















## ЕКОЛОГІЯ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА

переноса. Поле скорости воздушного потока в карьере моделируется с помощью уравнения Лапласа для потенциала скорости. Формирование концентрационного поля пыли моделируется на базе уравнения конвективно-диффузионного рассеивания примеси. Для численного интегрирования моделирующих уравнений использованы разностные схемы. Уравнение Лапласа для потенциала скорости численно интегрируется с помощью метода Ричардсона. Для численного интегрирования уравнения конвективно-диффузионного рассеивания примеси использована неявная разностная схема расщепления. **Результаты.** Разработана CFD – модель, которая позволяет выполнить расчет формирования зон загрязнения при движении пылевого облака в карьере. Особенностью разработанной модели является быстрота расчета. Для её практического использования необходима стандартная входная информация. **Научная новизна.** В отличие от существующих в Украине моделей, разработанная численная модель позволяет учитывать геометрическую форму карьера и геометрическую форму пылевого облака для проведения прогнозных расчетов по оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха при взрывах в карьерах. **Практическая значимость.** Разработанная численная модель может быть имплементирована на компьютерах малой и средней мощности с использованием стандартной информации о метеоусловиях в карьере. Эту модель можно использовать для экологической оценки влияния взрывов в карьере на загрязнение окружающей среды и рабочих зон.

*Ключевые слова:* пылевое облако; карьер; загрязнение атмосферы; компьютерное моделирование

## REFERENCES

1. Alymov, V. T., & Tarasova, N. P. (2004). *Tekhnogennyy risk: Analiz i otsenka: Uchebnoe posobie dlya vuzov*. Moscow: Akademkniga. (in Russian)
2. Biliaiev, N. N., Gunko, E. Y., & Rostochilo, N. V. (2014). *Zashchita zdaniy ot proniknoveniya v nikh opasnykh veshchestv: Monografiya*. Dnepropetrovsk: Aktsent PP. (in Russian)
3. Beresnevich, P. V., Mikhaylov, V. A., & Filatov, S. S. (1991). *Aerologiya karerov: spravochnik*. Moskva: Nedra. (in Russian)
4. Biliaiev, N. N., Gunko, E. Y., Kirichenko, P. S., & Muntian, L. Y. (2017). *Otsenka tekhnogennoho riska pri emissii opasnykh veshchestv na zheleznodorozhnom transporte*. Krivoy Rog: Kozlov R. A. (in Russian)
5. Stoetsky, V. F., Golinko, V. I., & Dranishnikov, L. V. (2014). Risk assessment in man-caused accidents. *Scientific Bulletin of National Mining University*, 3, 117-124. (in Russian)
6. Zgurovskiy, M. Z., Skopetskiy, V. V., Khrushch, V. K., & Biliaiev, N. N. (1997). *Chislennoe modelirovanie rasprostraneniya zagryazneniya v okruzhayushchey srede*. Kyiv: Naukova dumka. (in Russian)
7. Alvarez, J. T., Alvarez, I. D., & Lougedo, S. T. (2008). *Dust Barriers in Open Pit Blasts. Multiphase Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulations*. WIT Transactions on Ecology and the Environment. (in English)
8. Bai, Y. (2017). Grey Mathematics Model for Atmospheric Pollution Based on Numerical Simulation. *Chemical Engineering Transactions*, 71, 679-684. doi: <http://doi.org/10.3303/CET1871114> (in English)
9. Berlov, O. V. (2016). Atmosphere protection in case of emergency during transportation of dangerous cargo. *Science and Transport Progress*, 1(61), 48-54. doi: <http://doi.org/10.15802/stp2016/60953> (in English)
10. Biliaiev, M. M., & Kharytonov, M. M. (2012). Numerical Simulation of Indoor Air Pollution and Atmosphere Pollution for Regions Having Complex Topography. *NATO Science for Peace and Security. Series C: Environmental Security*. Dordrecht. doi: [http://doi.org/10.1007/978-94-007-1359-8\\_15](http://doi.org/10.1007/978-94-007-1359-8_15) (in English)
11. Cefic Guidance on safety Risk Assessment for Chemical Transport Operations. *Croner-i*. Retrieved from <http://clc.am/OnkmUw> (in English)
12. Naserzadeh, Z., Atabi, F., Moattar, F., & Nejad, N. M. (2017). Effect of barriers on the status of atmospheric pollution by mathematical modeling. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 10(1), 192-204. (in English)
13. Oyjinda, P., & Pochai, N. (2017). Numerical Simulation to Air Pollution Emission Control near an Industrial Zone. *Advances in Mathematical Physics*, 2017, 1-7. doi: <http://doi.org/10.1155/2017/5287132> (in English)
14. Government of Alberta. (2017). Protective Action Criteria: A Review of Their Derivation, Use, Advantage-sand Limitations. Environmental Public Health Science Unit, Health Protection Branch, Public Health and Compliance Division, Alberta Health. Edmonton, Alberta. Retrieved from <http://open.alberta.ca/publications/9781460131213> (in English)
15. Zavila, O., Dobes, P., Dlabka, J., & Bitta, J. (2015). The analysis of the use of mathematical modeling fore-mergency planning purposes. *The Science for Population Protection*, 2. Retrieved from <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/eng/22/112.pdf> (in English)

Received: March 18, 2019

Accepted: July 26, 2019