

В.Є.ГОНЧАРУК, В.А.ДМИТРУК, Є.Я.ЧАПЛЯ, О.Ю.ЧЕРНУХА (УКРАЇНА, ЛЬВІВ)

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЇ ЦЕЗІЮ-137 У РІЗНИХ ҐРУНТАХ

Національний університет "Львівська політехніка",

79013, м. Львів, Бандери, 12, e-mail: dmytruk15@gmail.com;

Центр математичного моделювання ІППММ НАН України, Львів, Україна,

79005, м. Львів, Дудаєва, 15, e-mail: cher@cmm.lviv.ua,

Інститут механіки та прикладної інформатики Казимира Великого в Бидгощі, Польща

85-064, м. Бидгощ, Коперніка, 1. e-mail: czapla@ukw.edu.pl

За оцінками японських вчених радіоактивне забруднення від цезію-137, який потрапив в навколишнє середовище в результаті аварії на «Фукусіма-1» в 168 разів перевищило відповідні показники хіросимської трагедії. Якщо врахувати, що період піврозпаду цього радіоактивного елементу є 30,17 років, то завдання розробки засобів моніторингу і прогнозування поширення цезію у довкіллі є першочерговим. Дана робота присвячена якісному та кількісному опису та оцінці процесу міграції цезію-137 у зволоженому ґрунті. В області гравітаційно рухомого порового розчину ($v \approx 0 \div 3.5 \cdot 10^{-9} \text{ м/с}$) маємо коефіцієнт дифузії порядку $D_1 = 6 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{с}$, а в подвійних електричних шарах, що міцно зв'язані з поверхнею мінерального скелета, він значно менший $D_2 = 2 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2/\text{с}$ (піщаник), тобто транспорт ^{137}Cs відбувається переважно двома шляхами і супроводжується зміною стану частинок. Товщина приповерхневого шару Землі, в якому в більшості випадків оцінюється міграція ^{137}Cs , є біля 3м, а товщина тонких каналів конвективного переміщення ^{137}Cs є 10^{-3} м . Розроблена математична модель міграції забруднення в такого типу структурах, отримані аналітичні розв'язки крайових задач та проаналізовано закономірності розподілів концентрації та масових потоків в ґрунті. На цій основі розроблено пакет програм, який дає можливість враховувати вплив на них як геометричних характеристик структури так і фізико-хімічні властивостей ^{137}Cs та ґрунту. Комп'ютерне моделювання проведене на прикладі міграції ^{137}Cs у піщанику та вапняку.

V.GONCHARUK, V.DMYTRUK, Y.CHAPLYA, O.CHERNUKHA (UKRAINE, LVIV)
SIMULATION OF ^{137}Cs MIGRATION IN DIFFERENT SOILS

National university "Lviv Polytechnic",

S.Bandera St., 12, 79013, Lviv, Ukraine, e-mail: dmytruk15@gmail.com;

Centre of Mathematical Modelling IAPMM named after Y.Pidstrygach NAS of Ukraine

Dudayev St., 15, 79005, Lviv, Ukraine, e-mail: cher@cmm.lviv.ua;

Institute of Mechanics and Applied Informatics Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz;

Kopernik Str., 1, 85-064 Bydgoszcz, Poland; e-mail: czapla@ukw.edu.pl

According to Japanese scientists' estimations, the caesium-137 pollution, which ingress into the environment as a result of the accident at "Fukushima-1" in 168 times exceeds the Hiroshima tragedy. Due to the considerations that the period of half-decay of this radioactive substance is 30,17 years, the task of the development of monitoring, analysis, prediction and prevention of caesium spread into environment is priority. This paper is devoted to the quantitative and qualitative description and evaluation of process of caesium-137 migration in dampen soil. In domain of gravity moving pore solution ($v \approx 0 \div 3.5 \cdot 10^{-9} \text{ м/с}$) the diffusion coefficient is about $D_1 = 6 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{с}$, and in the electrical double layers tightly connected with the surface of mineral skeleton it is much smaller $D_2 = 2 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2/\text{с}$ (sandstone), that is ^{137}Cs transport occurs in two ways with changing the state of ^{137}Cs particles. The thickness of surface layer of Earth, where contaminants migrates mostly are evaluated, is about 3m, and the thickness of thin channels of convective transfer of ^{137}Cs is 10^{-3} м . The mathematical model of contamination migration in such type of structures is developed, the analytical solutions of boundary value problems are obtained and the regularities of concentration and mass flow distribution in soil are analyzed. On this basis the computing package was designed, which allows to take into account both the geometrical characteristics of the structure and physic-chemical properties of ^{137}Cs and soil. The simulation is carried out for ^{137}Cs migration in sandstone and limestone.

Developed, the analytical solutions of boundary value problems are obtained and the regularities of concentration and mass flow distribution in soil are analyzed. On this basis the computing package was designed, which allows to take into account both the geometrical characteristics of the structure and physic-chemical properties of ^{137}Cs and soil. The simulation is carried out for ^{137}Cs migration in sandstone and limestone.