

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.; λ — константа, численное значение которой равно 3,3 руб. на условную тонну выбросов; σ — 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; μ — приведенная масса валового выброса загрязняющего вещества, усл. т/год.

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

Тип загрязняемой территории	Значение σ
Территории курортов, заповедников, заказников	10
Территории природных зон отдыха, садовых участков, парков	8
Территория населенных пунктов (с плотностью населения n чел/га)	$(0,1 \text{ га/чел.}) * n$
Территория населенных пунктов с плотностью более 300 чел./га	8
Территории промышленных предприятий (включая ССЗ)	4
Леса:	
1-я группа	0,2
2-я группа	0,1
3-я группа	0,025
Пашни:	
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);

φ — безразмерная поправка на тепловой подъем факела выброса в атмосфере, вычисляется по формуле:

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

где ΔT — среднегодовое значение разности температур в устье источника выбросов и в окружающей среде на уровне устья, °С.

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 свыше 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 ZB (μ) 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 допол-

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

Наименование и количество источников ЗВ	Наименование ЗВ	Класс опасности	Текущие выбросы, m_1 , т/год	Потенциальные выбросы, m_2 , т/год	Высота источника (Н), м	Температура ГВС, t, °C	Среднегодовая $T_{окр.}$ за 2021, °C	Коэффициент очистки выбросов F, %
Установка слива шихты (1 ед.)	Свинец	1	0,00133	0,00266	29	29,5	9	70
Установка эпитахии «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.)	Ортофосфорная 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 ШИМ (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	$Y_{\text{тек.}}$, руб./усл. т.	$Y_{\text{пот.}}$ руб./усл. т.
Установка слива шихты	Свинец	111,65	223,31
Установка эпитаксии «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
ΣY		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 территориальнопромышленного 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.