

-
- Disease and Stabilization Fund. *Comparative Economic Studies*, no. 51 (2), pp. 213–241.
- Solow R.M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, no. 1, pp. 65–94.
- World Economic Outlook (2017). October. Seeking Sustainable Growth. Short-Term Recovery, Long-Term Challenges. IMF, 2017.

Manuscript received 22.11.2017

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ¹

*И.М. Потравный, А.Л. Новоселов,
И.Ю. Новоселова*

В статье анализируются эволюция подходов и развитие методов экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды. Рассматриваются этапы совершенствования и углубления механизма формирования и компенсации экологических издержек производства в контексте решения задач управления природоохранной деятельностью на уровне региона. Авторы рассматривают период от последней четверти XX в. до наших дней, что дает возможность продемонстрировать развитие методов экономической оценки причиненных и предотвращаемых ущербов, использование результатов при решении таких востребованных на региональном и федеральном уровнях задач, как справедливое распределение природоохранных инвестиций между регионами, ранжирование регионов по уровню экологической опасности, оценка эффективности природоохранных мероприятий и программ. Предлагаются

© Потравный И.М., Новоселов А.Л.,
Новоселова И.Ю., 2018 г.

Потравный Иван Михайлович, д.э.н., профессор, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, esoaudit@bk.ru

Новоселов Андрей Леонидович, д.э.н., профессор, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, alnov2004@yandex.ru

Новоселова Ирина Юрьевна, д.э.н., профессор, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, iunov2010@yandex.ru

¹ Работа выполнена при поддержке гранта Отделения гуманитарных и общественных наук РФФИ (проект № 17-02-00010а).

новые методы оценки прошлого (накопленного) ущерба и учета каскадного эффекта при экономической оценке ущерба от чрезвычайной ситуации. Рассматриваются подходы, которые позволяют сделать оценку предотвращаемого ущерба с учетом факторов риска и неопределенности. Показана эволюция подходов к оценке и методов определения экономического ущерба от загрязнения окружающей среды с учетом решения конкретных народнохозяйственных задач, включая определение размера компенсационных платежей за экологические нарушения, ликвидацию накопленного экологического ущерба, сохранение природного капитала за счет развития ресурсосбережения и переработки отходов и др.

Ключевые слова: экономическая оценка, ущерб от загрязнения, окружающая среда, накопленный экологический ущерб, дерево целей, дисконтирование, дерево сценариев, метод Монте-Карло, нечеткие множества, риск-функция.

JEL: Q56.

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая оценка природных ресурсов и экономическая оценка ущерба от загрязнения окружающей среды относятся к базовым, фундаментальным понятиям экономики природопользования (Гусев, 2017; Туплов, 2009). Со второй половины XX в. научная общественность развитых стран мира обратилась к решению проблемы сокращения антропогенного воздействия на окружающую среду. При этом экономическая оценка ущерба от загрязнения окружающей среды является ключевым показателем для решения задач согласования производственной и природоохранной деятельности с позиций социальных и экологических интересов. В состав экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды входят упущенные выгоды от

загрязнения окружающей среды, затраты на снижение (ликвидацию) загрязнения, а также на экологическую реабилитацию загрязненной территории. Как показывает анализ существующих подходов к оценке экологического ущерба в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии, выполненный в рамках Программы действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), ответственность за ущерб окружающей среде является следствием применения принципа «загрязнитель платит», поскольку накладывает на загрязнителя финансовые обязательства в связи с причиненным экологическим ущербом, а угроза необходимости компенсировать данный ущерб становится мощным стимулом предотвращения загрязнения окружающей среды в будущем (Анализ существующих подходов, 2011).

Как отмечается в Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (2017 г.), согласно экспертным оценкам экономические потери, обусловленные ухудшением качества окружающей среды и связанными с ним экономическими факторами, без учета ущерба здоровью людей ежегодно составляют 4–6% ВВП страны². Одновременно в данном документе в качестве приоритетных направлений государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности отмечена *ликвидация накопленного вреда* окружающей среде.

За последние 50 лет российская наука прошла большой путь в развитии методов экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды. При этом методы экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды с каждым десятилетием учитывали растущее число экологических и экономических факторов, что позволяло проводить более точные и комплексные расчеты.

² Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 176. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420396664>.

Экономическая оценка причиненного ущерба по компонентам природной среды (атмосферный воздух, водная среда, земельные ресурсы) необходима для сравнительного анализа состояния регионов, обоснования приоритетности проведения экологической реабилитации, страхового возмещения и пр. Крайне важным в настоящее время является экономическая оценка накопленного экологического ущерба (НЭУ) (Потравный, Гассий, 2017). Этот показатель также интересен для обоснования приоритетных мероприятий экологической реабилитации, страхового возмещения и проведения других управленческих решений. Наряду с причиненным ущербом для практики управления природопользованием и охраной окружающей среды важна оценка предотвращаемого ущерба за счет реализации природоохранных проектов и программных мероприятий. В рамках перехода России на принципы «зеленой» экономики научный и практический интерес представляет анализ эволюции подходов и развития методов экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды для их использования в народном хозяйстве.

1. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГОДОВОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПРИЧИНЕННОГО И ПРЕДОТВРАЩЕННОГО УЩЕРБА

Первая методика, пригодная для расчетов экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды на уровне региона, была создана в бывшем СССР в 1986 г. в Центральном экономико-математическом институте (ЦЭМИ) АН СССР (Временная типовая методика..., 1986). Экономическую оценку ущерба было предложено определять в разрезе природных сред – атмосферного воздуха, водной среды и земельных ресурсов (почв). Для первых двух природных сред основой для расчета служили объемы загрязнения по $j = 1, 2, \dots, m$ видам загрязняющих веществ

(m – общее число видов рассматриваемых загрязняющих веществ). Для соизмерения выбросы вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух или водную среду, приводились к «монозагрязнителю» и расчету *приведенного выброса* на основе показателя относительной опасности вида загрязнения атмосферного воздуха i . Показатель относительной опасности вещества j $A_j^{\text{атм}}$ измеряется в условных тоннах на тонну (усл.т/т). Приведенный выброс вещества j , который определяется как произведение массы годового выброса в тоннах на показатель относительной опасности, будет измеряться в условных тоннах в год (усл.т/год). Например, текущая экономическая оценка ущерба, причиняемого годовыми выбросами загрязнений в атмосферный воздух (р./год), для отдельного источника определяется по формуле

$$E_i^{\text{атм}} = \gamma^{\text{атм}} \sigma f \sum_{j=1}^m A_j^{\text{атм}} m_j^{\text{атм}}, \quad (1)$$

где $\gamma^{\text{атм}}$ – удельное значение экономической оценки загрязнения атмосферного воздуха, р./усл.т; σ – коэффициент относительной опасности загрязнения атмосферы над территориями различных типов (курорты, зоны отдыха, населенные места, леса, пашни и т.п.); f – коэффициент, характеризующий характер рассеивания примесей (высота выброса, температурный режим, скорость ветра и т.п.); $m_j^{\text{атм}}$ – масса годового выброса вида загрязнения в атмосферу j , т/год; $A_j^{\text{атм}}$ – показатель относительной опасности вида загрязнения атмосферного воздуха j , усл.т/т.

В соответствии с данной методикой водные объекты (реки, озера, заливы морей и т.д.) рассматриваются как водохозяйственные участки, различающиеся своей значимостью. Экономическая оценка ущерба от сброса загрязняющих веществ предприятием или населенным пунктом в водохозяйственный участок k определяется по формуле

$$E_i^{\text{водн}} = \gamma^{\text{водн}} \sigma_k \sum_{i=1}^m A_i^{\text{водн}} m_i^{\text{водн}}, \quad (2)$$

где $\gamma^{\text{водн}}$ – удельное значение экономической оценки загрязнения водной среды, р./усл.т; σ_k – коэффициент относительной опасности загрязнения k -го водохозяйственного участка (по рекам и их участкам); $m_j^{\text{водн}}$ – масса годового сброса вида j -го загрязняющего вещества, т/год; $A_j^{\text{водн}}$ – показатель относительной опасности вида j загрязнения, усл.т/т; n – общее число видов загрязнения, сбрасываемых источником в водный объект.

В свою очередь, оценка предотвращенного в результате природоохранной деятельности ущерба от загрязнения почв и земель производится по следующей формуле:

$$E_i^{\text{зем}} = H \cdot S_i \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{ооп}}, \quad (3)$$

где H – норматив стоимости земель, тыс.р./га; S_i – площадь почв (земель) на территории i , загрязненных в текущем году, га; $K_{\text{э}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории; $K_{\text{ооп}}$ – коэффициент для особо охраняемых территорий (10 – для особо охраняемой территории или 1 – в ином случае).

Данная методика была снабжена необходимыми нормативными таблицами, и ее применение не вызывало сложности. Укрупненные расчеты, проводимые с помощью данной методики, осуществлялись на региональном уровне (на уровне отдельных субъектов, муниципальных районов, городов). Применение данной методики на практике в некоторой степени сдерживалась тем, что она была предназначена для научных расчетов и исследований и т.д., и результаты расчетов по данной методике не имели правового характера (например, для расчета экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий при экономическом обосновании достижения нормативного качества окружающей среды, оценке результатов природоохранной деятельности предприятий). Она предназначалась для работников министерств, ведомств, предприятий, научно-исследовательских и проектных институтов.

Результаты ущерба использовались для сравнительного анализа экологического состояния различных регионов с целью определения приоритетов финансирования экологических проектов и программ, распределения ограниченных средств на природоохранные цели. Последняя задача весьма интересна и актуальна, поэтому рассмотрим ее более подробно. Справедливое распределение финансовых средств в размере F на природоохранные мероприятия между регионами следует строить на заявках потребности в финансировании. Каждый регион i ($i = 1, 2, \dots, n$) дает заявку на необходимый ему объем финансирования комплекса природоохранных мероприятий B_i . Обычно мы наблюдаем нехватку средств для удовлетворения всех заявок в полном объеме: $\sum_{i=1}^n B_i > F$. Решающую роль в распределении средств играют приоритеты регионов, которые следуют из суммарной экономической оценки ущерба, причиняемого окружающей среде, в разрезе ее компонентов, т.е. атмосферного воздуха, водной среды и земельных ресурсов:

$$E_i = E_i^{\text{атм}} + E_i^{\text{водн}} + E_i^{\text{зем}}, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Другими словами, чем ближе соотношение X_i/B_i к единице, тем полнее удовлетворяется потребность региона в финансовых средствах. Суммарная экономическая оценка ущерба от загрязнения окружающей среды позволяет дифференцировать распределение финансовых средств между регионами, причем чем выше ущерб, тем полнее следует удовлетворить запрос региона в природоохранных инвестициях. Если требуется рассчитать коэффициенты β_i , которые будут обратно пропорциональны величине ущерба и в сумме равны единице ($\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$), то рекомендуется воспользоваться формулой

$$\beta_i = \frac{E_i^{-1}}{\sum_{i=1}^n E_i^{-1}}, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

Для справедливого распределения природоохранных инвестиций между регионами

следует воспользоваться максиминным критерием (критерием справедливой уступки Чебышева):

$$\min_{i=1,2,\dots,n} \left\{ \beta_i \frac{X_i}{B_i} \right\} \rightarrow \max. \quad (6)$$

В данной задаче следует учесть ряд ограничений. Первая система ограничений описывает выделяемый объем средств X_i , который не должен быть выше заявленной потребности региона в природоохранных инвестициях B_i :

$$X_i \leq B_i, \quad i = 1, n. \quad (7)$$

Ограничение, лимитирующее суммарную потребность в финансовых средствах $\sum_{i=1}^n X_i$ объемом выделенных средств F :

$$\sum_{i=1}^n X_i \leq F. \quad (8)$$

Следующие n ограничений задают естественные пределы изменения искомым переменных X_i – искомый объем выделяемых объекту i средств не должен быть отрицательным:

$$X_i \geq 0, \quad i = 1, n. \quad (9)$$

В результате решения приведенной задачи отыскивается компромиссный по Парето вариант распределения природоохранных инвестиций между регионами (Новоселов, Новоселова, Потравный, Мелехин, 2016).

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЕДОТВРАЩЕННОГО УЩЕРБА

Рост практического интереса к решению экологических проблем, разработке и реализации мероприятий, направленных на сокращение загрязнения окружающей среды и формирование целевых комплексных программ экологической реабилитации регионов, привели к необходимости создать мето-

ды экономической оценки предотвращаемого ущерба от загрязнения окружающей среды. Экономическая оценка предотвращаемого ущерба является универсальным измерителем результата проведения природоохранных мероприятий и дает возможность оценить их экономическую эффективность путем соизмерения результата и затрат. Простейшим подходом к решению данной задачи является использование формул (1)–(3), при подстановке в которые величин сокращения выбросов загрязняющих веществ (сбросов загрязняющих веществ или площади рекультивируемой территории) можно определить годовую величину предотвращаемого ущерба. По этому пути пошли создатели новой методики, в которую был включен механизм учета изменения ценности денег за счет индекса-дефлятора. Таким образом, на основе Временной типовой методики 1986 г., в 1999 г. по заказу Госкомэкологии России была разработана новая методика (Методика определения предотвращенного экологического ущерба, 1999). Индекс-дефлятор в этом случае позволяет пересчитать удельные затраты от загрязнения для конкретного года расчета. В результате для экономической оценки предотвращенного экологического ущерба ($\Delta E^{\text{атм}}$) предлагалось воспользоваться формулой

$$\Delta E^{\text{атм}} = \gamma^{\text{атм}} J_{\text{деф}} \Delta M^{\text{атм}} K_{\text{э}}, \quad (10)$$

где $\gamma^{\text{атм}}$ – удельная величина экономической оценки ущерба, численное значение которого задается в разрезе экономических районов; $J_{\text{деф}}$ – индекс-дефлятор; $K_{\text{э}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий в составе экономических районов России.

Приведенная масса сокращения выбросов $\Delta M^{\text{атм}}$ определяется следующим образом:

$$\Delta M^{\text{атм}} = \sum_{i=1}^n A_i \Delta m_i^{\text{атм}}, \quad (11)$$

где $\Delta m_i^{\text{атм}}$ – сокращение массы годового выброса вида i загрязнения в атмосферу за счет экологически значимых мероприятий, т/год;

$A_i^{\text{атм}}$ – показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха вида i , усл.т/т; n – общее число видов загрязнения, выбрасываемых источником в атмосферу.

Очевидно, если вместо $\Delta m_i^{\text{атм}}$ в данной методике использовать массу загрязнения ($m_i^{\text{атм}}$), то можно определить экономическую оценку текущего причиненного ущерба. Такой подход позволяет получить экономическую оценку предотвращаемого ущерба только для мероприятий, непосредственно воздействующих на источник загрязнения окружающей среды. При разработке природоохранных программ и программ экологической реабилитации регионов значительная часть программных мероприятий (развитие мониторинга состояния окружающей среды, экологическое образование, улучшение медицинского обслуживания и др.) лишь косвенно воздействует на сокращение загрязнения. Для полного охвата программных мероприятий при экономической оценке предотвращаемого ущерба был разработан метод экспертно-аналитического расчета. Этот метод основан на дереве целей экологической реабилитации региона и привязанных к ним программных мероприятий (Гирусов, Бобылев и др., 2012). Суммарная же экономическая оценка причиненного ущерба распределяется между целями, подцелями и задачами в соответствии с экспертно оцененными приоритетами. Затем она корректируется на степень достижения подцелей (задач), к которым привязаны программные мероприятия, что дает возможность определить предотвращаемый экологический ущерб. Найденная таким образом величина предотвращаемого ущерба распределяется между мероприятиями в соответствии с их экспертно оцененным вкладом в достижение поставленных подцелей (задач).

Известная формула расчета чистого дисконтированного дохода (NPV) скорректирована с учетом особенностей природоохранной программы. Обозначим мероприятие $i = 1, 2, \dots, n$, и, зная сроки начала ($T_i^{\text{н}}$) и окончания ($T_i^{\text{к}}$) реализации этих мероприятий, расчет NPV программы природоохранных мероприятий проведем по формуле

$$NPV = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{i \in G_t} (\Delta Y_i - C_i) - \sum_{i \in J_t} Z_i \right) (1+r)^{1-t}, \quad (12)$$

где ΔY_i – результат от реализации природоохранного мероприятия i , выраженный величиной предотвращаемого ущерба, тыс.р./год; C_i – текущие затраты при эксплуатации мероприятия i , тыс.р./год; Z_i – годовые затраты на мероприятия i , тыс.р./год; G_t – множество мероприятий, проведенных до года t и приносящих результат (снижение ущерба); $G_t = \{i: T_i^{\text{к}} < t\}$; J_t – множество мероприятий, осуществляемых в год t , $J_t = \{i: T_i^{\text{н}} \leq t \leq T_i^{\text{к}}\}$.

Авторы статьи использовали разработанную формулу оценки эколого-экономической эффективности программы при формировании программ экологической реабилитации на уровне городов, муниципальных районов, субъектов Российской Федерации и географических регионов.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОШЛОГО УЩЕРБА

Рассмотренные выше методы экономической оценки причиненного и предотвращенного ущерба позволяют найти их годовую величину. В начале 1990-х гг. в России и за рубежом появились исследования, связанные с необходимостью оценки накопленного (прошлого) ущерба от загрязнения окружающей среды. В научной литературе это понятие характеризуется как накопленный экологический ущерб (Gengut, Alnykina et al., 2015; Потравный, Гассий, 2017). Рост загрязнения земель, водных объектов продолжается нарастающими темпами. По оценкам Минприроды России, в настоящее время в стране накоплено более 32 млрд т твердых отходов добывающих предприятий. В результате увеличения горных отвалов происходит изменение ландшафта (Потравный, Новиков, 2016), отчуждение земельных площадей, вторичное загрязнение окружающей среды. В этих условиях

реализацию мер, направленных на предотвращение и ликвидацию ущерба от загрязнения окружающей среды и оздоровление нарушенных территорий, следует осуществлять на основе эколого-ландшафтного подхода.

По оценке Минприроды России, годовая величина ущерба от прошлой деятельности составляет около 6% ВВП (Донской, 2013). В силу этого была разработана Федеральная целевая программа «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014–2025 гг. Однако в силу отсутствия методического инструментария экономическая оценка накопленного (прошлого) ущерба не проводится (Соловьев, 2016). Но в программы включены экономически необоснованные мероприятия, отсутствует механизм справедливого распределения инвестиций, направленных на ликвидацию накопленного ущерба между регионами, невозможности установления их приоритетности.

К настоящему времени разработаны некоторые методологические основы определения накопленного экономического ущерба, базирующиеся на результатах Исследований Всемирного Банка по оценке прошлого экономического ущерба в Российской Федерации, проведенных в 2005–2006 гг. (Оценка прошлого..., 2011). Сущностью заложенного в этом документе метода оценки является постулат: увеличение ценности земли на анализируемом участке в результате рекультивации должно превосходить произведенные затраты. Такой подход не учитывает большого числа факторов, в том числе плотности населения, развития производства, текущего и перспективного направлений использования земельного участка и др.

При определении прошлого ущерба должны использоваться экономические оценки земельных ресурсов и ущерба от загрязнения объектов окружающей среды. Для определения ущерба от загрязнения, например, атмосферного воздуха от дымящихся терриконов (отходов угледобывающего производства) могут быть использованы методики оценки текущего ущерба (см. выше). Заметим, что в настоящее время утвержденных методик экономической оценки ущерба от прошлой деятельности (эко-

номической оценки накопленного экологического ущерба – НЭУ) не существует. Авторы разработали перспективный подход, который может претендовать на общеприменимую укрупненную методику экономической оценки накопленного ущерба от прошлой деятельности. Сущность предлагаемого подхода состоит в учете одновременно влияющих на величину накопленного ущерба двух факторов: геофизического и экономического. Геофизический фактор, или абсорбция, отражает способность природной среды без саморазрушения и потери устойчивости разлагать природные и антропогенные вещества и устранять их вредное воздействие. В то же время помимо постоянного снижения размера ущерба происходит противоположное действие, обусловленное экономическим фактором, т.е. возрастание стоимостной оценки ущерба с учетом дисконтного множителя. В связи с тем что годовой размер ущерба согласно методу *DCF* (Damodaran, 2006) увеличивается пропорционально ставке дисконтирования, размер накопленного экологического ущерба с учетом абсорбции и инфляции можно рассчитать следующим образом:

$$Y_t^{\text{Acc}} = \sum_{s=t}^T (Y_t \cdot a^{s-t} \cdot (1+r)^{T-s}), \quad (13)$$

где Y_t – ущерб, причиненный за год t , приведенный с учетом влияния на величину его абсорбции и инфляции к конечному году T ; a – коэффициент абсорбции (ассимиляционный потенциал); r – коэффициент дисконтирования (равный банковской ставке рефинансирования в год T); $(1+r)^{T-s}$ – дисконтный множитель, позволяющий перевести стоимостную оценку ущерба от года s к конечному (современному) году оценки T ; t – год в рамках периода накопления ущерба, $t = t_0, T$; s – момент времени в рамках периода от t до T ; t_0 – год, принимаемый за исходный (с которого начал накапливаться ущерб); T – год, принимаемый за конечный (для которого рассчитывается прошлый ущерб).

Для получения окончательной величины НЭУ по всем годам t (с года t_0 по T), необходимо суммировать накопленный на каждый

момент времени t ущерб по всем годам. Тогда, исходя из (1), суммарный размер накопленного ущерба за все рассматриваемые годы рассчитывается по формуле

$$Y^{\text{Sum}} = \sum_{t=t_0}^T Y_t^{\text{Acc}} = \sum_{t=t_0}^T \sum_{s=t}^T (Y_t \cdot a^{s-t} \cdot (1+r)^{T-s}). \quad (14)$$

Данный подход был разработан и впервые использован авторами статьи при формировании Федеральной целевой программы, направленной на социально-экологическую реабилитацию г. Чапаевска Самарской области. При разработке программы ликвидации НЭУ в Арктических территориях России (Сokolov, 2013) проводилась оценка экологического ущерба с помощью формулы (14) на основе данных экспедиционных исследований Совета по изучению производительных сил Минэкономки России на островах архипелага Франца-Иосифа, проведенных в 2011–2012 гг. (Potravny, Novoselov, Gengut, 2016).

Экономия природных ресурсов, сохранение природного капитала за счет ликвидации объектов НЭУ, в том числе путем переработки накопленных отходов, вовлечения техногенных ресурсов в хозяйственный оборот, т.е. путем замещения первичных природных ресурсов вторичными, должны рассматриваться как экономический и экологический эффект от природоохранной и ресурсосберегающей деятельности (Потравный, Новоселов, Алныкина, 2015).

4. УЧЕТ ФАКТОРОВ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРИЧИНЕННОГО И ПРЕДОТВРАЩЕННОГО УЩЕРБА

При экономической прогнозной оценке ущерба с учетом неопределенности (или неточности) в снижении объемов выброса

(сброса) загрязняющих веществ следует воспользоваться одним из трех методов (Методика определения..., 1999): сценарного дерева, Монте-Карло или теории нечетких множеств.

Метод сценарного дерева является распространенным методом вероятностной экономической оценки ущерба. В этом методе возможные сценарии возникновения загрязнения окружающей среды представляются в виде условных ветвей дерева. Например, различные негативные события, в условиях возможного возникновения которых происходит морская транспортировка нефти. Вероятности возникновения соответствующих событий оцениваются экспертно. К вероятностям сценарного дерева должно быть предъявлено единственное требование: сумма вероятностей на каждом ветвлении должна быть равна 100%. Исходя из вероятностей конечных событий сценарного дерева, равных произведению вероятностей на пути от соответствующего конечного события до исходного события, определяется вероятностная кривая ущерба.

Метод Монте-Карло. В случае когда негативные события для построения сценарного дерева предсказать невозможно, то показатель снижения массы поступления вредных веществ экспертно оценивается в виде интервальных значений. Это позволяет провести расчет вероятной экономической оценки предотвращаемого ущерба от загрязнения окружающей среды методом Монте-Карло. При этом целесообразно воспользоваться треугольным распределением снижения массы поступления вредных веществ.

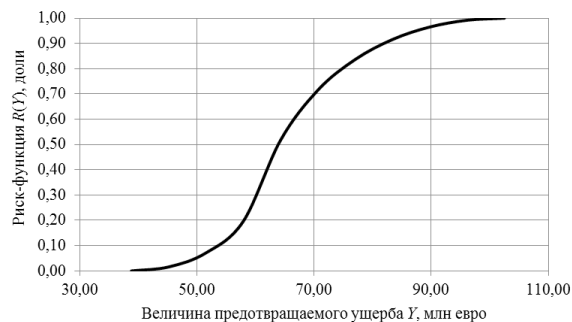
Метод теории нечетких множеств. В последнее время широкое распространение получает теория нечетких множеств (Zadeh, 1965) для экономической оценки предотвращаемого ущерба от загрязнения окружающей среды. Особенности расчета экономической эффективности в условиях нечетких оценок можно найти в ряде современных научных исследований (например, (Птускин, 2008)). При этом величина предотвращаемого ущерба будет определена, на-

пример, с помощью формул (10), (11) на основе математики треугольных чисел (Lesage, 2001) в виде прогнозной оценки: минимальное значение $\Delta Y_{\min}$, ожидаемое значение (при 50% вероятности) ΔY_{av} и максимальное значение $\Delta Y_{\max}$. Для построения зависимости вероятностной функции ущерба на основе нечеткой оценки с использованием, например, треугольных чисел $\Delta Y = (\Delta Y_{\min}; \Delta Y_{av}; \Delta Y_{\max})$, можно воспользоваться методикой построения риск-функции (Недосекин, 2004). Так, для оценки предотвращаемого ущерба $\Delta Y = (38,8; 61,5; 102,5)$ с помощью данной методики несложно рассчитать риск-функцию, которая представлена в виде графика (см. рисунок).

Данный график позволяет получить оценку возможности достижения соответствующих значений предотвращаемого ущерба из диапазона $(\Delta Y_{\min}; \Delta Y_{\max})$, что представляется важным при ранжировании регионов для проведения мероприятий, направленных на ликвидацию НЭУ.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАСКАДНОГО УЩЕРБА

Чрезвычайные ситуации, связанные с разливом нефтепродуктов, торфяными и лесными пожарами, авариями на железнодорожном и трубопроводном транспорте, а также в



Оценка риск-функции экономической оценки предотвращаемого экологического ущерба

промышленности приводят к остановке работы предприятий, угрозе жизни людей, уничтожению культурных и природных ценностей. Следует разделить ущерб, причиняемый чрезвычайной ситуацией природного характера, на прямой и косвенный. Прямой ущерб проявляется непосредственно в зоне и в момент воздействия; косвенный ущерб включает убытки, понесенные вне зоны прямого воздействия чрезвычайной ситуации. В составе прямого и косвенного ущерба целесообразно выделить три основные группы: экономические (повреждение или утрата основных и оборотных фондов); социальные (негативное воздействие на население и его среду обитания) и экологические (ущерб природной среде).

Исходя из указанных составляющих ущерба развитие событий чрезвычайного характера приводит к возникновению последовательной цепочки потерь во взаимосвязанных отраслевых и межотраслевых комплексах, отдельных предприятиях и пр., т.е. формирование ущерба в результате *каскада эффектов*. Этот процесс удобно представить в виде последовательных звеньев косвенных ущербов, имеющих вид ветвящегося дерева. Например, потери электроэнергии при разрушении крупной электростанции проявляются в потере (недовыпуске) продукции в других отраслях народного хозяйства. В свою очередь, этот результат отрицательно влияет на последующие отраслевые потоки. Каскадный эффект потерь в промышленном регионе может быть проиллюстрирован на примере цепочки предприятий: ТЭЦ – железно-рудная шахта – металлургическое предприятие – машиностроительный завод (Кофф, Гусев и др., 1997).

Для группировки компонентов социально-эколого-экономической системы рекомендуется воспользоваться директивой Европейского союза № 97/11 от 3 марта 1997 г., в соответствии с которой прямое и не прямое воздействие проекта необходимо оценивать по следующим объектам:

- люди, фауна, флора;
- почва, вода, воздух, климат и ландшафт;

- материальные ценности и культурное наследие;
- взаимодействие между факторами, перечисленными в первом, втором и третьем пунктах.

При экономической оценке ущерба от чрезвычайных ситуаций необходимо проводить расчет по всем указанным выше направлениям. Анализ компонентов, которые испытывают последствия чрезвычайных ситуаций, позволил сформировать их следующую укрупненную группировку в социо-эколого-экономической системе: 1 – экономика (эффективность производства, объемы производства, материальные ценности); 2 – реципиенты (население, животный мир, растительность); 3 – природные среды (атмосферный воздух, водная среда, ландшафт, климат, культурное наследие). По всем трем направлениям можно проследить каскадные эффекты, которые возникают во времени и с учетом перекрестного воздействия компонентов, отнесенных к разным направлениям.

В соответствии с такой схемой расчета для экономической оценки экологического ущерба от чрезвычайных ситуаций следует определить наиболее полное значение величины ущерба в стоимостном выражении. Ущерб от чрезвычайных ситуаций должен быть рассчитан в зоне непосредственного воздействия как прямой ущерб по трем направлениям: экономике, природным ресурсам, реципиентам. Косвенный ущерб рассчитывается на основе каскадного эффекта во времени и пространстве по тем же направлениям. Для расчета экономической оценки полного ущерба необходимо суммировать размеры ущерба с учетом времени. Рекомендуемая формула расчета полной величины ущерба с учетом каскадного эффекта имеет вид

$$Y = \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^3 Y_{kt} (1+r)^{1-t}, \quad (15)$$

где r – ставка дисконтирования; k – направление оценки ($k = 1, 2, 3$); t – текущий момент времени (год); Y_{kt} – экономическая оценка ущерба по направлению k в год t , млн р.; T – период расчета.

Этот подход позволяет провести экономическую оценку экологического ущерба от чрезвычайных ситуаций с учетом пространственного и временного распределения ущербов от чрезвычайных ситуаций по всем трем направлениям. Формула (15) является концептуальной, поскольку в реальной ситуации должны быть раскрыты направления, которые состоят из компонентов и далее из конкретных объектов (предприятий, составляющих природной среды, видов животных и растений, групп населения и т.д.). Разработанные фундаментальные положения оценки ущерба от загрязнения окружающей среды при чрезвычайных ситуациях с учетом каскадного эффекта позволяют сформировать методики для обоснованного расчета предельных затрат на ликвидацию или предупреждение чрезвычайных ситуаций, а также для формирования целевой программы обеспечения экологической безопасности региона и оценки ее экономической эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Анализ методического обеспечения и перспективных разработок в области экономической оценки причиненного ущерба от загрязнения окружающей среды и предотвращения ущерба от реализации природоохранных мероприятий показывает, что раскрытые в статье методики удовлетворяет основным задачам управления, решаемым на уровне региона (Тулупов, 2014). Однако *следует сформировать и утвердить новые методики эколого-экономической оценки ущерба*. В самое ближайшее время необходимо разработать официальные методики экономической оценки прошлого ущерба. Мировые тенденции развития природоохранной деятельности показывают, что экономическая оценка прошлого ущерба в ближайшее десятилетие будет все более востребована.

Оценка каскадного эффекта ущерба от чрезвычайных ситуаций в связи с ростом

торговли и международной транспортировки углеводородного сырья, ростом угроз техногенных катастроф будет весьма востребована. Такие всеобъемлющие эколого-экономические оценки особенно важны для планирования превентивных мероприятий и расчета компенсаций при анализе имевших место чрезвычайных ситуаций. На основе описанного в настоящей статье инструментария можно построить методики экономической оценки происшедшего и предполагаемого экологического ущерба от чрезвычайных ситуаций.

Рассмотренные в данной статье методы экономической оценки прошлого ущерба с учетом факторов риска и неопределенности основаны на детально проработанном инструментарии и апробированы при выполнении ряда реальных разработок на федеральном уровне. Их можно рекомендовать для практического использования. На основе предложенного метода оценки прошлого (накопленного) ущерба можно построить метод прогнозирования экономической оценки накопленного ущерба. Этот метод позволит оценить последствия нереализации природоохранных мероприятий для регионов или для различных зон экологической ответственности крупных добывающих и перерабатывающих корпораций (Гусев, Новоселова и др., 2017). Такие расчеты позволяют проводить обоснованное распределение финансовых средств на природоохранные мероприятия и программы экологической реабилитации территорий.

Экономическая оценка ущерба от загрязнения окружающей среды позволяет управлять эколого-экономическими рисками, внедрять экологическое страхование, разрабатывать стратегии и целевые программы экологической реабилитации территорий и др. (Тихомиров, Потравный и др., 2012; Яшалова, 2014). Тем самым единые методологические подходы к оценке и компенсации экологического ущерба позволят природопользователям и бизнес-сообществу в целом выработать адекватные модели экологического поведения в соответствии с принципами зеленой экономики.

Список литературы

- Анализ существующих подходов и механизмов установления экологической ответственности и оценка экологического ущерба в странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ВЕКЦА): аналитический отчет и региональный обзор. М.: ВЕКЦА, 2011. URL: <http://www.oecd.org/env/outreach/48860774.pdf>.
- Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М.: Экономика, 1986.
- Гирусов Э.В., Бобылев С.Н., Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю. Экология и экономика природопользования; 4-е изд. М.: ЮНИТИ, 2012.
- Гусев А.А. Об экономической оценке природных ресурсов и ее использовании в народном хозяйстве // Экономическая наука современной России. 2017. № 2 (77). С. 19–28.
- Гусев А.А., Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л., Плямина О.Е. Моделирование «зеленой» экономики. Теория и практика. М.: Экономика, 2017.
- Донской С.Е. О механизмах ликвидации экологического ущерба, связанного с прошлой деятельностью // Экология производства. 2013. № 3. С. 287–294.
- Кофф Г.Л., Гусев А.А., Воробьев Ю.Л., Козьменко С.Н. Оценка последствий чрезвычайных ситуаций. М.: РЭФИА, 1997.
- Методика определения предотвращенного экологического ущерба. М.: Госкомэкологии РФ, 1999.
- Недосекин А.О. Оценка риска бизнеса на основе нечетких данных: монография. СПб., 2004. URL: http://www.ifel.ru/content/docs/an_books/Book4.pdf.
- Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю., Потравный И.М., Мелехин Е.С. Экономика и управление природопользованием. Ресурсосбережение. М.: Юрайт, 2016.
- Оценка прошлого, накопленного в местах дислокации организаций экологического ущерба. М.: Стандартинформ, 2011. 24 с.
- Потравный И.М., Новоселов А.Л., Алныкина Е.М. Модели истощения природных ресурсов и оцен-

- ки прошлого ущерба от загрязнения окружающей среды // Научный бюллетень Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2015. № 2 (8). С. 53–78.
- Потравный И.М., Гассий В.В. Методология проектного управления ликвидацией накопленного экологического ущерба // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. Гуманитарные и общественные науки. 2017. № 2 (87). С. 68–76.
- Потравный И.М., Новиков Д.В. Эколого-ландшафтное управление природопользованием: монография. М.: Экономика, 2016.
- Птускин А.С. Нечеткие модели и методы в менеджменте. М.: изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.
- Соколов Ю.И. Арктика: к проблеме накопленного экологического ущерба // Арктика: экология и экономика. 2013. № 2. С. 18–27.
- Соловьянов А.А. О ликвидации накопленного (прошлого) экологического вреда // НефтеГазоХимия. 2016. № 1. С. 28–33.
- Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками: учеб. пособие для вузов / под ред. Н.П. Тихомирова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.
- Тулупов А.С. Теория ущерба. Общие подходы и вопросы создания методического обеспечения. М.: Наука, 2009.
- Тулупов А.С. Методологические вопросы оценки ущерба от загрязнения окружающей среды // Региональные проблемы преобразования экономики. 2014. № 9 (47). С. 133–140.
- Яшалова Н.Н. Анализ проявления эффекта декаплинга в эколого-экономической деятельности региона // Региональная экономика: теория и практика. 2014. №. 39. С. 54–61.
- Gengut I., Alnykina E., Davaakhuu N., Potravnyy I. Management of environment cost in the project: The experience of Russia and Mongolia // Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management. 2015. Vol. 3. P. 140–150.
- Damodaran A. Valuation approaches and metrics: A survey of the theory and evidence. N.Y.: Stern School of Business, 2006.
- Lesage C. Discounted cash-flows analysis: An interactive fuzzy arithmetic approach // European Journal of Economic and Social Systems. 2001. Vol. 15. № 2. P. 49–68.
- Potravny I.M., Novoselov A.L., Gengut I.B. Formalization of the general model of the green economy at the regional level // Electronic Scientific Economic Journal. 2016. Vol. 2. Issue 2. P. 225–235. URL: http://r-economy.ru/?page_id=1079.
- Zadeh L.A. Fuzzy sets // Information and Control. 1965. Vol. 8. № 3. P. 338–353.

Рукопись поступила в редакцию 15.08.2017

THE DEVELOPMENT OF ECONOMIC ASSESSMENT METHODS OF DAMAGE FROM ENVIRONMENTAL POLLUTION AND THEIR PRACTICAL APPLICATION

I.M. Potravny, A.L. Novoselov,
I.Yu. Novoselova

Ivan M. Potravny, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia, ecoaudit@bk.ru
Andrey L. Novoselov, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia, alnov2004@yandex.ru
Irina Ju. Novoselova, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia, iunov2010@yandex.ru

The work was supported by a grant from the Department of Humanities and Social Sciences of the Russian Foundation for Basic Research (project No. 17-02-00010a).

The article analyzes the evolution of approaches and the development of methods of economic assessment of damage from environmental pollution. It examines the stages of improving and deepening the mechanism of formation and compensation of environmental costs of production in the context of the challenges of environmental management at the regional level. The authors examine the period from the last quarter of the 20th century to the present. This gives an opportunity to demonstrate the development of methods for economic valuation of provoked and preventable damages and their results for addressing the regional and Federal levels. These results may be used for the equitable distribution

of environmental investments in the regions, for ranking the regions according to the degree of environmental hazard, and assessing the effectiveness of environmental protection measures and programs. Includes the new methods of evaluation of the past (accumulated) damage concerning the cascade effect of the economic assessment of damage in emergency. Considers approaches that allow to assess preventable damage, taking into account risk factors and uncertainty. Shows the evolution of approaches to evaluation and methods of determining economic damage from environmental pollution, given the solution of specific economic problems, including the determination of the size of compensatory payments for environmental violations, the elimination of accumulated environmental damage, preservation of natural capital through the development of resource conservation and recycling, etc.

Keywords: economic evaluation, pollution damage, environment, accumulated environmental damage, tree of goals, discounting, tree of scenarios, Monte-Carlo simulation, fuzzy sets, risk function

JEL: Q56.

References

- Analysis of existing approaches and mechanisms for the establishment of environmental liability and assessment of environmental damage in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia (EECCA). (2011). Analytical report and regional survey. Moscow, EECCA. URL: <http://www.oecd.org/env/outreach/48860774.pdf> (in Russian).
- Temporary typical method of determining the economic effectiveness of the implementation of environmental protection measures and assess the economic damage to the national economy by environmental pollution. (1986). Moscow, Ekonomika (in Russian).
- Girusev E.V., Bobylev S.N., Novoselov A.L., Novoselova I.Yu. (2012). Ecology and environmental Economics. 4th ed. Moscow, UNITI (in Russian).
- Gusev A.A. (2017) The economic assessment of natural resources and its use in the national economy. *Economics of Contemporary Russia*, no. 2 (77), pp. 19–28 (in Russian).
- Gusev A.A., Novoselova I.Yu., Novoselov A.L., Plyamina O.E. (2017). Modelling of “green” economy. Theory and practice. Moscow, Ekonomika (in Russian).
- Gengut I., Alnykina E., Davaakhuu N., Potravnyy I. (2015). Management of environment cost in the project: The experience of Russia and Mongolia. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*, no. 3, pp. 140–150.
- Damodaran A. (2008). Valuation approaches and metrics: A survey of the theory and evidence. New York, Stern School of Business.
- Donskoy S.E. (2013). About the mechanisms of elimination of environmental damage associated with past activity. *Ecology of production*, no. 3, pp. 287–294 (in Russian).
- Jashalova N.N. (2014). Analysis of the decoupling effect in ecological and economic activity of the region. *Regional economy: theory and practice*, no. 39, pp. 54–61 (in Russian).
- Koff G.L., Gusev A.A., Vorobyov Y.L., Kozmenko S.N. (1997). Evaluation of consequences of emergency situations. Moscow, REFIA (in Russian).
- Lesage C. (2001). Discounted cash-flows analysis: An interactive fuzzy arithmetic approach. *European Journal of Economic and Social Systems*, vol. 15, no. 2, pp. 49–68.
- Method for determining prevented environmental damage (1999). Moscow, Goscomecologii Rosii (in Russian).
- Nedosekin A.O. (2004). Assessment of business risk based on fuzzy data. Monograph. St. Petersburg. URL: http://www.ifel.ru/content/docs/an_books/Book4.pdf (accessed 20.06.2017) (in Russian).
- Novoselov A.L., Novoselova I.Yu., Potravny I.M., Melikhin E.S. (2016). Economics and environmental management. Resources. Moscow, URAIT (in Russian).
- Assessment of the past, accumulated in the places of deployment of organizations, environmental damage. (2011). Moscow, Standartinform (in Russian).
- Potravny I.M., Novoselov A.L., Alnykina E.M. (2015). Models of natural resource depletion and evaluation of past damages from pollution of environment. *Plekhanov Scientific Bulletin of the Russian University of Economics*, no. 2 (8), pp. 53–78 (in Russian).
- Potravny I.M., Gassiy V.V. (2017). Project management methodology for the accumulated environmental

- damage liquidation. Russian Foundation for Basic Research Journal. *Humanities and social Sciences*, no. 2 (87), pp. 68–76 (in Russian).
- Potravny I.M., Novoselov A.L., Gengut I.B. (2016). Formalization of the general model of the green economy at the regional level. *Electronic Scientific Economic Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 225–235. URL: http://r-economy.ru/?page_id=1079.
- Potravny I.M., Novikov D.V. (2016). Ecological and landscape resource management. Monograph. Moscow, Ekonomika (in Russian).
- Ptuskin A.S. (2008). Fuzzy models and methods in management. Moscow, Publishing House Baumann MSTU (in Russian).
- Sokolov Yu.I. (2013). The Arctic: The problem of accumulated environmental damage. *Arctic: Ecology and Economy*, no. 2, pp. 18–27 (in Russian).
- Solovyanov A.A. (2016). On the elimination of accumulated (past) environmental damage. *Oil and Gas*, no. 1, pp. 28–33 (in Russian).
- Tikhomirov N.P., Potravny I.M., Tikhomirova T.M. (2012). Methods of analysis and management of ecologo-economic risk: Textbook. Textbook for universities. Moscow, UNITI-DANA (in Russian).
- Tulupov A.S. (2009). Damage theory. Common approaches and issues of creation of methodological support. Moscow, Nauka (in Russian).
- Tulupov A.S. (2014). Methodological issues of assessment of damage from environmental pollution. *Regional problems of transformation of the economy*, no. 9 (47), pp. 133–140 (in Russian).
- Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353.

Manuscript received 15.08.2017

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНФОРМИРОВАНИЯ КОРПОРАТИВНОГО КАПИТАЛА РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ¹

О.В. Брижак, А.А. Ермоленко

В статье раскрывается содержание понятийного конструкта «конформирование корпоративного капитала» как процесса взаимного приспособления (встраивания) корпоративного капитала и национальной экономики, находящихся в условиях динамичных и глубоких преобразований. В ходе своего становления и развития отечественный корпоративный капитал испытал негативное воздействие многих факторов модели рыночных преобразований, проведенных в российской экономике, что привело к существенным деформациям данного капитала. Трансформационные процессы отечественной экономики создали внутренние ограничения конформированию корпоративного капитала в преобразуемую российскую экономику, которые в условиях обострения конкуренции на современном этапе развития приводят к ухудшению конкурентных позиций и выталкиванию отечественных корпораций на дальнюю периферию глобального процесса эволюции. Авторы анализируют стратегические сценарии конформирования корпоративного капитала в российскую экономику, оценивают эффекты, формирующиеся на разных уровнях данного процесса, устанавливают возникающие в связи со стратегическими сценариями возможности и ограничения. Авторы исследуют проблемы и противоречия конфор-

© Брижак О.В., Ермоленко А.А., 2018 г.

Брижак Ольга Валентиновна, к.э.н., доцент, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, brizhak71@mail.ru

Ермоленко Александр Александрович, д.э.н., профессор, Краснодарский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, Краснодар, ermolenko_alex@inbox.ru

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-02-00384).