

УДК 502.335:658.152.5

*Долгих В.Н., к.ф.-м.н., доцент, Українська академія банківського дела,
Долгих Я.В., Сумський державний університет*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В статье предложена динамическая модель оценки последствий воздействия загрязнения окружающей среды на объекты, на основе которой определяется размер экономического ущерба от загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: математическая модель, экономический ущерб, загрязнение окружающей среды, поврежденность объектов природы.

Важнейшей задачей науки является разработка методов оценки величины ущерба, наносимого объектам природы загрязнённой атмосферой, а также методов расчёта затрат на их восстановление. Существующие в настоящее время методы оценки экономического ущерба от загрязнения окружающей среды обладают рядом недостатков, обусловленных отсутствием количественных зависимостей уровня повреждения объектов восприятия от уровня загрязнения окружающей среды. При расчёте экономического ущерба не учитываются такие факторы как интенсивность, последовательность и длительность воздействия загрязнения, процессы возможного самовосстановления объектов живой природы при снятии вредного воздействия. Ниже предпринята попытка преодолеть перечисленные недостатки.

Расчёт экономического ущерба включает следующие этапы:

- 1) определение уровня загрязнения объектов в зависимости от мощности и координат источников выбросов, метеорологических условий;
- 2) определение уровня поврежденности объектов в зависимости от интенсивности, продолжительности и последовательности воздействия загрязнения;
- 3) определение стоимости восстановления объектов (ущерба) в зависимости от уровня их поврежденности.

Существуют различные методики расчёта уровня загрязнения окружающей среды, одной из которых является методика, предложенная Марчуком Г.И. [4], основанная на решении системы уравнений диффузии и переноса аэрозольной субстанции в атмосфере. В трёхмерном нестационарном случае решение уравнений возможно только численными методами, например, методом конечных разностей. Если процесс переноса субстанции является двухмерным, стационарным, то для точечного источника решение имеет вид:

$$c(\vec{r}) = \frac{Q}{2\pi\mu} \exp\left[\frac{u}{2\mu}(x-x_0) + \frac{v}{2\mu}(y-y_0)\right] K_0 \times \\ \times \left[\sqrt{\frac{\sigma + \bar{\sigma}}{\mu} + \left(\frac{u}{2\mu}\right)^2 + \left(\frac{v}{2\mu}\right)^2} \cdot |\vec{r} - \vec{r}_0| \right] \quad (1)$$

где $c(\vec{r})$ – концентрация аэрозольной субстанции в точке $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$;

$\vec{r}_0 = x_0\vec{i} + y_0\vec{j}$ – радиус-вектор точки расположения источника загрязнения;

Q – количество аэрозоли, выбрасываемой источником в единицу времени;

u, v – составляющие скорости ветра вдоль осей x, y соответственно;

σ – величина, характеризующая распад субстанции в единицу времени;

$$\bar{\sigma} = (w_q + \alpha v) / h;$$

w_q – абсолютная величина скорости опускания частиц аэрозоли под действием силы тяжести;

α – коэффициент, характеризующий взаимодействие субстанции с подстилающей поверхностью;

h – высота слоя атмосферы, в котором распространяется загрязнение;

ν, μ – коэффициенты вертикальной и горизонтальной диффузии;

K_0 – функция Макдональда.

В местностях со сложным рельефом использование решения (1) будет приводить к большим погрешностям, поэтому функцию $c(x, y)$ можно приближённо аппроксимировать, используя данные измерений в стационарных пунктах наблюдений.

В случае наличия N источников загрязнения:

$$c(\vec{r}) = \sum_{i=1}^N c_i(\vec{r}), \quad (2)$$

где $c_i(\bar{r})$ – концентрация загрязняющего вещества в точке \bar{r} , вызванная действием i -го источника.

Поврежденность объекта, находящегося в точке \bar{r} , накопленную за промежуток времени $[0, t]$, опишем при помощи скалярной функции $0 \leq P(\bar{r}, t) \leq 1$. В начальном состоянии, при отсутствии поврежденности, $P = 0$. Равенство $P = 1$ является условием разрушения объекта. Обозначим $\varphi(\bar{r}, t) = c(\bar{r}, t)/c_{\text{мгн}}$ – суммарную относительную концентрацию загрязняющего вещества в точке \bar{r} в момент времени t ($c_{\text{мгн}}$ – концентрация, соответствующая “мгновенному” разрушению объекта).

Текущее значение поврежденности $P(\bar{r}, t)$ представим в виде [2]:

$$P(\bar{r}, t) = \varphi(\bar{r}, t) + \int_0^t H(t, \tau) \varphi(\bar{r}, \tau) d\tau, \quad (3)$$

где $H(t, \tau)$ – определяемое экспериментально ядро наследственности, характеризующее степень “забывания” к моменту времени t о воздействии, совершённом в момент времени τ . В работе [3] исследовано поведение поврежденности для некоторых классов убывающих функций $H(t, \tau)$. В частности, для растений предлагается использовать в качестве ядра убывающую экспоненциальную функцию. Выражение для поврежденности в этом случае примет вид:

$$P(\bar{r}, t) = \varphi(\bar{r}, t) + c \int_0^t e^{-a(t-\tau)} \varphi(\bar{r}, \tau) d\tau, \quad (4)$$

где c, a – параметры, определяемые экспериментально для каждого типа растений.

На практике удобно пользоваться средним за некоторый промежуток времени T повреждением, определяемым по формуле:

$$\hat{P}(\bar{r}) = \frac{1}{T} \int_0^T P(\bar{r}, t) dt. \quad (5)$$

Подставляя (4) в (5) и интегрируя, получаем выражение для средней поврежденности объектов растительности за период T :

$$\hat{P}(\bar{r}) = \left(1 + \frac{c}{a}\right) \hat{\varphi}(\bar{r}) - \frac{c}{aT} \int_0^T \varphi(\bar{r}, \tau) e^{-a(T-\tau)} d\tau, \quad (6)$$

$$\hat{\varphi}(\bar{r}) = \frac{1}{T} \int_0^T \varphi(\bar{r}, \tau) d\tau.$$

где $\hat{\varphi}(\bar{r})$ – средняя относительная концентрация за период T .

В соотношении (6) последнее слагаемое стремится к нулю при $T \rightarrow \infty$. Усредненная поврежденность за достаточно большой промежуток времени T ,

получаем асимптотическую формулу для расчёта среднего повреждения при $T \rightarrow \infty$:

$$\hat{P}(\bar{r}) \approx \left(1 + \frac{c}{a}\right) \hat{\varphi}(\bar{r}). \quad (7)$$

Полагая в соотношениях (3), (4) $P(\bar{r}, t) = const$, получаем уравнения линий равного уровня повреждений.

В соответствии с предложенной математической моделью, описывающей процессы загрязнения и повреждений объектов, была разработана программа для ПЭВМ, позволяющая по известным координатам и мощности источников выбросов, а также характеристикам турбулентности атмосферы, направлению и скорости ветра и т.д. рассчитывать и представлять в графической форме линии уровней загрязнения и повреждений.

На рис. 1 приведён пример расчёта линий равного уровня загрязнения выбросами сернистого газа для территории Украины.

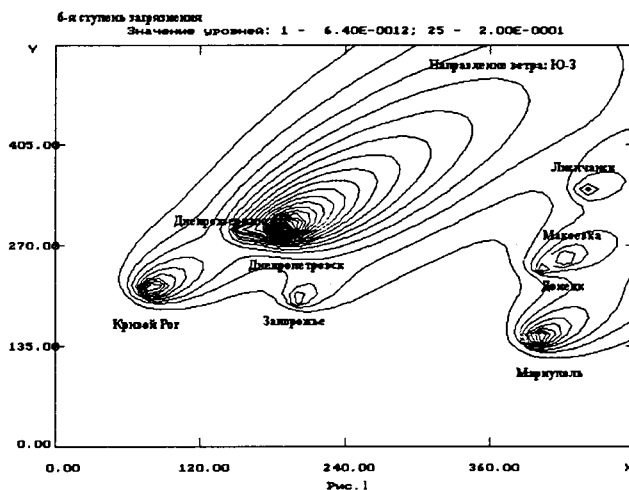


Рис. 1

Уровень загрязнения рассчитывался по формулам (1), (2). В расчётах для всех направлений принята скорость ветра, равная 5 м/сек. Средняя повторяемость ветров за вегетационный период в Украине [1]: С – 18; С-В – 15; В – 11; Ю-В – 7; Ю – 4; Ю-З – 7; З – 18; С-З – 20; штиль – 28 %. Коэффициенты горизонтальной и вертикальной диффузии: $\mu = 5 \cdot 10^{-2}$ км²/сек, $\nu = 1,5 \cdot 10^{-11}$ км²/сек; характеристика распада аэрозоля $\sigma = 1 \cdot 10^{-5}$. Количество SO₂ (тыс. т/год), выбрасываемого каждым источником [5]: Днепропетровск – 19,6; Днепропетровск – 40,0; Донецк – 10,3; Запорожье – 11,7; Кривой Рог – 27,3; Лисичанск – 5,3; Макеевка – 9,2; Мариуполь – 28,1.

На рис. 2 приведён пример расчёта линий равного уровня повреждений древостоев ели ($c = 5,508$; $a = 0,289$ [3]) выбросами сернистого газа на территории Украины за вегетационный период.

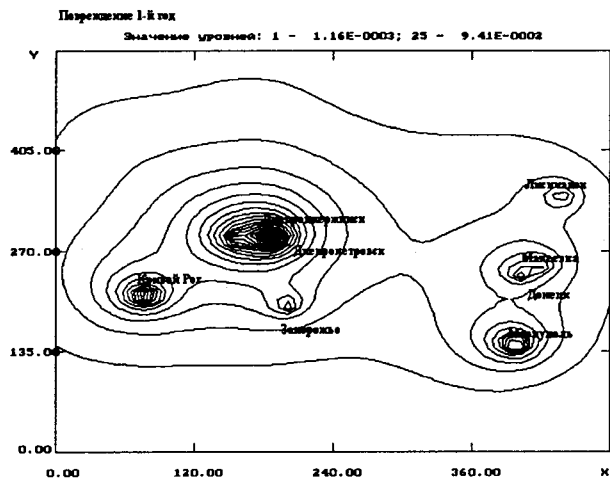


Рис. 2

Перейдемо к определению стоимости восстановления объектов с различной степенью повреждения. Пусть $\rho_j(\vec{r})$ – плотность расположения объектов j -го типа в точке \vec{r} , тогда $\rho_j(\vec{r})dS$ – количество таких объектов на площади dS . Обозначим че-

рез $R_j(\Pi)$ – стоимость восстановления одного объекта j -го типа с уровнем повреждения Π . Тогда суммарную стоимость восстановления объектов, находящихся на площади S в момент времени t , можно определить по формуле:

$$R(t) = \sum_j R_j(t) = \sum_j \iint_S R_j(\Pi(\vec{r}, t)) \rho_j(\vec{r}) dS. \quad (8)$$

Средняя за промежуток времени T стоимость восстановления объектов, находящихся на площади S :

$$\langle R \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T R(t) dt = \frac{1}{T} \sum_j \iint_S \left(\int_0^T R_j(\Pi(\vec{r}, t)) dt \right) \rho_j(\vec{r}) dS. \quad (9)$$

Предложенный метод оценки экономического ущерба, основанный на количественной зависимости уровня поврежденности объектов от уровня загрязнения окружающей среды, может быть использован при решении задач планирования, прогнозирования, управления природопользованием.

Список литературы

1. Безуглая Э.Ю. и др. Чем дышит промышленный город. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 256 с.
2. Долгих В.Н., Долгих Я.В. Применение некоторых идей механики разрушения в экологии // Вісник СумДУ. – 1995. – № 4. – С. 121-124.
3. Долгих Я.В. Оценка экологических амортизационных отчислений в зависимости от уровня поврежденности природных объектов // Вісник УАБС. – 1998. – № 4. – С. 72-75.
4. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
5. Статистичний щорічник України за 1998 р. / Держкомстат України / За ред. О.Г. Осаулєнка; Відп. за вип. В.А. Головка. – К.: Техніка, 1999. – 576 с.

Summary

Mathematics modeling of process of pollution substance's spreading in atmosphere and their influences on the level of objects damages are uses to economics damage's determination.

УДК 330.15:001.8

Джайн І.О., Сумський державний університет

ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМ ПОТЕНЦІАЛОМ РЕГІОНУ

В статті розглянуто основні підходи і критерії формування і економічної оцінки трудового потенціалу на регіональному рівні. Досліджено складові механізми по управлінню трудовим потенціалом території.

Ключові слова: трудовий потенціал, економічна оцінка, управління економікою, територія.

Необхідність в управлінні формуванням і використанні трудового потенціалу регіону обумовлена можливістю попереджати і усувати негативні наслідки звільнення робочої сили, що має місце в умовах ринку.

Під управлінням трудовим потенціалом варто розуміти цілеспрямований вплив суб'єктів управління (державних і територіальних органів влади, суспільних і господарських структур) на процеси формування, використання і розвитку трудового потенціалу

території й окремого робітника. У зв'язку з переходом до нової стратегії управління трудовим потенціалом змінюється її концепція.

Головною метою системи управління трудовим потенціалом території є створення сприятливих умов для формування якісної і кількісної складової трудового потенціалу і найбільш продуктивного його використання.

Звідси можна сформулювати основні задачі створення і функціонування регіональної системи управ-