

Рыбак В.А.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

На современном этапе развития наше общество уделяет значительное внимание вопросам охраны окружающей среды. Это связано с тем, что многие сферы жизнедеятельности человека, так или иначе, подвержены влиянию экологических факторов.

Страны с различным уровнем благосостояния тратят на реализацию природоохранных мероприятий ежегодно 1-8 % своего валового национального продукта [1] используя обширный арсенал экономических инструментов регулирования. В Республике Беларусь приняты платежи за загрязнение атмосферного воздуха, воды, твёрдыми отходами, ресурсные платежи, разрабатываются нормативные основы введения экологического страхования. Также актуальным на наш взгляд видится установление платежей за шумовое загрязнение. Поступающие средства аккумулируются в Республиканском бюджетном фонде охраны природы и используются для строительства очистных сооружений и полигонов, реконструкции природоохранных объектов, охраны и воспроизводства растительного и животного мира, финансирования научно-исследовательских работ и пр.

Вместе с тем представляет научный и практический интерес оценка экономической эффективности природоохранных мероприятий и разработка наиболее оптимальных инвестиционных проектов.

В общем виде показателем экономической эффективности \mathcal{E}_z является величина, получаемая при делении суммарного эффекта на полные расходы, вызвавшие данный эффект с учётом капитальных вложений (1):

$$\mathcal{E}_z = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij}}{C_H + E_H K_H}, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_{ij} – экономический эффект i -го вида от уменьшения потерь на j -ом объекте, находящемся в зоне улучшенного состояния окружающей среды; C_H – годовые эксплуатационные расходы на обслуживание и содержание основных фондов, вызвавших полный экономический эффект; K_H – капитальные вложения в строительство объекта природоохранного назначения; E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений природоохранного назначения (устанавливается как величина, обратная сроку их окупаемости (T): $E_H = 1/T$). При среднем сроке окупаемости по народному хозяйству, равном 8,3 года, норматив эффективности E_H равен 0,12).

При оценке экономической эффективности пролонгированных во времени мероприятий принято использовать дисконтирование на уровне долгосрочной банковской ставки по вкладам. Данный расчет позволяет привести будущие результаты и затраты к современной стоимости. Следует помнить, что сегодняшние затраты и выгоды больше, чем их аналогичные величины в последующие годы, поэтому рассчитанная

экономическая эффективность при прямом и дисконтном методе может существенно различаться.

Вместе с тем остаётся не решённым вопрос о том, как оценивать эффекты от осуществления природоохранных мероприятий – числитель формулы (1). Традиционный подход предполагает расчёт экологических ущербов от загрязнения водных объектов и атмосферного воздуха с учётом нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ. Однако на наш взгляд, предотвращённый экологический ущерб не в полной мере отражает полный экономический эффект, так как осуществление природоохранных мер является причиной уменьшения не только экономического, но и социального ущерба. Последний, в свою очередь, состоит из потерь, вызванных заболеваемостью населения и снижением производительности труда.

Исходя из выше сказанного, обоснованным представляется расчёт эффектов (положительных результатов) с учётом экономического и социального ущерба. Учёт первого из них по нашему мнению следует осуществлять не только для водных объектов и атмосферного воздуха, но и для почвенного покрова, зелёных насаждений и шумового загрязнения. Такой набор природных сред и показателей комплексно отражает состояние окружающей среды, оказывающей непосредственное влияние на здоровье населения.

Ключ к комплексной оценке состояния среды состоит в определении относительной значимости ее отдельных компонентов для здоровья человека (при антропоцентрическом подходе) или устойчивости отдельных видов экосистем в целом (при биоцентрическом подходе) [2, с. 23]. В целом, можно выделить два научных подхода к формированию перечня учитываемых параметров: индуктивный – включение максимально подробных частных показателей с целью изучения макропроцессов через контроль микропеременных и дедуктивный – использование обобщённых интегральных макропоказателей, отражающих результат микропроцессов [3]. В этом плане представляет интерес научный подход к оценке качества городской среды в регионах Беларуси, предложенный Красовским К.К., при котором осуществляется бальная оценка с учётом рангов выбранных показателей по исследуемым территориям [4]. В результате этого можно получить численный показатель качества среды для ранжирования городов по степени экологической напряжённости. Схожий подход предложен в [5, с. 148-169]. В данном случае авторы предлагают методику расчёта шести интегральных показателей, отражающих геоэкологический потенциал и риски в административных районах Минской области. Однако, на наш взгляд, для адекватного учёта социоэкономических эффектов природоохранных мероприятий необходимо проведение деления исследуемых территорий на подрайоны исходя из их функционального назначения и экологического состояния.

Выбор интегральных методов оценки экологического состояния исследуемых сред производился нами на основании достоверности собираемых данных, их репрезентативности и доступности. Так, например, в городе Бресте при выполнении научно-исследовательских работ по разработке Территори-

альной комплексной схемы охраны окружающей среды отделом информационно-аналитических систем Республиканского научно-исследовательского унитарного предприятия РУП «Бел НИЦ «Экология» была осуществлена комплексная оценка экологического состояния города и прилегающих территорий, перспективных для расширения городской черты.

Территория, на которой расположен г. Брест, с учётом природных особенностей, ландшафтной и градостроительной обстановки была дифференцирована нами на 9 районов [6]:

1) Северо-западный агрохозяйственный район с преобладанием сельской застройки на пониженных участках озёрно-аллювиальных равнин с преобладанием элювиально-аккумулятивных ландшафтов;

2) Северный район промышленный малоэтажной застройки на повышенных участках водноледниковой равнины с преобладанием элювиальных ландшафтов;

3) Центральный район многоэтажной застройки на повышенных участках моренных и водноледниковых равнин с преобладанием элювиальных ландшафтов;

4) Северо-восточный район малоэтажной застройки на плоских участках водноледниковой равнины с преобладанием элювиально-аккумулятивных ландшафтов;

5) Восточный промышленный район многоэтажной застройки на плоских участках водноледниковых равнин с преобладанием элювиально-аккумулятивных ландшафтов;

6) Юго-восточный район смешанной (мало- и многоэтажной) застройки на повышенных участках водноледниковой равнины с преобладанием элювиальных ландшафтов;

7) Южный агрохозяйственный район малоэтажной застройки на пониженных участках озёрно-аллювиальной равнины с преобладанием элювиально-аккумулятивных ландшафтов;

8) Мухавецкий пойменный район санирующих и агрохозяйственных геосистем;

9) Западно-Бугский пойменный район санирующих и агрохозяйственных геосистем.

В пределах каждого района выделены более мелкие территориальные единицы – ландшафтно-экологические подрайоны. При этом за основу был взят принцип достаточной однородности выделяемых подрайонов с точки зрения их принадлежности к исходным ландшафтам и одинаковой (близкой) реакцией на антропогенные воздействия, а также однотипностью их функционального использования. Добиться на практике такой однородности ограниченных односвязными контурами ландшафтно-экологических подрайонов фактически невозможно, поэтому их выделы могут содержать отдельные включения, неоднородные по отношению к основной площади подрайона, как с функциональной, так и с экологической точки зрения, что, в конечном счете, может повлиять на результат комплексной оценки. В связи с этим процесс дифференциации территории сопровождался сопутствующим пространственным анализом, когда для каждого подрайона определялась доля площади, принадлежащая конкретному эколого-инженерно-геологическому району (однородность по устойчивости к антропогенным нагрузкам), к водоохраной зоне (однородность по природоохранным требованиям), к обобщенному виду функционального использования территории (функциональная однородность). Такой подход позволил внести некоторые коррективы в первоначальный вариант разбивки территории и определить перечень ландшафтно-экологических подрайонов.

Для комплексной оценки состояния окружающей среды города нами проведён анализ отдельных её компонентов. Для учета степени загрязнения атмосферного воздуха использова-

лись данные полей максимальных концентраций загрязняющих веществ и данные поля распределения по исследуемой территории значений показателя P суммарного загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных веществ [6]. Согласно полученным данным абсолютное большинство ландшафтно-экологических подрайонов города Бреста имеет в среднем слабый и умеренный уровень загрязнения атмосферного воздуха.

Для учета экологического состояния почв нами выполнено построение полей концентраций тяжёлых металлов и поля распределения значений показателя суммарного загрязнения почв тяжёлыми металлами Z_c , учитывающего зависимость ОДК металлов от гранулометрического состава почв. В целом, загрязнение почвенного покрова на территории г. Бреста носит весьма неравномерный характер. Один из подрайонов (Речной порт на р. Мухавец) отнесен нами к опасной степени загрязнения почвенного покрова, загрязнение почвенного покрова в 21 подрайоне характеризуется как умеренно опасное, в 30 подрайонах - как среднее, в 29 подрайонах - как слабое, в 13 подрайонах - как незначительное.

Результаты гидрохимического опробования грунтовых вод в шахтных колодцах за последние десять лет систематизировались по нынешним улицам города, с указанием адреса расположения шахтных колодцев. Общее количество опробованных шахтных колодцев составило 135, а число анализов – 407. Частота отбора проб в некоторых из них составляет 10-32 определения. Высокая степень загрязнения грунтовых вод характеризуется постоянным и устойчивым превышением ПДК одним или несколькими компонентами, как в разрезе годового цикла, так и при многолетних наблюдениях. Такие участки выявлены по результатам аналитических исследований в районе улиц Красногвардейской - Республиканской, Пушкинской - Войкова - Московской - Шевченко, Суворова - Чичерина, Железнодорожной - Поплавского. В пределах всей зоны высокого загрязнения концентрации нитратов (за исключением единичных случаев) превышают уровень ПДК (45,0 мг/дм³). Максимальные значения при этом достигают 934 мг/дм³.

Основными показателями, на основании которых проводилась качественная оценка зелёных насаждений, были степень жизнеспособности деревьев, уровень благоустройства насаждения (наличие дорожек, скамеек, урн и пр.) и его функциональная эффективность (т.е., степень соответствия своему функциональному назначению) [7]. Для того чтобы представить качественную оценку в количественном виде, характеристикам каждого из показателей ставились в соответствие баллы. Итоговый балл оценки экологического состояния зелёных насаждений находили по формуле арифметического среднего с учётом того, что большему уровню оценки соответствовало менее благоприятное экологическое состояние.

Оценка шумового загрязнения территорий также производится для каждого подрайона на основании измерений уровня шума в узлах нерегулярной сетки с повышенной плотностью точек замеров вдоль транспортных магистралей, промышленных предприятий, стадионов и т.д. [8].

Итоговый показатель комплексной оценки экологического состояния исследуемой территории (K) рассчитывается по формуле (2):

$$K = \frac{1}{S \cdot n} \sum_{i=1}^n S_i (K_{\text{воздух}_i} + K_{\text{вода}_i} + K_{\text{почва}_i} + K_{\text{зел.нас.}_i} + K_{\text{шум}_i}), \quad (2)$$

где S – общая площадь территории; n – количество подрайонов, на которые произведено деление территории; S_i

– площадь i -го подрайона; $K_{воздух_i}$, $K_{вода_i}$, $K_{почва_i}$, $K_{зел.нас._i}$, $K_{шум_i}$ – комплексные показатели состояния атмосферного воздуха, водных объектов, почвенного покрова, зелёных насаждений и уровня шума i -го подрайона соответственно, выраженные в баллах.

Для учёта неблагоприятного воздействия факторов среды на здоровье населения формулу (2) предлагается изменить с учётом коэффициентов значимости каждого из слагаемых:

$$K = \frac{1}{S \cdot n} \sum_{i=1}^n S_i (p_1 \cdot K_{воздух_i} + p_2 \cdot K_{вода_i} + p_3 \cdot K_{почва_i} + p_4 \cdot K_{зел.нас._i} + p_5 \cdot K_{шум_i}), \quad (3)$$

где p_1 , p_2 , p_3 , p_4 и p_5 – соответственно весовые коэффициенты для учёта влияния загрязнения атмосферного воздуха, водных объектов, почвенного покрова, состояния зелёных насаждений и уровня шума на здоровье населения. Данные коэффициенты могут быть определены, например, экспертным путём, либо в результате регрессионного анализа шести числовых рядов, первые пять из которых отражают величины комплексных оценок $K_{воздух}$, $K_{вода}$, $K_{почва}$,

$K_{зел.нас.}$ и $K_{шум}$ для подрайонов города, а шестой – содержит статистические данные об уровне общей заболеваемости детей (количество случаев на 1 000 человек). Заболеваемость детского населения является более информативной, так как оно не подвержено влиянию факторов производственной обстановки, что позволяет более точно оценить механизмы влияния. Кроме того, детский организм является более чувствительным к неблагоприятным проявлениям факторов окружающей среды, что в свою очередь является более адекватным параметром для анализа. Вместе с тем необходимо помнить, что статистика заболеваемости населения собирается по участкам обслуживания поликлиник, что налагает определённые условия на алгоритм функционально-экологического районирования территорий.

Полученная таким образом комплексная оценка достаточно объективно на наш взгляд отражает реальное состояние основных природных сред и экологических факторов и может быть использована для расчёта экономического эффекта от реализации природоохранных мероприятий.

Социальный эффект от реализации природоохранных мероприятий ($\mathcal{E}_{соц}$) может быть оценён по формуле (4):

$$\mathcal{E}_{соц} = \mathcal{E}_{с.с.в} + \mathcal{E}_{с.с.д} + \mathcal{E}_{з.л.в} + \mathcal{E}_{з.л.д}, \quad (4)$$

где $\mathcal{E}_{с.с.в}$, $\mathcal{E}_{с.с.д}$ – эффекты от сокращения выплат по больничным листам из-за загрязнения окружающей среды для взрослых по причине собственной нетрудоспособности и уходом за детьми соответственно; $\mathcal{E}_{з.л.в}$, $\mathcal{E}_{з.л.д}$ – эффекты от сокращения затрат на лечение взрослых и детей в результате улучшения качества среды обитания.

Используя официальные данные Министерства здравоохранения Республики Беларусь мы преобразовали слагаемые предыдущей формулы (4) в (5):

$$\mathcal{E}_{соц} = c_1 N_{вз} k + c_2 n c_3 dk + c_1 N_{смв} f + c_2 N_{смд} f, \quad (5)$$

где c_1 – коэффициент, отражающий влияние факторов среды на здоровье взрослого населения; $N_{вз}$ – суммарная продолжительность нетрудоспособности согласно больничным листам в

год (дней); k – величина средней заработной платы за один день, тыс. руб.; c_2 – величина снижения уровня детской заболеваемости в результате природоохранных мероприятий, случаи на 1000 человек; n – количество детей на исследуемой территории, тыс. человек; c_3 – коэффициент, отражающий соотношение количества детей, для ухода за которыми при их заболевании взрослым выдается больничный отпуск к общему числу случаев детской заболеваемости; d – средняя продолжительность заболеваемости детей, дни; $N_{смв}$ – объем оказания медицинской помощи взрослым в стационарах, койко-дней; f – средняя стоимость одного дня стационарного лечения, тыс. руб. в день; $N_{смд}$ – объем оказания медицинской помощи детям в стационарах, койко-дней на 1000 человек.

Таким образом, для оценки экономической эффективности природоохранных мероприятий (\mathcal{E}_3) нами предлагается формула (6):

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}_{эк} \cdot \mathcal{E}_{соц}}{\sum_{i=1}^n \mathcal{Z}_i} = \frac{K_1}{K_2} \frac{\mathcal{E}_{соц}}{\sum_{i=1}^n \mathcal{Z}_i}, \quad (6)$$

где $\mathcal{E}_{эк}$, $\mathcal{E}_{соц}$ – экономический и социальный эффект, полученный при реализации n природоохранных мероприятий, каждое из которых потребовало осуществление затрат \mathcal{Z}_i , и стало причиной изменения значения комплексной оценки с K_1 на K_2 , где K_1 и K_2 – значения комплексной оценки (3) до и после реализации природоохранных мероприятий соответственно.

В формуле (6) социальный эффект и сумма затрат рассчитываются в тысячах рублей, а результат представляет собой оценку эффективности для выбора оптимальных природоохранных мероприятий. При величине \mathcal{E}_3 менее либо равной 1 предлагаемые мероприятия определяются как неэффективные, если значение \mathcal{E}_3 лежит в диапазоне от 1,1 до 1,2 – мероприятия низко эффективны, (1,21 - 1,5) – эффективны, более 1,5 – высоко эффективны. Например, оценённая нами по формуле (6) эффективность природоохранных мероприятий по снижению объёмов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, ставших причиной снижения величины $K_{воздух}$ на одну единицу, для областных городов составляет 1,8 - 2,7.

С учетом фактора времени формула (6) для определения экономической эффективности, приобретает вид (7):

$$\mathcal{E}_{ст} = \left(\frac{K_1}{K_2} \right)^{\frac{1}{t}} \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\mathcal{E}_{соц_t}}{(1+r)^t}}{\sum_{i=1}^n \frac{\mathcal{Z}_t}{(1+r)^t}}, \quad (7)$$

где $\mathcal{E}_{ст}$ – экономическая эффективность с учетом фактора времени; t – время реализации природоохранного проекта; $\mathcal{E}_{соц_t}$ – социальный эффект t -го года; \mathcal{Z}_t – затраты t -го года; r – коэффициент дисконтирования (примерно равный 0,105).

В заключение следует отметить, что использование разработанных нами формул должно базироваться на актуальных и достоверных данных, отражающих как экологическое состоя-

ние исследуемых территорий, так и показатели здоровья населения. Сравнение экономической эффективности альтернативных природоохранных проектов, имеющих различные сроки реализации, должно проводиться по формуле (7). При этом в качестве степенного показателя для приращения комплексной оценки может также использоваться нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений природоохранного назначения E_n .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шимова О.С., Соколовский Н.К. Экономика природопользования: Учеб. пособие.- М.: ИНФРА.- М. – 2005. - 377 с.
2. Экологическое картографирование: Учебное пособие / В.И. Стурман.- М.: Аспект Пресс, 2003.-251 с.
3. Рыбак В.А. Комплексный подход к оценке экологического состояния урбанизированных территорий // Сахаровские чтения 2006 года: Экологические проблемы XXI века: Материалы 6-ой международной научной конференции 18-19 мая 2006 года, г. Минск / Мн.: МГЭУ, 2006.- Ч. 2.- с. 177-180.
4. Красовский К.К. Качество городской среды Беларуси / Теоретические и прикладные проблемы геоэкологии: материалы II Междунар. науч. конф., Минск, 15-18 нояб. 2005 г. / БГУ.- Мн.: БГПУ, 2005.- с.44-45.
5. Природно-хозяйственные регионы Беларуси: монография / под науч. ред. А.Н. Витченко.-Мн.: БГПУ, 2005.-278 с.
6. Территориальная схема охраны окружающей среды г. Бреста и Брестского района: Отчет о НИР (заключит.) / «БелНИЦ «Экология»; Рук. В.М. Феденя. - № ГР 20043036.-Мн.: РУП «Бел НИЦ «Экология», 2005.
7. Светлогорск: экологический анализ города. В.С. Хомич, С.Р. Какарека, Т.И. Кухарчик, Л.А.Кравчук; НАН Беларуси, Институт проблем использования природных ресурсов и экологии. - Мн.: РУП «Минсктпиппроект», 2002. - 212 с.
8. Екологічний атлас Харківської області. - Українській науково-дослідній інститут екологічних проблем (УкрНДІЕП). Харків: МОНОАП. - Майдан, 2001. - 80 с. з іл.