

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Работа представлена кафедрой математических методов и моделей

Института экономики, права и гуманитарных специальностей.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Е. А. Семенчин

В данной работе предлагается алгоритм суммарной оценки эколого-экономического ущерба, наносимого сельскому хозяйству от отдельных стационарных источников загрязнения, и экономического ущерба, причиняемого годовыми выбросами загрязняющей примеси на водную поверхность.

The algorithm of summary assessment of ecological and economical damage caused by a stationary source of pollution to agriculture and assessment of economical damage from annual emissions of polluting admixture on water surface is proposed in the article.

Для оценки экономического ущерба, причиняемого водоемам веществами, выб-

рошенными в атмосферу промышленными предприятиями, используется формула [5]

$$y_{\mathcal{E}B} = \begin{cases} \kappa_{\mathcal{E}p} \gamma' \sum_{i=1}^n \kappa_{\mathcal{E}i} q_i, & q_i \leq \Pi \Delta B_i \\ \kappa_{\mathcal{E}p} \gamma' \sum_{i=1}^n \kappa_{\mathcal{E}i} \Pi \Delta B_i + \kappa_{\mathcal{E}p} \gamma'' \sum_{i=1}^n \kappa_{\mathcal{E}i} (q_i - \Pi \Delta B_i), & q_i > \Pi \Delta B_i, \end{cases} \quad (1)$$

где $y_{\mathcal{E}B}$ – стоимостная оценка экономического ущерба, причиняемого водоемам, руб./га; γ' – стоимостная оценка ущерба

от единицы выброса вредного вещества, не превышающая их предельной величины, руб./га; γ'' – денежная оценка ущерба от

единицы выброса вредного вещества, превышающая их предельные значения, руб./га; $\kappa_{\text{ЭР}}$ – коэффициент экологической значимости рассматриваемого региона; $\kappa_{\text{Эи}}$ – безразмерный коэффициент приведения различных вредных веществ к агрегированно-

му виду, характеризующий относительную опасность для экологической системы – i -го вредного вещества; q_i – фактический объем выброса (сброса) этого вредного вещества.

В данной работе вместо (1) предлагается уточненная формула:

$$y_{\text{ЭВ}} = \begin{cases} \kappa_{\text{ЭР}} \sum_{i=1}^n \gamma'_i \kappa_{\text{Эи}} \kappa_{ui} q_i, & q_i \leq \PiDB_i \\ \kappa_{\text{ЭР}} \sum_{i=1}^n \kappa_{\text{Эи}} \kappa_{ui} \left(\sum_{i=1}^n \gamma'_i \PiDB_i + \sum_{i=1}^n \gamma''_i q_{c\text{си}} \right), & q_i > \PiDB_i, \end{cases} \quad (2)$$

где κ_{ui} – коэффициент, учитывающий инфляцию; $q_{c\text{си}}$ – сверхвыброс i -го вредного вещества, $q_{c\text{си}} = (q_i - \PiDB_i)$; n – количество вредных веществ. Такие величины, как стоимостная оценка ущерба от единицы выброса вредного вещества, не превышающая их предельной величины γ'_i , денежная оценка ущерба от единицы выброса вредного вещества, превышающая их предельные значения γ''_i , не могут принимать постоянные значения, как это указано в формуле (1), так как в настоящее время существуют данные о их значениях для каждого вещества или группы веществ в отдельности. В зависимости от инфляции стоимостная оценка экономического ущерба меняется, поэтому появляется необходимость ввода коэффициента инфляции κ_{ui} .

Для оценки эколого-экономического ущерба, наносимого региону в результате загрязнения его плодородных земель осадками от промышленных выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, используется соотношение [5]

$$y_{\text{Э-Э}} = y_1 + y_2 + y_3 + y_4, \quad (3)$$

где $y_{\text{Э-Э}}$ – эколого-экономический ущерб, наносимый землям сельскохозяйственного назначения; y_1 – ущерб от деградации земель (снижение цены на землю), руб./га; y_2 – затраты на восстановление потерянного почвенного плодородия, возникающего в ре-

зультате потерь содержания гумуса и питательных веществ в почве, руб./га; y_3 – стоимостная оценка недополученной продукции от уменьшения продуктивности земель в результате снижения плодородия; y_4 – стоимостная оценка недополученной продукции от снижения продуктивности земель в результате загрязнения окружающей среды.

Согласно [5], y_1 , y_2 , y_3 , y_4 вычисляются по формулам:

$$y_1 = h_c \kappa_{\text{Э}} \kappa_c \kappa_n \kappa_e,$$

где h_c – нормативная стоимость земель, руб./га; $\kappa_{\text{Э}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории; κ_c – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель; κ_n – повышающий коэффициент к нормативной стоимости земель для особо охраняемых территорий; κ_e – коэффициент восстановления (так как ущерб может иметь долговременный характер, а учитывается на текущем годовом интервале),

$$\kappa_e = \frac{r(1+r)^T}{(1+r)^T - 1};$$

r – норма дисконта; T – продолжительность периода восстановления деградированных почв и земель (лет);

$$y_2 = \pm \frac{\Delta G}{U_\partial} C_{oy}^{y\partial} \pm NPK \cdot C_{oy}^{y\partial},$$

где NPK – изменение содержания в почве азота, фосфора, калия, кг/га; C_{oy} – затра-

ты на использование 1 кг минеральных удобрений, руб./кг; I_∂ – коэффициент индексации;

$$y_3^i = \Delta y_i u_i, \quad y_3 = \sum y_3^i,$$

Δy_i – величина потерь урожайности i -й сельскохозкультурь от снижения продуктивности земель из-за потери гумуса в почве, засоления почв и других факторов, т/га; u_i – цена реализации i -го вида сельскохозяйственной продукции, руб./т;

$$y_4^i = \Delta y_i u_i, \quad y_4 = \sum y_4^i,$$

Δy_i – величина потерь урожайности i -й сельскохозкультурь от загрязнения атмосферы промышленными выбросами, т/га.

Приведем схему расчета эколого-экономического ущерба, наносимого подстилающей поверхности в результате промышленных выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, которые осаждаются затем на данную поверхность.

1. Вычисляем среднее значение концентрации примеси на подстилающей поверхности с помощью программы «DODS» [2, 3].

2. Рассчитываем эколого-экономический ущерб, наносимый плодородным землям и водным ресурсам по формулам (2), (3).

Для расчета этого ущерба собрана база данных значений ряда коэффициентов ($\kappa_{\text{эр}}$, κ_{ui} , $\kappa_{\text{э}i}$, γ'_i , γ''_i), перечень возможных загрязняющих веществ и значения их предельно допустимых выбросов, коэффициент экологической опасности и стоимостная оценка ущерба от единицы выброса каждого вредного вещества, денежная оценка загрязняющих веществ, значения концентрации которых превышают значения их предельно допустимого выброса. Разработан специальный алгоритм, реализованный в виде программного продукта «Ecological economy damage», который позволяет рассчитывать как суммарную стоимостную оценку нанесенного эколого-экономического ущерба водной и земельной среде, так и для каждой среды по отдельности. Удобный интерфейс программы позволяет работать пользователям любого уровня.

П р и м е р. Оценим размер ущерба от деградации земной поверхности и размер ущерба, наносимого водной (р. Кубань) среде в районе Краснодарской ТЭЦ, выбрасывающей в атмосферу экологически вредные примеси (аммиак, ацетон и др., частично они отражены в таблице).

Значения основных параметров в (2), (3) были выбраны следующими: $n_c = 327$ млн. руб./га (согласно приложению 3, таблицы 1 из [1]); $\kappa_{\text{эр}} = 1,6$ (согласно данным, предоставленным Краснодарской ТЭЦ); $\kappa_c = 0,5$ (согласно [4]); $\kappa_n = 1$ (согласно приложению 3, таблицы 3 из [1]); значения q_i , $\kappa_{\text{э}i}$, γ'_i , $i = 1, \dots, 30$, частично приведены в таблице 1, причем значения q_i , γ'_i заданы согласно данным, предоставленным Краснодарской ТЭЦ, $\kappa_{\text{э}i}$ задано согласно приложению 2, табл. 2 из [1]; $\kappa_{ui} = 1,4$ имеет постоянное значение для веществ, приведенных в таблице.

Таблица
Значения фактического объема выброса, коэффициента относительной эколого-экономической опасности и стоимостной оценки ущерба от единицы выброса i -го вредного вещества

Вещество	q_i	γ'_i	$\kappa_{\text{э}i}$
Аммиак	0,144	52	20
Ацетон	0,0577	6,2	20
Бензин	0,0133	1,2	20
Бензол	3E-05	21	1
Бутилацетат	0,063	21	3,5
Хлорид водорода	0,0032	11,2	0,05
Оксид железа	0,0082	52	1
Сульфат железа	0,0024	293	0,05
Оксид кальция	0,177	7,5	0,05
Керосин	0,0061	1,2	20

Согласно проведенным расчетам по формулам (2), (3), размер ущерба от деградации прилегающих к ТЭЦ земель составляет $y_1 = 261,6$ тыс. руб./га, размер ущерба $y_{\text{э}v}$, причиняемого экосистеме р. Кубань, составляет $y_{\text{э}v} = 365,12$ тыс. руб./год.

ОБЩЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Значение стоимостной оценки $Y_{\text{ЭВ}}$, рассчитанной по предложенной формуле (2), превышает значение $Y_{\text{ЭВ}}$, указанное в отчете Краснодарской ТЭЦ (согласно отчету Краснодарской ТЭЦ $Y_{\text{ЭВ}}$ рассчитывалось по формуле (1)). Это превышение можно объяснить тем, что в формуле (2) учитываются коэффициент инфляции k_{ui} ; стоимостная оценка ущерба от единицы выброса

вредного вещества, не является постоянной величиной, а зависит от каждого из рассматриваемых веществ (см. таблицу).

Полученные результаты позволяют судить о масштабах эколого-экономического ущерба, наносимого региону в результате выбросов в атмосферу вредных веществ, оценить эффективность мер, направленных на ликвидацию этого ущерба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вершикова Л. В., Грошева В. Л., Гаврилова В. В. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. М., 1999. С. 57.
2. Лоскутова Е. О., Семенчин Е. А. Методика расчета количества примеси, выпадающей из атмосферы на горизонтальную поверхность от точечного источника // Экологические системы и приборы. М., 2007. С. 42–46.
3. Лоскутова Е. О. Регистрация в ФГНУ «Государственном координационном центре информационных технологий» разработки, представленной в отраслевом фонде алгоритмов и программ: Электронный комплекс программ определения количества легкой и тяжелой примеси, выпадающей на подстилающую поверхность (DODS). Номер гос. регистрации: 9293. Дата регистрации: 14.11.2007.
4. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель. М., 1995. С. 42.
5. Москаленко А. П. Экономика природопользования и охраны окружающей среды. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов-на-Дону: «МарТ». 2003. С. 224.