

ГЕОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 577.4:613.64+ 635. 62

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА, РАСЧЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ И РИСКА

Айдосов Аллаярбек Айдосович, акад., проф., д.т.н., Алматинский технологический университет, E-mail: allayarbek@mail.ru

Айдосов Галым Аллаярбекович, проф., д.т.н., Алматинский технологический университет, E-mail: allayarbek@mail.ru

Заурбеков Нургали Сабырович, д.т.н., проф. Алматинский технологический университет, E-mail: agu_nurgali@mail.ru

В работе исследованы и разработаны методика анализа. расчета экологической опасности и риска. В настоящее время расчёт экологической опасности для населения является актуальной и востребованной задачей. При этом для оценки рисков используются количественные показатели загрязнения окружающей среды. В данной работе сделана оценки экологической опасности на основе расчёта, моделирующего поведение концентрации вредных веществ, попавших в атмосферу в результате выбросов промышленного предприятия с учётом категории стабильности атмосферы и розы ветров в регионе.

Ключевые слова: расчёт экологической опасности, оценки рисков, количественные показатели загрязнения, окружающая среда, модели концентрации, вредные вещества, категории стабильности.

METHOD OF QUANTITATIVE ANALYSIS OF CALCULATION OF RISK AND ENVIRONMENTAL HAZARDS

Aidossov Allayarbek Aidossovich - Academician, Professor, Doctor of Technical Sciences, Almaty Technological University, E - mail allayarbek@mail.ru

Aidossov Galum Allayarbekovich - Professor, Doctor of Technical Sciences, Almaty Technological University, E - mail allayarbek@mail.ru

Zaurbekov Nurgaly Sabirovich - Professor, Doctor of Technical Sciences, Almaty Technological University, E - mail agu_nurgali@mail.ru

In this paper researched and developed methods of analysis. calculation of environmental hazard and risk. Currently, the calculation of ecological danger to the public is relevant and useful task. This risk assessment using quantitative indicators of environmental pollution. In this paper we assess the environmental hazards on the basis of calculation, modeling, the behavior of the concentration of harmful substances released into the atmosphere as a result of emission of the industrial enterprises, taking into account the category of atmospheric stability and the wind rose in the region.

Keywords: calculation of environmental hazards, risk assessment, the quantitative indicators of pollution, the environment, the concentration of the model, harmful substances, stability category.

Экологическая опасность для населения, проживающего на территории с промышленными предприятиями, определяется двумя факторами: ущербом от фактической опасности и риском (потенциальной опасностью) в случае аварийных ситуаций [1- 3].

Поэтому величину экологической опасности в относительных показателях можно представить в виде функции (1):

$$G_{ОП} = \phi(Y_{ОП}, R_{ОП}), \quad (1)$$

где $G_{ОП}$ – риск экологической опасности в относительных (безразмерных показателях)

$Y_{ОП}$ – ущерб в безразмерных относительных показателях

$R_{ОП}$ – риск в безразмерных относительных показателях.

Условия, определяющиеся физическими законами, можно записать в следующем виде:

$$\frac{\partial \phi}{\partial Y_{ОП}} > 0, \quad \frac{\partial \phi}{\partial R_{ОП}} > 0, \quad \phi(0, R_{ОП} > 0) > 0, \quad \phi(Y_{ОП} > 0, 0) > 0, \quad \phi(0, 0) = 0 \quad (2)$$

Независимость характеристик ущерба и риска требует представления функции ϕ в виде их произведения. Предложенный вид функции ϕ в [1,4] с учётом условий (2) позволяет представить величину экологического риска в следующем виде:

$$G_{ОП} = (Y_{ОП} + 1)^{P_Y} \cdot (R_{ОП} + 1)^{P_R} - 1, \quad (3)$$

где P_Y и P_R – весовые коэффициенты ущерба и риска, характеризующие относительный вклад ущерба и риска в величину экологической опасности.

Согласно предложенной модели в [1,5], ущерб населению $Y_{ОП}$ состоит из двух составляющих: прямого ущерба $Y_{ПР}$, непосредственно причиняемому населению, и косвенного $Y_{КОСВ}$, наносимого населению за счёт деградации среды обитания:

$$Y_{ОП} = (Y_{ПР} + 1)^{P_{Y.ПР}} \cdot (Y_{КОСВ} + 1)^{P_{R.КОСВ}} - 1. \quad (4)$$

Выбор конкретных весовых коэффициентов прямого $P_{Y.ПР}$ и косвенного $P_{R.КОСВ}$ зависит от степени влияния природной среды на жизнедеятельность населения, проживающего на данной территории. В случае заметного влияния природной среды на условие жизни человека можно принять модель равнозначных факторов, где весовые коэффициенты равны и имеют значение 0,5. В случае слабого влияния природной среды на условие жизни человека следует выбирать модель выделенных факторов и принять в частности:

$$P_{Y.ПР} : P_{R.КОСВ} = 9 : 1. \quad (5)$$

Рассматривая влияние выбросов промышленных предприятий в атмосферу имеем следующие выражения для $Y_{ПР}$ и $Y_{КОСВ}$:

$$Y_{ПР} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{N_{тер}}{N_{стр}}, \quad (6)$$

$$Y_{КОСВ} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{S_{тер}}{S_{рег}} \cdot \beta, \quad (7)$$

где $C_i^{выбр}$ – фактическая (измеренная) концентрация в атмосфере на данной территории i -го вещества

$ПДК_i^{выбр}$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества в воздухе

$N_{тер}$ – плотность населения, проживающего на рассматриваемой загрязнённой территории

$N_{стр}$ – средняя плотность населения страны

$S_{тер}$ – площадь территории с загрязнённой атмосферой

$S_{рег}$ – площадь экологически однородного региона, включающего данную территорию

β - индекс значимости данной территории в сохранении природной среды в регионе ($0 \leq \beta \leq 1$).

Выражения (4) – (7) позволяют рассчитать $Y_{ОП}$ – ущерб в безразмерных относительных показателях. Общее выражение, позволяющее численно оценивать ущерб, имеет следующий вид:

$$Y_{ОП} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{экоп}}{ПДК_i^{экоп}} \cdot \frac{N_{мер}}{N_{смп}} + 1 \right)^{0,9} \cdot \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{экоп}}{ПДК_i^{экоп}} \cdot \frac{S_{мер}}{S_{рез}} \cdot \beta + 1 \right)^{0,1} - 1. \quad (8)$$

Аналогично производится расчёт $R_{ОП}$ – риска в безразмерных относительных показателях:

$$R_{ОП} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{экоп.ав}}{ПДК_i^{экоп}} \cdot \frac{N_{мер}}{N_{смп}} + 1 \right)^{0,9} \cdot \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{экоп.ав}}{ПДК_i^{экоп}} \cdot \frac{S_{мер}}{S_{рез}} \cdot \beta + 1 \right)^{0,1} - 1. \quad (9)$$

Для определения P_Y и P_R – весовых коэффициентов ущерба и риска, характеризующих относительный вклад ущерба и риска в величину экологической опасности, можно использовать формулы, выражающие относительный вклад стоимостных показателей ущерба и риска в суммарную стоимость экологической опасности:

$$P_Y = \frac{Y_{СП}}{G_{СП}} \quad P_R = \frac{R_{СП}}{G_{СП}}, \quad (10)$$

где $Y_{СП}$ - общий интегральный ущерб территории в стоимостных показателях
 $R_{СП}$ - стоимостный показатель риска
 $G_{СП}$ - суммарная стоимость экологической опасности $Y_{СП} + R_{СП}$.

Основываясь на предложенном представлении ущерба и риска в стоимостных показателях будем использовать следующие выражения:

$$Y_{СП} = Y_{НОРМ} + Y_{НАС}, \quad (11)$$

где $Y_{НОРМ}$ – стоимость ущерба от непосредственного загрязнения окружающей среды (нормативно определяемый ущерб)

$Y_{НАС}$ - стоимость социально-экологического ущерба, связанного с ухудшением условий жизни населения.

Используя выражения для $Y_{НОРМ}$ и $Y_{НАС}$ выражение (11) можно записать в следующем виде:

$$Y_{СП} = a \cdot \sigma \cdot f \cdot M_{УСЛ} + Y_B + Y_K + Y_T, \quad (12)$$

где a – стоимостный коэффициент пропорциональности для условного загрязнителя атмосферы (руб/усл.т.)

σ – безразмерный коэффициент, учитывающий особенности территории

f – безразмерный коэффициент, учитывающий размер фракций загрязняющего вещества, характер их рассеяния и скорость оседания в атмосфере

$M_{УСЛ}$ – приведённая масса годового выброса в атмосферу условного загрязнителя (с учётом его экологической опасности) (усл.т./год)

Y_B – приведённый годовой ущерб, связанный со снижением показателя темпа роста населения

Y_K – приведённый годовой ущерб, связанный со снижением показателя качества жизни населения, определяющегося величиной средней продолжительности жизни

Y_T – приведённый годовой ущерб, связанный со снижением показателя трудоспособности населения, определяющегося величиной среднегодового количества.

Для $M_{УСЛ}$, Y_B , Y_K и Y_T можно использовать следующие выражения:

$$M_{УСЛ} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{m_i}, \quad (13)$$

где m_i – масса годового выброса i -ой примеси в атмосферу (т/год)
 A_i – безразмерный показатель относительной агрессивности i -ой примеси (усл.т/год).

$$Y_B = \left(\frac{\Delta N_{РЕИР}^{СТР}}{N_{РЕИР}^{СТР}} - \frac{\Delta N_{РЕИР}^{ТЕР}}{N_{РЕИР}^{ТЕР}} \right) \cdot N_{РЕИР}^{ТЕР} \cdot q_{РЕИР}^{СТР}, \quad (14)$$

где $\Delta N_{РЕИР}^{СТР}$ – годовой прирост населения страны репродуктивного возраста от 16 до 60 лет
 $N_{РЕИР}^{СТР}$ – численность населения страны репродуктивного возраста в начале расчётного года
 $\Delta N_{РЕИР}^{ТЕР}$ – годовой прирост населения территории репродуктивного возраста
 $N_{РЕИР}^{ТЕР}$ – численность населения территории репродуктивного возраста в начале расчётного года
 $q_{РЕИР}^{СТР}$ – удельный валовой национальный продукт страны, приходящийся на душу репродуктивного населения страны (руб/чел).

$$Y_K = N_{РЕИР}^{ТЕР} \cdot q_{РЕИР}^{СТР} \cdot \left(T_{Ж}^{СТР} - \frac{T_{Ж}^{ТЕР}}{T_{Ж}^{СТР}} \right), \quad (15)$$

где $T_{Ж}^{СТР}$ – средняя продолжительность жизни в стране
 $T_{Ж}^{ТЕР}$ – средняя продолжительность жизни на территории.

$$Y_T = N_{РЕИР}^{ТЕР} \cdot q_{РЕИР}^{СТР} \cdot (n_{РЕИР}^{СТР} - n_{РЕИР}^{ТЕР}), \quad (16)$$

где, $n_{РЕИР}^{СТР}$ – среднегодовое количество человеко-дней одного человека репродуктивного возраста в стране;
 $n_{РЕИР}^{ТЕР}$ – среднегодовое количество человеко-дней одного человека репродуктивного возраста на территории.

Стоимостный показатель риска $R_{СП}$ может быть представлен следующим выражением:

$$R_{СП} = Y_{НОРМ} \cdot \left(\frac{M_{УСЛ}^{АВ}}{M_{УСЛ}^{НОРМ}} \right), \quad (17)$$

где, $M_{УСЛ}^{АВ}$ – возможное количество аварийного выброса;
 $Y_{НОРМ}$ и $M_{УСЛ}^{НОРМ}$ – стоимость ущерба и количество загрязнителя при нормативных оценках по типовой методике.

Далее, подставляя выражение (8) – (17) в зависимость (3), получим формулу для величины экологического риска в следующем виде:

$$G_{ОП} = \left(\left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{N_{мер}}{N_{стр}} + 1 \right)^{0,9} \times \right. \\
\times \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{S_{мер}}{S_{рез}} \cdot \beta + 1 \right)^{0,1} \Big)^W \times \left(\left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр.ав}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{N_{мер}}{N_{стр}} + 1 \right)^{0,9} \times \right. \\
\left. \times \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i^{выбр.ав}}{ПДК_i^{выбр}} \cdot \frac{S_{мер}}{S_{рез}} \cdot \beta + 1 \right)^{0,1} \right)^Z - 1, \quad (18)$$

где

$$W = \frac{a \cdot \sigma \cdot f \cdot \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{m_i} + Y_B + Y_K + Y_T}{a \cdot \sigma \cdot f \cdot \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{m_i} + Y_B + Y_K + Y_T + Y_{НОРМ} \cdot \left(\frac{M_{УСЛ}^{AB}}{M_{УСЛ}^{НОРМ}} \right)}$$

$$Z = \frac{Y_{НОРМ} \cdot \left(\frac{M_{УСЛ}^{AB}}{M_{УСЛ}^{НОРМ}} \right)}{a \cdot \sigma \cdot f \cdot \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{m_i} + Y_B + Y_K + Y_T + Y_{НОРМ} \cdot \left(\frac{M_{УСЛ}^{AB}}{M_{УСЛ}^{НОРМ}} \right)}$$

Полученное общее выражение с одной стороны усложняет понимание влияния отдельных факторов на появление геоэкологических рисков, однако с другой стороны позволяет более правильно смоделировать и изучить с помощью ЭВМ причины изменения (увеличения и/или уменьшения) риска в зависимости от всех факторов.

Формула (18) достаточно ясно описывает величину экологической опасности в относительных показателях, однако для проведения вычислений требуются данные концентраций фактически измеренных выброшенных вредных веществ в атмосферу ($C_i^{выбр}$). Такой расчёт может быть осуществлён при анализе уже состоявшегося факта нанесения ущерба экологической обстановке в регионе. В то же время осуществлять прогноз рисков ситуаций при работе промышленных предприятий или при проектировке новых промышленных предприятий с использованием формулы (18) является невозможным из-за отсутствия именно $C_i^{выбр}$. Выход из данного положения можно осуществить использовав теоретические формулы по расчёту концентраций от стационарного источника выбросов промышленного предприятия. Мы возьмём выражение для конкретного предприятия с учётом состояния атмосферы определённого региона, которое можно подставить вместо $C_i^{выбр}$.

Список литературы

1. Айдосов А. Модельная оценка экологической обстановки окружающей среды при аварийных ситуациях/ А. Айдосов, Г.А Айдосов, Н.С.Заурбеков - Алматы, 2009. – 329 с.
2. Абдибеков У.С. Моделирование распространения примеси в свободной атмосфере/ У.С. Абдибеков, Б.Т. Жумагулов, А.К. Хикметов // Вычислительные технологии.- 2003.- Т.8.-Специальный выпуск.
3. Методика расчета экологического риска, связанного с загрязнением атмосферы на примере г. Усть-Каменогорска / Т.С. Дмитриева, А.И. Квасов, А.Е. Бакланов, О.Е. Бакланова и др. //Основные проблемы и перспективные направления развития научных исследований//Материалы Международной научно-практической Интернет-конференции.- Алматы: КазНАУ, 2008.- с. 57-65
4. Дмитриева Т.С. Расчет экологического риска загрязнения атмосферы с учетом ущербов здоровью населения /Т.С.Дмитриева ,М.Б. Тлебаев // Поиск-Изденіс, 2009 .- №4.1.- С. 104-109.
5. Тлебаев М.Б. Изучение появления экологического риска, обусловленного загрязнением атмосферы, с использованием автоматизированной системы "УК Эко риски"/ М.Б. Тлебаев ,Т.С.Дмитриева //Вестник ТарГУ.- 2009.-№1- с. 190-199.