

**УДК 338.14**

И.Е. КЛИНКОВ, студент гр. ТБ-31 (НИУ МИЭТ)

Н.Р. ХАРЛАМОВ, аспирант (НИУ МИЭТ)

И.А. КОЛУПАЕВ, студент гр. ТБ-31 (НИУ МИЭТ)

г. Москва

## **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА АТМОСФЕРЕ ОТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Загрязнение атмосферного воздуха природно-технической геосистемы (ПТГ) существенно влияет на устойчивость всей системы, которая выражается в нормальном функционировании и сохранении целостной структуры. Негативное воздействие загрязнителей на атмосферу способствует развитию у населения различных опасных заболеваний и снижению людской трудоспособности.

В пределах ПТГ могут располагаться объекты микроэлектроники, теплоэнергетики, транспорта и других направлений городской инфраструктуры, являющихся источниками разнообразных загрязнений приземного слоя атмосферы. [1]

При наблюдении взаимосвязи между загрязнением окружающей природной среды и убытками, причиняемыми человеку и его деятельности, возникает необходимость количественной оценки этих потерь в универсальном виде. Это необходимо для того, чтобы впоследствии можно было соизмерять убытки с другими затратами и потерями, — в том числе и с затратами на предотвращение загрязнения. Следовательно, эколого-экономическая оценка является актуальной как в сфере экономики, так и в сфере охраны окружающей среды. Эколого-экономическая оценка ущерба от загрязнения окружающей среды предполагает денежную оценку негативных изменений в широком спектре последствий, среди которых — потери материальных, трудовых и финансовых ресурсов, а также ухудшение социально-экономических условий проживания для населения.

Эколого-экономический ущерб атмосферному воздуху от выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) — это фактические и возможные убытки, причиняемые природному потенциалу, которые выражаются в денежной оценке негативных изменений в окружающей природной среде в результате ее загрязнения. [2]

Стоит отметить, что оценку эколого-экономического ущерба проводят на этапах проектирования и планирования хозяйственной деятельности промышленных предприятий. В том числе она производится при изменении действующих технологических процессов, а также увеличении или

уменьшении производственных мощностей с целью определения величины ущерба.

Существует множество разных методик оценки эколого-экономического ущерба атмосфере от выбросов загрязняющих веществ. Наиболее популярным является укрупнённый метод оценки эколого-экономического ущерба, который основывается на использовании удельных величин ущерба на единицу выбросов ЗВ, приведенной массы валовых выбросов и основных факторов, характеризующих вредность выброса.

Эколого-экономический ущерб атмосферному воздуху от выбросов ЗВ определяется по следующей формуле [3,4]:

$$Y = \lambda \sigma \mu f, \quad (1)$$

где  $Y$  — экономический ущерб, руб./ усл. т.;  $\lambda$  — константа, численное значение которой равно 3,3 руб. на условную тонну выбросов;  $\sigma$  — показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над различными территориями (см. табл. 1);  $f$  — поправка, учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере, которая определяется по формуле 2;  $\mu$  — приведенная масса валового выброса загрязняющего вещества, усл. т/год.

Таблица 1. Показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над различными территориями

| Тип загрязняемой территории                                       | Значение $\sigma$   |
|---|---------------------|
| Территории курортов, заповедников, заказников                     | 10                  |
| Территории природных зон отдыха, садовых участков, парков         | 8                   |
| Территория населенных пунктов (с плотностью населения $n$ чел/га) | (0,1 га/ чел.)* $n$ |
| Территория населенных пунктов с плотностью более 300 чел./га      | 8                   |
| Территории промышленных предприятий (включая ССЗ)                 | 4                   |
| <b>Леса:</b>  |                     |
| 1-я группа  | 0,2                 |
| 2-я группа  | 0,1                 |
| 3-я группа  | 0,025               |
| <b>Пашни:</b>   |                     |
| Южные зоны (южнее 50 гр. Северной широты)                         | 0,25                |
| Центральный черноземный район, Южная Сибирь                       | 0,15                |
| Прочие районы   | 0,1                 |
| Сады, виноградники  | 0,5                 |
| Пастбища, сенокосы  | 0,05                |

Поправку определяют в зависимости от скорости оседания частиц. Для газообразных примесей и лёгких мелкодисперсных частиц (размер которых — менее 0,1 мкм) с очень малой скоростью оседания (менее 1 см/с) принимают:

$$f = \frac{100}{100 + \varphi h} \frac{4}{1+U} \quad (2),$$

где  $h$  — геометрическая высота источника выброса, м;

$U$  — среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с (при отсутствии информации принимается  $U = 3$  м/с);

$\varphi$  — безразмерная поправка на тепловой подъем факела выброса в атмосфере, вычисляется по формуле:

$$\varphi = 1 + \Delta T / 75, \quad (3),$$

где  $\Delta T$  — среднегодовое значение разности температур в устье источника выбросов и в окружающей среде на уровне устья,  $^{\circ}\text{C}$ .

Для частиц органических веществ и кислот, оседающих со скоростью от 1 до 20 см/с (размер частиц — от 0,1 до 100 мкр):

$$f = \left( \frac{100}{100 + \varphi h} \right)^2 \frac{4}{1+U} \quad (4)$$

(для частиц, оседающих со скоростью выше 20 см/с, принимается, что  $f = 10$ ).

В случае отсутствия информации о скорости оседания частиц значение  $f$  определяется в зависимости от коэффициента очистки выбросов ( $F$ ) загрязняющих веществ. Если  $F > 90\%$ , то расчет производится по формуле 2; если  $70\% < F < 90\%$  — то по формуле 4; если  $F < 70\%$ , то  $f = 10$ .

Приведенная масса валового выброса ЗВ ( $\mu$ ) вычисляется на основе информации о количестве  $m_i$ , поступающего в атмосферу вещества  $i$ -го типа и показателя относительной агрессивности  $A_i$  по формуле:

$$\mu = \sum_{i=1}^n A_i m_i, \quad (5),$$

где  $A_i$  — показатель относительной агрессивности, усл. т.;

$m_i$  — масса годового выброса, т.

Показатель относительной агрессивности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе представлен в таблице 2.

Таблица 2. Показатель относительной агрессивности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

| Наименование загрязняющего вещества | A     |
|-------------------------------------|-------|
| Свинец                              | 12000 |
| Азотная кислота                     | 8,6   |
| Ортофосфорная кислота               | 154,9 |
| Плавиковая кислота                  | 346,4 |
| Уксусная кислота                    | 7,74  |

На исследуемом промышленном предприятии возник вопрос увеличения производственных мощностей путем ввода в эксплуатацию дополн-

нительных единиц оборудования и увеличения часов работы в год, что влечет за собой увеличение количества выбросов ЗВ, которые комплексно оказывают негативное воздействие на окружающую природную среду. С целью оценить негативное воздействие выбросов ЗВ на компонент окружающей природной среды — атмосферный воздух, — была произведена оценка эколого-экономического ущерба атмосферному воздуху от выбросов ЗВ промышленного предприятия при текущих и потенциальных валовых выбросах. Исходные данные для расчета эколого-экономического ущерба представлены в таблице 3.

Таблица 3. Исходные данные для расчета эколого-экономического ущерба

| Наимено-вание и количество источников ЗВ      | Наиме-нование ЗВ       | Класс опасности | Текущие выбро-сы, $m_1$ , т/год | Потен-циаль-ные выбро-сы, $m_2$ , т/год | Высота источ-ника (H), м | Темпе-ратура ГВС, t, °C | Средне-годовая $T_{окр. за 2021,}$ °C | Коэф-фициент очистки выбро-сов F, % |
|---|------------------------|-----------------|---------------------------------|---|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Установка слива шихты (1 ед.)                 | Свинец                 | 1               | 0,00133                         | 0,00266                                 | 29                       | 29,5                    | 9                                     | 70                                  |
| Установка эпитетаксии «Эпигран ТМ»            | Свинец                 | 1               | 0,00398                         | 0,0154                                  | 29                       | 28                      | 9                                     | 70                                  |
| Установка химической обработки «ЛАДА» (1 ед.) | Азотная кислота        | 2               | 0,005553                        | 0,00546                                 | 40                       | 27                      | 9                                     | 70                                  |
| Установка химической обработки «ЛАДА» (1 ед.) | Орто-фосфорная кислота | 2               | 0,000718                        | 0,00248                                 | 40                       | 27                      | 9                                     | 70                                  |
| Установка химической обработки «ЛАДА» (1 ед.) | Плавиковая кислота     | 2               | 0,001130                        | 0,00226                                 | 40                       | 27                      | 9                                     | 70                                  |
| Шкаф Ш1М (1 ед.)                              | Уксусная кислота       | 3               | 0,000164                        | 0,000326                                | 40                       | 25,1                    | 9                                     | 70                                  |

Результаты расчета эколого-экономического ущерба атмосферному воздуху от выбросов загрязняющих веществ при текущих и потенциальных мощностях промышленного предприятия представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты расчета эколого-экономического ущерба

| Источник загрязнения                  | Наименование загрязняющего вещества | $Y_{тек.}$ , руб./ усл. т. | $Y_{пот.}$ руб./ усл. т. |
|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Установка слива шихты                 | Свинец                              | 111,65                     | 223,31                   |
| Установка эпигранции «Эпигран ТМ»     | Свинец                              | 339,168                    | 1312,32                  |
| Установка химической обработки «ЛАДА» | Азотная кислота                     | 0,282                      | 0,277                    |
| Установка химической обработки «ЛАДА» | Ортофосфорная кислота               | 0,656                      | 2,266                    |
| Установка химической обработки «ЛАДА» | Плавиковая кислота                  | 2,307                      | 4,618                    |
| Шкаф Ш1М                              | Уксусная кислота                    | 0,0076                     | 0,015                    |
| $\Sigma Y$                            |                                     | 454,07                     | 1542,81                  |

Таким образом, эколого-экономический ущерб атмосферному воздуху от выбросов ЗВ промышленного предприятия при текущих производственных мощностях составляет 454,07 руб./ усл.т. После увеличения производственных мощностей, т.е. при вводе в эксплуатацию дополнительного оборудования и увеличения часов работы в год, эколого-экономический ущерб составит 1542,81 руб./ усл.т., что в значительной мере увеличит нагрузку на окружающую природную среду.

#### Список литературы:

1. Рябышенков А.С., Кольцова О.В., Ларионов Н.М. Учет вторичных превращений при мониторинге воздушной среды территориально-промышленного комплекса// Труды 8-ой Международной научнопрактической конференции «Научное пространство Европы», т.33, Прага, 2012. С. 28-29.
2. Оценка ущерба от загрязнения окружающей природной среды: учеб.-метод. Пособие / В. С. Децук; М-во транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. Гос. Ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 50 с.
3. Ноксология. Практикум для студентов направления 760300 «Техносферная безопасность», квалификация «Бакалавр» очной и заочной формы обучения / Сост.: доцент С.Б. Степанов, 2020. - 97 с.
4. Левда Н.М., Постников В.П. Оценка экологического ущерба населению и экономике региона от загрязнений атмосферного воздуха // Экономический анализ: теория и практика. 2013. – С. 37-45.