низкоуглеродной экономики. В этой связи предлагается перечень задач экологического менеджмента расширить следующими:

- оценить вклад предприятия в изменение климата, связанный с потреблением углеводородного топлива и эмиссией парниковых газов в результате производственной деятельности;
- разработать и осуществить мероприятия по сокращению, поглощению,

консервации парниковых газов в рамках достижения отраслевых, национальных и глобальных целей;

- продемонстрировать понимание концепции устойчивого развития и связь между устойчивым развитием и стратегией организации; представлять результаты своей деятельности в области экологического менеджмента с позиций масштаба своего воздействия и вклада в развитие низкоуглеродной экономики.

Дальнейшее совершенствование системы экологического менеджмента ОАО «ММК» должно определяться исходя из стратегических целей развития экономики России в направлении реализации организационного и технологического потенциала энергосбережения⁹:

- снижения уровня электроемкости ВВП на 40 %, энергоемкости – на 50 % к 2035 г. от уровня 2010 г.;
- обеспечения уровня эмиссии парниковых газов к 2035 г. не более 120 % от уровня 2010 г.;
- интеграции показателей устойчивого развития в систему ключевых показателей деятельности на корпоративном уровне;
- развитие нефинансовой отчетности и повышение качества отчетности по устойчивому развитию.

С целью выработки рекомендаций по улучшению показателей деятельности предприятия в условиях развития экологического менеджмента была выполнена оценка эффективности экологического менеджмента по предложенным критериям экологической и энергетической эффективности предприятия посредством расчета индексов экологической эффективности на основе базовых и дополнительных индикаторов.

⁷ Экология ОАО «ММК». URL: <http://mmk.ru/about/responsibility/ecology/index2.php>.

⁸ Экологическая политика ОАО «ММК». URL: <http://mmk.ru/about/responsibility/ecology/index.php>.

⁹ Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. URL: <http://minenergo.gov.ru/aboutminenergo/energostrategy>.

торов по группам «воздействие», «состояние», «отклик» и интегрального индикатора экологической эффективности.

Предлагаемый подход к оценке эффективности экологического менеджмента

Для апробации разработанной методики оценки эффективности экологического менеджмента на ОАО «ММК» выполнены следующие этапы:

1. Группировка исходных данных о воздействии ОАО «ММК» на окружающую среду для формирования усовершенствованного набора индикаторов экологической и энергетической эффективности предприятий.
2. Определение максимальных и минимальных пороговых значений индикаторов и нормирование индикаторов.
3. Расчет сводных индексов экологической эффективности по группам «воздействие», «состояние», «отклик».
4. Расчет интегрального индикатора, совокупно характеризующего эффективность экологического менеджмента предприятия.
5. Расчет частных индексов, характеризующих динамику выбросов парниковых газов и потребления энергоресурсов:
 - интенсивности выбросов парниковых газов;
 - энергоемкости производства;
 - декарбонизации производства.
6. Оценка и качественная интерпретация относительных интегральных характеристик экологической и энергетической эффективности предприятия.

Группировка исходных данных о воздействии ОАО «ММК» на окружающую среду для формирования усовершенствованного

набора индикаторов экологической и энергетической эффективности предприятий

Для формирования набора базовых индикаторов группы «воздействие» исходные данные о воздействии ОАО «ММК» на окружающую среду¹⁰ сгруппировали по видам воздействия за период с 2010 по 2014 гг. (табл. 3).

Для формирования набора дополнительных индикаторов группы «воздействие» сгруппировали данные о потреблении углеводородного топлива, электроэнергии и объемах производства коксохимического, агломерационного, доменного и сталеплавильного переделов ОАО «ММК», технологической особенностью которых является использование больших объемов углеводородного топлива и выбросов парниковых газов¹¹.

Анализ структуры производства и потребления электроэнергии показывает, что собственные генерирующие мощности ОАО «ММК» обеспечивают более 65 % потребности в энергоресурсах, что, с одной стороны, способствует снижению издержек на производство основных видов продукции – стали и проката, с другой – приводит к увеличению объема выбросов парниковых газов, так как генерация электроэнергии происходит при сжигании первичных энергоресурсов (природного газа, угля) и утилизации попутных газов металлургического производства, содержащих углеводороды (доменного газа).

ОАО «ММК» не осуществляет инвентаризацию и ведение реестра выбросов парниковых газов, образующихся в производственной деятельности, поэтому для формирования набора дополнительных индикаторов группы «воздействие» – ко-

¹⁰ Годовой отчет ОАО «ММК», 2010–2014 гг. URL: http://mmk.ru/for_investor/annual_reports/index.php

¹¹ Корпоративный социальный отчет ОАО «ММК», 2010–2014 гг. URL:

личественного определения выбросов парниковых газов, применен метод расчета на основе количественных характеристик деятельности, приводящей к выбросу за определенный период и коэффициентов выбросов парниковых газов¹² по секторам «Энергетика», «Промышленные процессы и использование продукции».

К сектору «Энергетика» отнесли выбросы парниковых газов от сжигания углеводородсодержащего топлива в энергетических целях, т. е. для получения энергии – тепловой, электрической или механической. В силу неполноты данных о количестве топлива, сжигаемого мобильными и стационарными источниками ОАО «ММК» все выбросы парниковых газов включили в категорию выбросов от стационарных источников.

¹² Расчет выбросов CO₂ и CH₄ в черной металлургии. URL: <https://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=140995>.

Выбросы парниковых газов для сектора «Энергетика» рассчитали на основе доступных данных о количествах и видах сожженного топлива ОАО «ММК» и соответствующих коэффициентов выбросов. Количество выбросов парниковых газов рассчитывалось по формуле¹³:

$$E_i = A_i \cdot K_i, \quad (1)$$

где E_i – выброс в атмосферу i -го газа;

A_i – количественная характеристика деятельности, приводящей к выбросу за определенный период, обычно за год;

K_i – коэффициент выброса (удельный выброс i -го парникового газа на единицу деятельности).

Для преобразования данных о потреблении топливных ресурсов ОАО «ММК»,

¹³ Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации. URL: <https://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=140995>.

Таблица 3

Базовые индикаторы, характеризующие воздействие ОАО «ММК» на окружающую среду

| Базовые индикаторы | Значение | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| $x_{1,1}$ общий объем водоснабжения тыс. м ³ /год | 3,31 | 3,49 | 3,42 | 3,42 | 3,54 |
| $x_{2,1}$ водопотребление из поверхностных объектов | 0,088 | 0,089 | 0,082 | 0,09 | 0,09 |
| $x_{3,1}$ сброс загрязняющих веществ в водные объекты, тыс. т/год | 138,883 | 155,866 | 113,817 | 104,311 | 90,037 |
| $x_{4,1}$ выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. т/год | 220,875 | 220,521 | 220,223 | 220,002 | 219,060 |
| $x_{5,1}$ удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, т/тонну стали | 21,35 | 20,44 | 19,96 | 20,62 | 18,81 |
| $x_{6,1}$ образование отходов, тыс. т/год | 31307,97 | 33851,04 | 33153,56 | 31668,24 | 28444,56 |

представленных в физических единицах (тонны, тыс. м³ и др.), в энергетические единицы использованы рекомендуемые значения коэффициентов пересчета в энергетические единицы и коэффициентов выбросов парниковых газов при стационарном сжигании топлива¹⁴.

Для исключения двойного учета или недоучета выбросов парниковых газов выбросы в секторах «Энергетика» и «Промышленные процессы и использование продукции» определялись отдельно. Например, выбросы парниковых газов, происходящие при неэнергетическом использовании ископаемых углеводородов (кокса и природного газа) при производстве агломерата, чугуна и стали в ОАО «ММК» относили к сектору «Промышленные процессы и использование продукции», выбросы, получаемые в энергетическом хозяйстве, относили к сектору «Энергетика».

Совокупный объем выбросов парниковых газов определен суммированием величин выбросов парниковых газов по секторам «Энергетика» и «Промышленные процессы и использование продукции» ОАО «ММК».

Результаты расчета совокупного объема выбросов парниковых газов для формирования дополнительного индикатора группы «воздействие» представлены в табл. 4.

По результатам выполненных расчетов был сделан вывод о том, что основным источником выбросов парниковых газов является технологический процесс производства чугуна, по нему абсолютная величина выбросов парниковых газов увеличилась относительно 2010 г. на 7,6 %.

Коэффициенты выбросов других парниковых газов (CH₄, N₂O) для секторов «Про-

мышленные процессы и использование продукции» и «Энергетика» на несколько порядков ниже, поэтому, исходя из принципа существенности, эти выбросы не были учтены.

Для формирования дополнительного индикатора группы «воздействие» « $\alpha_{8,1}$ косвенные выбросы парниковых газов» требуется дополнительное количественное определение косвенных выбросов парниковых газов при использовании покупной электроэнергии. В этой связи необходимы данные о количестве и видах первичной энергии (природный газ, уголь и т. д.), так как коэффициент выбросов CO₂ зависит от содержания углерода в топливе. В отсутствие этой информации область охвата при определении выбросов парниковых газов ограничивается прямыми выбросами, поэтому значение индикатора « $\alpha_{8,1}$ косвенные выбросы парниковых газов» не определялось.

Результаты пересчета количества потребляемого топлива из физических единиц в энергетические для формирования дополнительных индикаторов группы «воздействие» « $\alpha_{9,1}$ потребление углеводородного топлива» и « $\alpha_{10,1}$ общее потребление энергоресурсов» представлены в табл. 5, 6.

За исследуемый период абсолютная величина потребления топлива возросла на 4,8 %, энергии – на 5,4 %, более высокий темп роста производства стали (14 %) обеспечил снижение удельной величины потребления топлива на 8,1%, энергии – на 7,7 %.

Для формирования набора базовых индикаторов группы «состояние» за исследуемый период использованы данные о концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Магнитогорска, которые предоставлены лабораторией по мониторингу загрязнения атмосферного воздуха¹⁵.

¹⁴ Рекомендуемые значения коэффициентов пересчета в энергетические единицы и коэффициентов выбросов CO₂, CH₄, N₂O при стационарном сжигании топлива. URL: <https://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=140995>.

¹⁵ Загрязнение атмосферного воздуха городов Челябинской области. URL: <http://www.chelpogoda.ru/pages/228.php>.

Таблица 4

Объем выбросов парниковых газов ОАО «ММК»

| Сектор «Промышленные процессы и использование продукции» ОАО «ММК» | | Коэффициент выбросов, тонн CO ₂ /т | Количественная характеристика, т/год | | | | |
|--|---------------------------------------|---|--|----------|----------|----------|----------|
| | | | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| Вид производства | | | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| Производство кокса | 0,56 | 5210000 | 5390000 | 5520000 | 5200000 | 5600000 | |
| Производство агломерата | 0,2 | 11310000 | 11320000 | 11280000 | 11300000 | 11200000 | |
| Производство чугуна | 1,5 | 9230000 | 9500000 | 10120000 | 9600000 | 10300000 | |
| Производство кислородно-конвертерной и мартеновской стали | 0,13 | 10210000 | 10410000 | 10560000 | 10350000 | 13031000 | |
| Производство электростали | 0,05 | 1210000 | 1791000 | 2470000 | 1590000 | 0 | |
| Вид производства | | Выбросы CO ₂ , тыс. т/год | | | | | |
| Производство кокса | | 2917,6 | 3018,4 | 3091,2 | 2912,0 | 3136,0 | |
| Производство агломерата | | 2262,0 | 2264,0 | 2256,0 | 2260,0 | 2240,0 | |
| Производство чугуна | | 13845,0 | 14250,0 | 15180,0 | 14400,0 | 15450,0 | |
| Производство кислородно-конвертерной и мартеновской стали | | 1327,3 | 1353,3 | 1372,8 | 1345,5 | 1694,03 | |
| Производство электростали | | 60,5 | 89,6 | 123,5 | 79,5 | 0 | |
| Итого | | 20412,4 | 20975,3 | 22023,5 | 20997,0 | 22520,03 | |
| Сектор «Энергетика» ОАО «ММК» | | | | | | | |
| Вид топлива | Коэфф. пересчета в энерг. ед., ТДж/ед | Коэфф. выбросов, тонн CO ₂ /ТДж | Количественная характеристика, ед./год | | | | |
| | | | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| Дизельное топливо, тыс. т | 42,5 | 74,1 | 29,516 | 30,821 | 32,314 | 29,869 | 34,051 |
| Уголь энергетический, тыс. тонн | 19,4 | 94,2 | 83,348 | 94,113 | 82,445 | 69,217 | 72,424 |
| Природный газ ¹⁶ , млн м ³ | 33,82 | 54,4 | 3368,76 | 3389,3 | 3447,69 | 3424,06 | 3342,86 |
| Вид используемого топлива | | | Выбросы CO ₂ , тыс. т/год | | | | |
| Дизельное топливо | | | 92,96 | 97,06 | 101,76 | 94,06 | 107,24 |
| Уголь энергетический | | | 152,32 | 171,99 | 150,67 | 126,49 | 132,35 |
| Природный газ | | | 6203,37 | 6235,66 | 6343,07 | 6305,20 | 6150,22 |
| Итого | | | 6448,64 | 6504,71 | 6595,51 | 6525,76 | 6390,82 |
| Всего, тыс. т/год | | | 26861,04 | 27479,96 | 28619,01 | 27522,76 | 28910,84 |

¹⁶ Количество природного газа принято за вычетом потребленного в доменном производстве из расчета 100 м³/т чугуна

Белик И. С., Майорова Т. В.

Для характеристики качества атмосферного воздуха г. Магнитогорска использован один из основных показателей качества воздуха – индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – комплексный показатель, который рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций примесей атмосферного воздуха. ИЗА характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.

Для формирования базового индикатора группы «состояние» « $\alpha_{11.2}$ концентрация загрязняющих веществ в атмосфере» ис-

пользован ИЗА, рассчитанный по значениям среднегодовых концентраций примесей атмосферного воздуха, основным источником которых является ОАО «ММК».

Величина ИЗА рассчитывается по формуле:

$$\text{ИЗА} = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \frac{x_i}{\text{ПДК}_i}, \quad (2)$$

где C_i – весовой коэффициент, определяется в соответствии с классом опасности i -го загрязняющего вещества;

Таблица 5
Потребление углеводородного топлива и общее потребление энергоресурсов
ОАО «ММК»

| Вид топлива | Количество, ГДж | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| Дизельное топливо | 1254430 | 1309892,5 | 1373345 | 1269432,5 | 1447167,5 |
| Уголь энергетический | 1616951,2 | 1825792,2 | 1599433 | 1342809,8 | 1405025,6 |
| Природный газ | 145147390,8 | 146755261,3 | 150826479,1 | 148249293,6 | 147890192,8 |
| Коксующийся уголь | 175288093 | 182627485 | 187010816,1 | 175607252,4 | 188209921,4 |
| Итого, ГДж/год | 323303865,04 | 332518430,9 | 340810073,2 | 326468788,3 | 338952307,3 |
| Электрическая энергия покупная | 6269277,6 | 6995480,4 | 7467087,6 | 7592850 | 8311701,6 |
| Всего, ГДж/год | 329576142,6 | 339513911,4 | 348277160,8 | 334061638,3 | 347264008,9 |

Таблица 6
Дополнительные индикаторы, характеризующие интенсивность выбросов парниковых газов и энергоёмкость производства ОАО «ММК»

| Дополнительные индикаторы | Значение | | | | |
|--|----------|---------|---------|---------|---------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| $x_{7.1}$ прямые выбросы парниковых газов, тонн CO_2 /т стали | 2,35 | 2,25 | 2,19 | 2,31 | 2,22 |
| $x_{9.1}$ потребление углеводородного топлива, ГДж/т стали | 28,1 | 27,25 | 26,16 | 27,34 | 26,01 |
| $x_{10.1}$ общее потребление энергоресурсов, ГДж/т стали | 28,86 | 27,83 | 26,73 | 27,98 | 26,65 |

x_i – среднегодовая концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/м³;

ПДК _{i} – предельно допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест¹⁷, мг/м³.

Полученные значения индекса загрязнения атмосферы г. Магнитогорска в результате деятельности ОАО «ММК» представлены в табл. 7.

¹⁷ Гигиенический норматив ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». URL: <http://www.gosthelp.ru/text/GN216133803Predelnodopust.html>.

В дальнейшем, при определении максимальных и минимальных пороговых значений индикаторов использованы следующие соответствия значений ИЗА уровню качества воздуха (табл. 8).

Полученные результаты расчета ИЗА г. Магнитогорска в результате деятельности ОАО «ММК» соответствуют высокому и очень высокому уровню загрязнения, целевой показатель развития экологического менеджмента в направлении снижения выбросов загрязняющих веществ – достижение значения ИЗА, соответствующего более низкому уровню загрязнения атмосферного воздуха г. Магнитогорска.

Таблица 7

Индекс загрязнения атмосферы г. Магнитогорска, источник выбросов ОАО «ММК»

| Наименование загрязняющего вещества | ПДК, мг/м ³ | Класс опасности/весовой коэффициент | Концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, мг/м ³ | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------------|--|---------|---------|---------|--------------|
| | | | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| Взвешенные вещества | 0,15 | 3/1 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,327 | 0,325 |
| Диоксид серы | 0,05 | 3/1 | 0,016 | 0,036 | 0,024 | 0,02 | 0,019 |
| Оксид углерода | 3 | 4/0,85 | 2 | 3 | 2 | 2,3 | 1,7 |
| Диоксид азота | 0,06 | 3/1 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,058 | 0,039 |
| Сероводород | 0,008 | 2/1,3 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,0013 | 0,0015 |
| Фенол | 0,007 | 3/1 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,0031 | 0,0019 |
| Аммиак | 0,04 | 4/0,85 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,017 | 0,016 |
| Бенз(а)пирен, 10 ⁻⁶ мг/м ³ | 0,1 мкг/100 м ³ | 1/1,5 | 4,7 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 4 |
| Индекс загрязнения атмосферы | | | 10,97 | 1,32 | 14,49 | 13,76 | 10,53 |

Таблица 8

Качественная интерпретация индекса загрязнения атмосферы¹⁸

| Значение ИЗА | Категории качества воздуха |
|--------------|-----------------------------------|
| Менее 5 | Низкий уровень загрязнения |
| 5 до 8 | Повышенный уровень загрязнения |
| 8 до 13 | Высокий уровень загрязнения |
| Более 13 | Очень высокий уровень загрязнения |

¹⁸ Нормативы загрязнения атмосферного воздуха. URL: <http://www.mosecom.ru/air/air-normativ/>.

Для формирования базового индикатора группы «состояние» « $x_{12,2}$ концентрация загрязняющих веществ в водных объектах» была выполнена группировка данных о качестве воды основных водоемов рекреационного и рыбохозяйственного назначения г. Магнитогорск – р. Урал и Магнитогорского водохранилища. Для оценки влияния производственной деятельности ОАО «ММК» информация по повторяемости превышений ПДК загрязняющих веществ была обобщена по основным источникам сброса ОАО «ММК». Следует отметить, что на протяжении всего периода исследования наблюдалось существенное превышение ПДК марганца и цинка.

Выполненный анализ качества воды выше и ниже по течению реки Урал по комплексному показателю УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды) показал, что выше г. Магнитогорск класс качества воды соответствует классу 3А – загрязненная и классу 3Б – очень загрязненная,

в черте г. Магнитогорск он ниже, то есть 4А и 4Б, характеристика – грязная (табл. 9).

Значение базового индикатора группы «состояние» $x_{12,2}$, характеризующего качество водных ресурсов определены по величине УКИЗВ для Магнитогорского водохранилища в черте г. Магнитогорск и месторасположения ОАО «ММК».

Для формирования базового индикатора группы «состояние» « $x_{13,2}$ площадь загрязненных (нарушенных) земель» использована информация об объектах и местах размещения отходов производства на территории Челябинской области по состоянию на 01.01.2014 г. (табл. 10, 11).

В соответствии с Экологической политикой ОАО «ММК» осуществляет рекультивацию отработанных с 1929 по 1994 гг. карьеров горы Магнитной: Восточного карьера площадью 82,7 га и Западного карьера площадью 151,8 га. В результате осуществления работ первой очереди с 2011 г. рекультивировано 17,23 га нарушенных земель. Рабо-

Таблица 9
Значения УКИЗВ и класс качества воды в Магнитогорском водохранилище¹⁹

| Водные объекты | УКИЗВ/Класс качества | | | | |
|---|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| р. Урал, выше г. Магнитогорск | 2,84/3А | 2,84/3А | 3,08/3Б | 2,25/3А | 2,67/3А |
| Магнитогорское водохранилище, г. Магнитогорск | 5,51/4Б | 5,51/4Б | 4,51/4А | 4,73/4А | 3,96/4А |
| р. Урал, ниже г. Магнитогорск | 4,31/4А | 4,31/4А | 4,63/4А | 4,37/4А | 4,38/4А |
| Магнитогорское водохранилище, выше плотины | 5,05/4Б | 5,05/4Б | 5,27/4Б | 4,67/4А | 4,24/4А |
| р. Урал, п. Ершовский | 4,37/4А | 3,95/3Б | 4,63/4А | 3,77/3Б | 4,55/4А |

¹⁹ Комплексный доклад о состоянии окружающей среды на территории Челябинской области, 2010–2014 гг. URL: <http://www.mineco174.ru/files/media/doklad/>.

ты по техническому этапу рекультивации второй очереди Западного карьера площадью 14,43 га будут выполняться в период 2015–2018 гг.

Для формирования набора базовых индикаторов группы «отклик» использованы показатели экологической деятельности ОАО «ММК» в области предотвращения негативного техногенного воздействия на окружающую среду и компенсации ущерба, нанесенного в результате производственной деятельности²⁰. Результаты форми-

²⁰ Природоохранная деятельность ОАО «ММК». URL: http://mmk.ru/about/responsibility/ecology/environmental_activities.

вания набора базовых индикаторов группы «отклик» представлены в табл. 12.

Для формирования набора дополнительных индикаторов группы «отклик» (табл. 13) использованы результаты выполненных расчетов (табл. 4) выбросов парниковых газов по секторам «Энергетика», «Промышленные процессы и использование продукции» ОАО «ММК»

На основании полученных результатов нами сделан вывод, что, несмотря на снижение удельной величины выбросов парниковых газов, абсолютная величина выбросов в промышленных процессах и энергетике ОАО «ММК» возрастает, что во многом связано с динамикой производства чугуна, которое ха-

Таблица 10

Площадь земель, занятых отходами производства по Магнитогорскому городскому округу²¹

| Характеристика объектов размещения | Площадь земель, занятых отходами, га |
|---|--------------------------------------|
| Действующие объекты размещения отходов ОАО «ММК» | 1811,48 |
| Объекты размещения промышленных отходов ОАО «ММК-Метиз» | 34,05 |
| Выведенные из эксплуатации объекты ОАО «ММК» | 50,13 |
| Рекультивируемые карьеры горы Магнитной | 284,63 |
| Всего по муниципальному образованию | 2130,16 |

Таблица 11

Базовые индикаторы, характеризующие состояние и качество окружающей среды в результате деятельности ОАО «ММК»

| Базовые индикаторы | Значение | | | | |
|---|----------|---------|---------|---------|---------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| X _{11,2} концентрация загрязняющих веществ в атмосфере | 10,97 | 1,32 | 14,49 | 13,76 | 10,53 |
| X _{12,2} концентрация загрязняющих веществ в водных объектах | 5,51 | 5,51 | 4,51 | 4,73 | 3,96 |
| X _{13,2} площадь загрязненных (нарушенных) земель | 284,63 | 280,33 | 276,03 | 271,73 | 267,4 |

²¹ Характеристика полигонов и хранилищ отходов на территории Челябинской области. Сводная информация Министерства по радиационной и экологической безопасности Челябинской области. URL: http://www.mineco174.ru/files/media/doklad/2014/2-4-3.htm#_ftn1.

Таблица 12

Базовые индикаторы, характеризующие результаты экологической деятельности
ОАО «ММК» в области водопользования, охраны атмосферного воздуха,
обращения с отходами

| Базовые индикаторы | Значение индикатора | | | | |
|---|---------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| $x_{14.3}$ оборотное водоснабжение, млрд м ³ /год | 3,22 | 3,4 | 3,33 | 3,33 | 3,45 |
| $x_{15.3}$ сокращение (увеличение) сбросов загрязняющих веществ, т/год | (73566,4) | (16983,1) | 42049,2 | 9506,8 | 14273,8 |
| $x_{16.3}$ снижение (увеличение) водоотведения, тыс. м ³ /год | (164851,3) | (24679,9) | (23163,6) | 2713,8 | 2000 |
| $x_{17.3}$ оплата услуг природоохранного назначения (сбор и очистка сточных вод) | 35,1 | 28,12 | 24,47 | 19,61 | 13,88 |
| $x_{18.3}$ текущие (эксплуатационные) затраты на природоохранную деятельность, млн руб./год | 852,0 | 1795,6 | 1702,4 | 1994,8 | 2125,7 |
| $x_{19.3}$ сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, т/год | 8199,2 | 353,9 | 298,1 | 221 | 941,6 |
| $x_{22.3}$ оплата услуг природоохранного назначения (охрана атмосферного воздуха) | 22,8 | 25,94 | 25,53 | 24,82 | 23,88 |
| $x_{24.3}$ размещение отходов, млн т/год | 20,008 | 21,031 | 20,654 | 20,168 | 16,845 |
| $x_{25.3}$ использование отходов, млн т/год | 11,3 | 12,82 | 12,5 | 11,5 | 11,6 |
| $x_{27.3}$ оплата услуг природоохранного назначения (защита и реабилитация земель, поверхностных и подземных вод) | 59,9 | 65,47 | 77,53 | 79,25 | 81,74 |

Таблица 13

Результаты экологической деятельности ОАО «ММК» в области
контроля за выбросами парниковых газов

| Дополнительные индикаторы | Значение индикатора, млн тонн CO ₂ -экв./год | | | | |
|--|---|----------|-----------|---------|-----------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. |
| $x_{20.3}$ сокращение (увеличение) выбросов парниковых газов | - | (618,92) | (1139,05) | 1096,5 | (1388,08) |
| $x_{21.3}$ поглощение (консервация) парниковых газов | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

рактируется наиболее высоким коэффициентом выбросов CO₂ на тонну продукции.

Методика нормирования экологических индикаторов и расчет индексов экологической эффективности

Определение максимальных и минимальных пороговых значений индикаторов и нормирование индикаторов

Значения индикаторов, определенных по результатам деятельности ОАО «ММК» за 2010 г., приняты равными базовому уровню, что обусловлено посткризисным восстановлением металлургической отрасли в 2010 г. после снижения спроса на металлопродукцию и объемов производства в 2009 г. При определении пороговых значений индикаторов за основу были приняты стратегические цели ОАО «ММК» в области охраны окружающей среды до 2022 г. и целевые экологические показатели на 2014 г.²², дополнительно установлены целевые показатели развития экологического менеджмента в направлении снижения выбросов парниковых газов и потребления углеводородного топлива (табл. 14).

Расчет сводных индексов экологической эффективности по группам «воздействие», «состояние», «отклик» и расчет интегрального индикатора, совокупно характеризующего эффективность экологического менеджмента предприятия

Для оценки эффективности экологического менеджмента в условиях металлургического предприятия ОАО «ММК» использована разработанная авторами сводная матрица индикаторов и индексов (табл. 1)

Результаты расчета сводных индексов эффективности экологического менеджмента ОАО «ММК» за 2014 г. представлены в табл. 15.

²² Экологический менеджмент ОАО «ММК». URL : http://mmk.ru/about/responsibility/ecology/environmental_management

Расчет частных индексов, характеризующих динамику выбросов парниковых газов и потребления энергоресурсов:

- интенсивность выбросов парниковых газов I_{III} , формула 3:

$$I_{III} = \frac{1}{2}(\tilde{x}_{7,1} + \tilde{x}_{8,1}) = 0,62, \quad (3)$$

- энергоемкость производства $I_{Э}$, формула 4:

$$I_{Э} = \frac{1}{2}(\tilde{x}_{9,1} + \tilde{x}_{10,1}) = \\ = \frac{1}{2}(0,99 + 0,96) = 0,98, \quad (4)$$

- декарбонизация производства $I_{Д}$, формула 5:

$$I_{Д} = \frac{1}{2}(\tilde{x}_{20,3} + \tilde{x}_{21,3}) = 0, \quad (5)$$

где $\tilde{x}_{7,1}, \tilde{x}_{8,1}, \tilde{x}_{9,1}, \tilde{x}_{10,1}, \tilde{x}_{20,3}, \tilde{x}_{21,3}$ – значения нормированных дополнительных индикаторов (табл. 15).

Оценка и качественная интерпретация относительных интегральных характеристик экологической и энергетической эффективности предприятия

Полученные значения сводных индексов по группам «воздействие», «состояние», «отклик», частных индексов интенсивности, энергоемкости и декарбонизации производства и интегрального индикатора эффективности экологического менеджмента ОАО «ММК» оценены в соответствии с предложенной шкалой и уровнями эффективности (табл. 16).

Анализ полученных результатов

Результаты экологической деятельности ОАО «ММК» по индикаторам и сводному индексу группы «воздействие» показывают пониженный уровень эффективности экологического менеджмента на предприятии, что соответствует трем баллам. Это означает, что существенный уровень воздействия производственной деятельности ОАО «ММК» на окружающую среду, и осо-

Таблица 14

Условия определения пороговых значений для нормирования индикаторов экологической и энергетической эффективности ОАО «ММК»

| ВОЗДЕЙСТВИЕ | | |
|--|---|--|
| Наименование индикатора | Условия определения пороговых значений индикаторов | |
| | Максимального | Минимального |
| 1 | 2 | 3 |
| $x_{1.1}$ Общее водоснабжение | Пропорционально росту объема производства | Максимально возможное повторное использование воды для нужд технического водоснабжения |
| $x_{2.1}$ Водопотребление из поверхностных объектов | | |
| $x_{3.1}$ Сброс загрязняющих веществ в водные объекты | Величина аналогичного показателя за базовый год | Соответствие уровню допустимого воздействия на окружающую среду |
| $x_{4.1}$ Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу | | |
| $x_{5.1}$ Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу | | |
| $x_{6.1}$ Образование отходов | Пропорционально росту объема производства | Возврат в производство железосодержащих отходов и рекультивация отработанных карьеров |
| $x_{7.1}$ Прямые выбросы парниковых газов | Величина аналогичного показателя за базовый год | Соответствие глобальным, национальным и отраслевым целям низкоуглеродного развития экономики |
| $x_{8.1}$ Косвенные выбросы парниковых газов | | |
| $x_{9.1}$ Потребление углеводородного топлива | | |
| $x_{10.1}$ Общее потребление энергоресурсов состояние | Величина аналогичного показателя за базовый год | Соответствие более высокому классу качества воды |
| $x_{11.2}$ Концентрация загрязняющих веществ в атмосфере | | |
| $x_{12.2}$ Концентрация загрязняющих веществ в водных объектах | | |
| $x_{13.2}$ Площадь загрязненных (нарушенных) земель | | Сокращение площади земель, нарушенных ведением хозяйственной деятельности |

Окончание табл. 14

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| ОТКЛИК | | |
| $x_{14.3}$ Обратное водоснабжение | Доля оборотного водоснабжения не менее 97,5 % | |
| $x_{15.3}$ Сокращение сбросов загрязняющих веществ | Достижение нормативов предельно допустимых сбросов не менее 93 % | Величина аналогичного показателя за 2013 г. (принят за базовый) |
| $x_{16.3}$ Снижение водоотведения | Максимально возможное повторное использование воды | |
| $x_{17.3}$ Оплата услуг природоохранного назначения (сбор и очистка сточных вод) | Величина аналогичного показателя за базовый год | Соответствие нормативам и срокам платы |
| $x_{18.3}$ Текущие (эксплуатационные) затраты на природоохранную деятельность (обобщает индикаторы $x_{18.3}$, $x_{23.3}$, $x_{26.3}$) | Соответствие величине плановых затрат | |
| $x_{19.3}$ Сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу | Достижение нормативов предельно допустимых выбросов не менее 91,7 % | Величина аналогичного показателя за базовый год |
| $x_{20.3}$ Сокращение выбросов парниковых газов | Достижение требований по сокращению и компенсации выбросов парниковых газов при производстве чугуна | Величина аналогичного показателя за базовый год |
| $x_{21.3}$ Поглощение (консервация) парниковых газов | | |
| $x_{22.3}$ Оплата услуг природоохранного назначения (охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата) | Величина аналогичного показателя за базовый год | Соответствие нормативам и срокам платы |
| $x_{24.3}$ Размещение отходов в соответствии с требованиями природоохранного законодательства | Размещение всего объема отходов на экологически безопасных объектах необходимой емкости | |
| $x_{25.3}$ Использование отходов | Доля использования образующихся в производстве железосодержащих отходов не менее 81 % | Величина аналогичного показателя за базовый год |
| $x_{27.3}$ Оплата услуг природоохранного назначения (защита и реабилитация земель, поверхностных и подземных вод) | Величина аналогичного показателя за базовый год | Соответствие нормативам и срокам платы |

Белик И. С., Майорова Т. В.

Таблица 15

Индексы эффективности экологического менеджмента ОАО «ММК»
по группам «воздействие», «состояние», «отклик»

| ВОЗДЕЙСТВИЕ | | | | | |
|--|---|----------------------|-----------|----------|---------------|
| Индикаторы | | Значения индикаторов | | | |
| | | Фактические | пороговые | | Нормированные |
| | | | max | min | |
| | | A | B | C | D |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Базовые | $x_{1.1}$ | 3,54 | 3,57 | 3,5 | 0,45 |
| | $x_{2.1}$ | 0,09 | 0,091 | 0,082 | 0,83 |
| | $x_{3.1}$ | 90,037 | 138,88 | 86,26 | 0,93 |
| | $x_{4.1}$ | 219,060 | 220,875 | 205,875 | 0,12 |
| | $x_{5.1}$ | 18,81 | 21,35 | 15,79 | 0,46 |
| | $x_{6.1}$ | 28444,56 | 31307,97 | 27177,03 | 0,69 |
| Дополнительные | $x_{7.1}$ | 2,22 | 2,35 | 2,14 | 0,62 |
| | $x_{8.1}$ | Не определялся | | | |
| | $x_{9.1}$ | 26,01 | 28,31 | 26 | 0,99 |
| | $x_{10.1}$ | 26,65 | 28,86 | 26,55 | 0,96 |
| <i>Сводный индекс по группе «воздействие»</i> $I_1 = \frac{1}{9} \sum D$ | | | | | 0,67 |
| СОСТОЯНИЕ | | | | | |
| Базовые | $x_{11.2}$ | 10,53 | 10,97 | 7 | 0,11 |
| | $x_{12.2}$ | 3,96 | 5,51 | 3 | 0,61 |
| | $x_{13.2}$ | 267,4 | 284,63 | 0 | 0,06 |
| <i>Сводный индекс по группе «состояние»</i> $I_2 = 0,4 \cdot 0,11 + 0,4 \cdot 0,61 + 0,2 \cdot 0,06$ | | | | | 0,3 |
| ОТКЛИК | | | | | |
| Базовые | $x_{14.3}$ | A | B | C | D=(A-C)/(B-C) |
| | $x_{15.3}$ | 3,45 | 3,45 | 3,33 | 1 |
| | $x_{16.3}$ | 14273,8 | 14273,8 | 9506,8 | 1 |
| | $x_{16.3}$ | 2000 | 2000 | 2713,8 | 1 |
| | $x_{18.3}$ (обобщает $x_{18.3}, x_{23.3}, x_{26.3}$) | 2125,7 | 2125,7 | 852,0 | 1 |
| | $x_{19.3}$ | 941,6 | 941,6 | 353,9 | 1 |
| | $x_{25.3}$ | 11,6 | 11,6 | 11,3 | 1 |
| | | A | B | C | D=(B-A)/(B-C) |
| | $x_{17.3}$ | 13,88 | 35,1 | 13,88 | 1 |
| | $x_{22.3}$ | 22,8 | 23,88 | 22,8 | 1 |
| | $x_{24.3}$ | 16,845 | 20,008 | 16,845 | 1 |
| | $x_{27.3}$ | 59,9 | 81,74 | 59,9 | 1 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Окончание табл. 15

| Дополнительные | $x_{20.3}$ $x_{21.3}$ | A | B | C | D=(A-C)/(B-C) |
|--|--------------------------|-----------|--------|-----|---------------|
| | | (1523,03) | 1026,5 | 750 | 0 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Сводный индекс по группе «отклик» $I_3 = \frac{1}{8} \sum D$ | | | | | 0,83 |
| Интегральный индикатор эффективности $I = \frac{1}{3}(I_1 + I_2 + I_3)$ | | | | | 0,6 |

Таблица 16

Оценка эффективности экологического менеджмента ОАО «ММК» на основе сводных, частных индексов и интегрального индикатора

| Показатель | Значение | Уровень эффективности | Балл |
|---|----------|---------------------------|------|
| Сводные индексы | | | |
| по группе «воздействие» | 0,67 | Пониженная эффективность | 3 |
| по группе «состояние» | 0,3 | Низкая эффективность | 2 |
| по группе «отклик» | 0,83 | Достаточная эффективность | 4 |
| Интегральный индикатор эффективности | 0,6 | Пониженная эффективность | 3 |
| Частные индексы | | | |
| интенсивности выбросов парниковых газов | 0,62 | Пониженная эффективность | 3 |
| энергоёмкости производства | 0,98 | Высокая эффективность | 5 |
| декарбонизации производства | 0 | Деятельность отсутствует | 0 |

бенно на атмосферный воздух (индикаторы $x_{1.1}$, $x_{4.1}$, $x_{5.1}$, $x_{7.1}$), сохраняется.

Полученное значение сводного индекса по группе «состояние» свидетельствует о низкой эффективности (2 балла) экологической деятельности ОАО «ММК» в области обеспечения качества окружающей среды по индикаторам загрязнения атмосферы и водных объектов.

Сводный индекс по группе «отклик» характеризует экологическую деятельность ОАО «ММК» как достаточно эффективную (4 балла) – все целевые экологические показатели ОАО «ММК» в области предот-

вращения, минимизации и ликвидации негативного воздействия на окружающую среду в результате хозяйственной деятельности достигнуты.

Снижает эффективность экологической деятельности ОАО «ММК» с уровня высокой эффективности до уровня достаточной эффективности нулевое значение предложенных дополнительных индикаторов: « $x_{20.3}$ сокращение выбросов парниковых газов» и « $x_{21.3}$ поглощение (консервация) парниковых газов», что связано с отсутствием деятельности ОАО «ММК» в области учета и управления выбросами парниковых газов.

Итоговый показатель – интегральный индикатор эффективности свидетельствует о пониженной эффективности экологической деятельности ОАО «ММК» – 3 балла.

Предложенные дополнительные частные индексы характеризуют:

- низкую эффективность экологической деятельности ОАО «ММК» по **индексу интенсивности выбросов парниковых газов** (2 балла) – деятельность по инвентаризации и контролю выбросов парниковых газов не осуществляется, что подтверждает нулевое значение **индекса декарбонизации**;
- высокую эффективность демонстрирует **индекс энергоёмкости** производства (5 баллов), который одновременно характеризует экономическую эффективность (снижение издержек) и экологическую, так как во многом зависит от количества дорогостоящего кокса и других энергоресурсов, потребленных в доменном производстве – основном источнике выбросов парниковых газов.

Измерение результатов деятельности в области контроля выбросов парниковых газов и потребления углеводородного топлива создает возможность не только оценить текущую ситуацию, но также определить или уточнить стратегические и тактические экологические цели, распределить от-

ветственность, выработать эффективные управленческие решения и отслеживать процесс достижения результатов экологического менеджмента.

Основные выводы

Выполненный анализ результативности деятельности ОАО «ММК» на основе предложенных критериев экологической и энергетической эффективности показал необходимость дальнейшего развития системы экологического менеджмента для улучшения показателей деятельности предприятия.

Оценка эффективности экологического менеджмента по модели «воздействие – состояние – отклик» с использованием усовершенствованного набора индикаторов экологической и энергетической эффективности позволяет выявить направление дальнейшего развития экологического менеджмента промышленного предприятия.

Таким образом, предложенные сводные, частные индексы и рекомендуемый интегральный индикатор экологической эффективности, предполагаемых к использованию в корпоративной нефинансовой отчетности [15–17], дают возможность сформулировать стратегические цели экологической политики, разработать комплекс задач и алгоритм совершенствования экологического менеджмента в условиях развития низкоуглеродной экономики.

Список использованных источников

1. Майорова Т.В. Экологические аспекты деятельности металлургических предприятий Челябинской области // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2015. № 11 (50). С. 23–31 [Электронный ресурс]. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/>.
2. Индикаторы устойчивого развития России (эколого-экономические аспекты) / под ред. С.Н. Бобылева, П.А. Макеенко. М.: ЦПРП, 2001. 220 с.
3. Новая парадигма развития России в XXI веке. Комплексные исследования проблем устойчивого развития: идеи

- и результаты / под ред. В.А. Коптюга, В.М. Матросова, В.К. Левашова. Изд. 2-е. М.: Academia, 2000. 416 с.
4. Стратегия и проблемы устойчивого развития России в XXI веке / под ред. А.Г. Гранберга, В.И. Данилова-Данильяна, М.М. Циканова, Е.С. Шопхоева. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2002. 414 с.
 5. Устойчивое развитие: Методология и методики измерения : учеб. пособие / С.Н. Бобылев, Н.В. Зубаревич, С.В. Соловьева, Ю.С. Власов ; под ред. С.Н. Бобылева. М.: Экономика, 2011. 358 с.
 6. Тарасова Н.П., Кручина Е.Б. Индексы и индикаторы устойчивого развития // Устойчивое развитие: природа – общество – человек. 2006. Т. 2. С. 127–144. [Электронный ресурс] URL: <http://www.ustoichivo.ru/>.
 7. The Little Green Data Book 2006. Word Bank, Washington DC, 2006.
 8. Bell S., Morse S. Sustainability Indicators-Measuring the Immeasurable? 2nd ed. London: Earthscan, 2008.
 9. Hák T., Moldan B., Dahl A.L., eds. Sustainability indicators: a scientific assessment. Washington: Island Press, 2007.
 10. Wilson J., Tyedmers P., Pelot R. Contrasting and comparing sustainable development indicator metrics // Ecological Indicators. 2007. Vol. 7, Is. 2. P. 299–314.
 11. Fan C., Carrell J.D., Zhang H.C. An investigation of indicators for measuring sustainable manufacturing // Proceedings of IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology. Arlington, Virginia, 2010. P. 1–5.
 12. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). UK: Oxford, 2002.
 13. Майорова Т.В., Белик И.С. Эффективность экологического менеджмента в условиях развития низкоуглеродной экономики // Экономика и предпринимательство. 2015. № 12-2 (65-2). С. 1147–1152.
 14. Системы экологического менеджмента для практиков / С.Ю. Дайман, Т.В. Островкова, Е.А. Заика, Т.В. Сокоурнова ; под ред. С.Ю. Даймана. М.: Издательство РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 248 с.
 15. GRI, Global Reporting Initiative. Sustainability Reporting Guidelines-G4. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.globalreporting.org/>.
 16. Базовые индикаторы результативности. Рекомендации по использованию в практике управления и корпоративной нефинансовой отчетности / Ф. Прокопов, Е. Феоктистова и др. ; под общ. ред. А. Шохина. М.: РСПП, 2008. 68 с.
 17. Майорова Т.В. Возможность оценки эффективности экологического менеджмента по элементам нефинансовой отчетности // Экономика и предпринимательство. 2015. № 11-1 (64-1). С. 646–650.

Belik I.S.*Ural Federal University
named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia***Maierova T.V.***Nosov Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk, Russia*

PERFECTING THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AT THE METALLURGICAL ENTERPRISES IN THE DIRECTION OF A LOW-CARBON ECONOMY DEVELOPMENT

Abstract. The article discusses ways of improving the environmental management of economic actors and tools for assessing the effectiveness of the environmental management of metallurgical enterprises which is used under the conditions of the implementation of the concept of a low-carbon economy. The aim of the research is to develop scientific and methodological approaches to the assessment of the cost-effectiveness of environmental management from the standpoint of energy consumption and greenhouse gas emissions; contribution to climate change; activities to achieve environmental policy objectives and national goals and meet international obligations. The article highlights the features of metallurgical enterprises as the largest consumers of fossil fuels and other resources that have a significant impact on environmental quality, but do not carry out the management of greenhouse gas emissions. In this regard, it is substantiated that further development of environmental management requires the development of methods to assess the environmental performance of an enterprise which are based on an integrated approach from the position of the intensity of the use of fuel and energy resources and greenhouse gas emissions, global and national goals of sustainable low-carbon development, and technological features of production. The article provides an overview of different approaches to the forming of systems of environmental criteria and indicators, as well as their application in the steel industry. The article discusses the technique of selecting and grouping of environmental indicators for calculating the indices of eco-efficiency, the implementation of which will make it possible to more objectively assess the degree of the environmental and economic balance of production activities at the metallurgical enterprise. The authors propose additional environmental indicators that characterize the performance of the company in the management of greenhouse gas emissions and fuel consumption in terms of environmental and energy efficiency. The article presents the results of using basic and additional environmental indicators for calculating the Environmental Performance Index at Magnitogorsk Iron & Steel Works are presented and targets for improving environmental management under the conditions of low-carbon economy development.

Key words: low-carbon economy; environmental management; metallurgical enterprise; environmental indicators; energy resources; greenhouse gases; corporate social responsibility.

References

1. Maiorova, T.V. (2015). *Ekologicheskie aspekty deiatel'nosti metallurgicheskikh predpriiatii Cheliabinskoi oblasti (Environmental aspects of metallurgical enterprises of Chelyabinsk Region). Ekonomika i menedzhment innovatsionnykh tekhnologii (Economics and innovations management)*, No 11 (50), 23–31. Available at: <http://ekonomika.snauka.ru/en/2015/11/10035>.
2. Bobylev, S.N., Makeenko, P.A. (2001). *Indikatory ustoichivogo razvitiia Rossii (ekologo-ekonomicheskie aspekty) [Indicators of the sustainable development of Russia (ecological and economic aspects)]*. Moscow, TsPRP.
3. Koptiug, V.A., Matrosov, V.M., Levashov, V.K. (2000). *Novaia paradigma razvitiia Rossii v XXI veke. Kompleksnye issledovaniia problem ustoichivogo razvitiia: idei i rezul'taty [A new paradigm of Russia's development in the 21st century. Comprehensive studies into sustainable development: concepts and results]*. Moscow, Academia.
4. Granberg, A.G., Danilov-Danil'ian, V.I., Tsikanov, M.M., Shopkhoev, E.S. (2002). *Strategiia i problemy ustoichivogo razvitiia Rossii v XXI veke [Strategy and issues of the sustainable development of Russia in the 21st century]*. Moscow, Ekonomika.
5. Bobylev, S.N., Zubarevich, N.V., Solov'eva, S.V., Vlasov, Iu.S. (2011). *Ustoichivoe razvitie: Metodologiya i metodiki izmereniia [Sustainable development: Methodology and evaluation methods]*. Moscow, Ekonomika.
6. Tarasova, N.P., Kruchina, E.B. (2006). *Indeksy i indikatory ustoichivogo razvitiia [Indices and indicators of sustainable development]*. *Ustoichivoe razvitie: priroda – obshchestvo – chelovek [Sustainable development: nature - society - human being]*, Vol. 2, 127–144. Available at: <http://www.ustoichivo.ru/i/docs/18/tarasova.pdf>.
7. The Little Green Data Book 2006 (2006). World Bank, Washington DC.
8. Bell, S., Morse, S. (2008). *Sustainability Indicators-Measuring the Immeasurable?* 2nd ed. London, Earthscan.
9. Hák, T., Moldan, B., Dahl, A.L., eds. (2007). *Sustainability indicators: a scientific assessment*. Washington, Island Press.
10. Wilson, J., Tyedmers, P., Pelot, R. (2007). Contrasting and comparing sustainable development indicator metrics. *Ecological Indicators*, Vol. 7, Issue 2, 299–314.
11. Fan, C., Carrell, J.D., Zhang, H.C. (2010). An investigation of indicators for measuring sustainable manufacturing. *Proceedings of IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology*. Arlington, Virginia, 1–5.
12. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)* (2002). UK, Oxford.
13. Maiorova, T.V., Belik, I.S. (2015). *Effektivnost' ekologicheskogo menedzhmenta v usloviakh razvitiia nizkouglerodnoi ekonomiki [Effectiveness of environmental management under the conditions of low-carbon economic development]*. *Ekonomika i menedzhment innovatsionnykh tekhnologii (Economics and innovations management)*, No 12-2 (65-2), 1147–1152.
14. Daiman, S.Iu., Ostrovkova, T.V., Zaika, E.A., Sokornova, T.V.

- (2004). *Sistemy ekologicheskogo menedzhmenta dlia praktikov [Systems of environmental management for practitioners]*. Moscow, Mendeleev University of Chemical Technology.
15. GRI, Global Reporting Initiative. Sustainability Reporting Guidelines-G4. Available at: <https://www.globalreporting.org/>.
16. Prokopov, F., Feoktistova, E. et al. (2008). *Bazovye indikatory rezul'tativnosti. Rekomendatsii po ispol'zovaniiu v praktike upravleniia i korporativnoi nefinansovoi otchetnosti [Basic effectiveness indicators. Recommendations for using them in management and corporate non-financial reporting]*. Moscow, RSPP.
17. Maiorova, T.V. (2015). *Vozmozhnost' otsenki effektivnosti ekologicheskogo menedzhmenta po elementam nefinansovoi otchetnosti [Capacity for assessing the effectiveness of environmental management using elements of non-financial reporting]*. *Ekonomika i predprinimatel'stvo (Journal of Economy and Entrepreneurship)*, No 11-1 (64-1), 646–650.

Information about the authors

Belik Irina Stepanovna – Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Economic Safety of Industrial Complexes, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); e-mail: irinabelik2010@mail.ru.

Maiorova Tatiana Vladimirovna – Senior Lecturer, Department of Management, Economics and Management Institute, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia (455000, Russia, Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38); e-mail: mvtv1_2010@rambler.ru.