

МЕХАНИЗМ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

В.И. Голик¹, В.И. Комащенко², А.Н. Петин²

¹Центр геофизических исследований Владикавказского научного центра РАН
и Правительства Республики Северная Осетия-Алания, г. Владикавказ,

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия

Вероятность катастроф определяется количеством и качеством поражающих факторов и временем. Выветривание и выщелачивание отходов переработки руд формирует потоки загрязненных вод, создающих ореолы загрязнения.

При миграции вещества в мобильном состоянии, газы или пары воды проникают в почву, воздух или воду, или непосредственно воздействуют на живое вещество по схеме: воздух → воды → почвы → растения → животные → питание и корма → человек.

Природные и техногенные объекты всегда находятся в поле напряжений, вызванных сейсмическим действием естественных вибраций и землетрясений. Поскольку для любого объекта существует резонансная частота колебаний, он находит «свое» землетрясение и в резонансном режиме реагирует на него. Между резонансной частотой и скоростью развития геодинамических процессов установлена взаимосвязь.

При прогнозировании природных катастроф приоритетным считается геомеханическое направление, основывающееся на том, что состояние и свойства массива являются исходными.

Приоритетной становится проблема оценки влияния природно-техногенных систем на безопасность жизнедеятельности.

Современные техногенные системы являются сложными образованиями, имеющими структуру неоднородных гетерогенных сред (промышленные предприятия, окружающая их городская застройка, горный ландшафт, включающий горнодобывающие предприятия и т.п.).

В атмосфере концентрация загрязнителей описывается моделью диффузии:

$$U \frac{\partial C}{\partial x} + V \frac{\partial C}{\partial x} + W^* \frac{\partial C}{\partial x^*} = \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \left(\frac{H}{H - z_g} \right)^2 \frac{\partial}{\partial z^*} \left(D_x \frac{\partial C}{\partial y} \right) + Q$$

где U – динамическая скорость; V – горизонтальная составляющая скорости ветра; W^1 – вертикальная составляющая скорости ветра; C – концентрация загрязнителей; H – высота распространения загрязнителей; D_y – коэффициент горизонтальной диффузии; x, y, z – декартовы координаты; Q – конвективный тепловой поток от поверхности земли в атмосферу.

В гидросфере процесс распространения воздействий описывается моделью:

$$V_x \frac{dC}{dx} + V_y \frac{dC}{dy} + V_z \frac{dC}{dz} - D_x \frac{d^2 C}{dx^2} - D_y \frac{d^2 C}{dy^2} - D_z \frac{d^2 C}{dz^2} = - \frac{dC}{dt},$$

где x, y, z – продольная, поперечная и вертикальная координаты; V_x, V_y, V_z – компоненты скорости распространения по координатам; D_x, D_y, D_z – коэффициенты турбулентного распространения по осям; C – концентрация загрязнителя; t – время транспортирования загрязнителя.

В литосфере используют положения теоретической механики.

Модель поражения окружающей среды продуктами деятельности промышленных и сельскохозяйственных предприятий:

$$Y_m = f(O_n, O_c, \Sigma, a, T) = \\ = \sum_{n=1}^n \sum_{p=1}^P \sum_{o=1}^O \sum_{t=1}^T [(Q_a + Q_g + Q_l) \cdot (a_1 - a_2)] \cdot \\ \cdot (K_c \cdot K_y \cdot K_d \cdot K_b \cdot K_v \cdot K_n)$$

где Y_m – потенциал техногенного поражения; O_n – количество промышленных отходов, вес. ед.; O_c – количество сельскохозяйственных отходов, вес. ед.; Σ – количество загрязнителей, мигрирующее из отходов в окружающую среду; a – концентрация загрязнителей, вес. ед. /ед.объема; T – время, ед. времени; n – количество предприятий по переработке отходов; P – количество загрязняющих компонентов в отходах; O – количество операций технологической переработки; Q_a, Q_g, Q_l – количество загрязнителей в атмосфере, гидросфере и литосфере; a_1, a_2 – исходная и конечная концентрация загрязнителей в отходах; K_c – коэффициент самоорганизации загрязнителей в местах скопления; K_y – коэффициент утечки загрязнителей в окружающую среду; K_d – коэффициент дальности миграции загрязнителей; K_b – коэффициент влияния загрязнителей на биосферу; K_v – коэффициент вероятности наступления катастрофы со временем; K_n – коэффициент риска наступления катастрофы от неучтенных факторов.

Модель природного катастрофического поражения окружающей среды увязывает процессы в лито, атмо- и гидросфере в результате взаимной интенсификации:

$$Y_n = f(C_d, E_c, Z_d, T) = \\ = \sum_{m=1}^m \sum_{n=1}^n \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T [(Q_a + Q_g + Q_l) \cdot P_z] \cdot K_n \cdot K_b \cdot K_v \cdot K_n$$

где Y_n – потенциал природного катастрофического поражения; C_d – количество сейсмических явлений с деградацией экосистем; E_c – энергия, физ. ед.; Z_d – площадь деградированной земной поверхности; T – время; n – номенклатура сейсмических проявлений с деформированием литосферы;

m – количество изменений в экосистемах окружающей среды; p – количество работ по ликвидации последствий катастроф; Q_a, Q_g, Q_l – факторы поражения системам атмосферы, гидросферы и литосферы; P_z – количество работ по компенсации ущерба земле; K_n – коэффициент точности прогнозирования наступления катастрофы; K_b – коэффициент влияния загрязнителей на биосферу; K_v – коэффициент вероятности наступления катастрофы со временем; K_n – коэффициент риска наступления катастрофы от неучтенных факторов.

Интегральная модель совокупного природного и техногенного катастрофического поражения окружающей среды увязывает все процессы, причинно связанные друг с другом:

$$Y_u = Y_m + Y_g$$

$$Y_u = f(Q, \Sigma, E, T) = \sum_{n=1}^n \sum_{p=1}^P \sum_{o=1}^O \sum_{t=1}^T [(Q_a + Q_g + Q_l) \cdot P_z] \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_T \cdot K_H$$

где Y_u – потенциал интегрального поражения окружающей среды; Q – объем подверженного катастрофе участка Земли; Σ – количество агентов воздействия на

окружающую среду; E – энергия сейсмических явлений, физ. ед.; T – время, ед. времени; n – количество факторов поражения среды; p – количество работ по ликвидации последствий катастроф; Q_a, Q_r, Q_l – количество загрязнителей в атмосфере, гидросфере и литосфере; P_3 – количество работ по компенсации ущерба земле; K_y – коэффициент усиления воздействия на среду; K_n – коэффициент влияния загрязнителей на биосферу; K_b – коэффициент вероятности наступления катастрофы со временем; K_T – коэффициент точности прогнозирования наступления катастрофы; K_H – коэффициент риска наступления катастрофы от неучтенных факторов.

Риск гибели людей от стихийных бедствий в России за последние четыре года составил $(1,1-6,5) \cdot 10^{-7}$ в год. Размер экономического ущерба от природных опасностей в России составляет около 2 млрд. долл. в год.

Наибольшим риском стихийных бедствий характеризуются регионы Дальнего Востока и Северного Кавказа. Прогнозы специалистов о вероятном землетрясении на Камчатке и в регионе Эльбруса, усиливают напряженность.

В России и в мире увеличивается количества синергетических или многоступенчатых катастроф, когда природная катастрофа приводит к развитию технических катастроф или аварий и наоборот. Примером синергетических катастроф являются массовые пожары, сопровождающие землетрясения, разрушение плотин при сходе оползней, разнос загрязняющих веществ паводками, ураганами и т.д.

Экологическая безопасность среды оценивается управляемостью воздействий и величиной ущерба окружающей среде в результате воздействий, зависящих от эффективности ее защиты:

$$\sum_{i=1}^{t_p} \Pi_i = \sum_{i=1}^{t_p} Q(C_{\text{инп}} - C_{\text{а.т.}}) \frac{1}{(1+E)^{t_p-i}} - \sum_{i=1}^{t_c} C_{\text{пор}} (1-E_{\text{н}})$$

где Π_i – прибыль по отдельному показателю; Q – количество ресурсов региона; $C_{\text{а.т.}}$ – затраты на активные технологии охраны среды; $C_{\text{пор}}$ – затраты на оборудование для реализации технологий в t -м году; E – коэффициент дисконтирования.

Эффективность охраны окружающей среды определяется соотношением последствий катастроф и затратами по профилактике их возникновения.

$$\Pi_3 = \sum_{n=1}^n \sum_{p=1}^p \sum_{c=1}^c \sum_{t=1}^T [(Q_a + Q_r + Q_l) \cdot (P_z \cdot C_k - P_o \cdot C_o)] \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_T \cdot K_H$$

где Π_3 – прибыль от использования технологий защиты окружающей среды; Σ – количество агентов воздействия на окружающую среду; T – время, ед. времени; n – количество факторов поражения среды; p – количество работ по ликвидации последствий катастроф; Q_a, Q_r, Q_l – количество загрязнителей в атмосфере, гидросфере и литосфере; P_k – количество работ по компенсации ущерба окружающей среде; C_k – стоимость работ по компенсации ущерба; P_o – количество работ по охране окружающей среды; C_o – стоимость работ по окружающей среде; K_y – коэффициент усиления воздействия на среду; K_n – коэффициент влияния загрязнителей на биосферу; K_b – коэффициент вероятности наступления катастрофы со временем; K_T – коэффициент точности прогнозирования наступления катастрофы; K_H – коэффициент риска наступления катастрофы от неучтенных факторов.

Минимизация катастроф осуществляется по схеме (рис.).



Рис. Структурно-функциональная схема системы минимизации катастроф

Качество прогноза загрязнения атмосферы зависит от физико-химических процессов, протекающих в атмосфере, и уровня трансформации вредных веществ в природе. При переносе вредных веществ в гомогенных средах полуэмпирическая теория атмосферной и гидрологической дисперсии дает относительно точные представления о переносе и распределении вредных веществ при гомогенных средах. Однако, реальные природно-техногенные системы представляют собой композицию видов сред.

Научно-исследовательская работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, в рамках Государственного Контракта 16.515.11.0077.

Литература

1. Алборов И.Д., Голик В.И., Цгоев Т.Ф. Экология промышленного производства. Владикавказ, Рухс, 1996.
2. Голик В.И. Горное дело и окружающая среда / В.И. Голик, В.И. Комащенко, И.В. Леонов. – М.: Академический проект. Культура, 2011. – 216 с.
3. Голик В.И., Алборов И.Д. Охрана окружающей среды утилизацией отходов горного производства. – М.: Недра, 1995 г.
4. Гуриев Г.Т., Воробьев А.Е., Голик В.И. Человек и биосфера: устойчивое развитие. Мин. ВО. Владикавказ. Терек. 2001.