

## ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ПОШИРЕННЯ ЛІКІВ У СТІНЦІ СУДИНИ

Юлія Турчин

Львівський національний університет ім. І. Франка,  
juliaturchyn@gmail.com

У роботі досліджується задача, що описує процес розповсюдження ліків у стінці судини при лікуванні атеросклерозу [1]. Ліки являють собою сукупність наночастинок, кожна з яких містить інкапсульовані біоактивні речовини. Після поглинання наночастинок тканиною стінок судин, процес їх подальшого переносу відбувається, в основному, за рахунок процесу адвекції-дифузії, при якому вивільняються інкапсульовані ліки, що забезпечує терапевтичний вплив на цільовій ділянці артерії.

Нехай  $\Omega$  – відкрита зв'язна обмежена множина в  $R^d, d=1,2,3$  з кусково-гладкою межею  $\Gamma$ . Необхідно знайти такі  $C_1, C_2$  – невідомі концентрації наночастинок і ліків, відповідно, що задовольняють рівняння:

$$\begin{cases} \frac{\partial C_1}{\partial t} + \nabla \cdot (VC_1) - \nabla \cdot (K_1 \cdot \nabla C_1) + \sigma_1 C_1 = 0, \\ \frac{\partial C_2}{\partial t} + \nabla \cdot (VC_2) - \nabla \cdot (K_2 \cdot \nabla C_2) + \sigma_2 C_2 = C_1 f, \end{cases} \quad (1)$$

а також початкові та граничні умови:

$$C_1(x, 0) = 0, \quad C_2(x, 0) = 0, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} n \cdot (K_1 \cdot \nabla C_1) + \lambda_1 (C_1 - C_{1,\infty}) &= 0, \\ n \cdot (K_2 \cdot \nabla C_2) + \lambda_2 (C_2 - C_{2,\infty}) &= 0, \end{aligned} \quad \text{на } \Gamma \times (0, T). \quad (3)$$

В ході першого числового експерименту для апроксимації розв'язку застосовано метод скінченних елементів із лінійними та квадратичними базисними функціями та виявлено, що у випадку значної переваги коефіцієнтів адвекції над коефіцієнтами дифузії [2], такий підхід призводить до втрати стійкості розв'язку.

У цій роботі запропоновано модифікацію методу скінченних елементів розв'язування сформульованої задачі на основі використання заміни

**Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2016»,  
25–27 травня 2016 р., Львів**

$$C(x,t) = U(x,t) \exp\left(-\frac{Vx}{2K} - \frac{t}{4K} V^2\right) \quad (4)$$

у варіаційному формулюванні задачі (1)-(3).

За результатами числових експериментів встановлено, що запропонована модифікація долає вищезгаданий недолік.

1. *Hossain S., Hossainy F., Bazilevs Y., Calo V., and Hughes T.* Mathematical modeling of coupled drug and drug-encapsulated nanoparticle transport in patient-specific coronary artery walls // *Comput Mech.* – 2012. – Vol. 49, Issue 2. – P. 213-242.
2. *Савула Я., Турчин Ю., Кім Н.* Комп'ютерне моделювання процесу перенесення ліків у живих тканинах // *Вісник ЛНУ ім. І. Франка. Серія прикл. матем.* – 2013. – Вип. № 19. – С. 93-98.

### **NUMERICAL ANALYSIS OF DRUG DISTRIBUTION IN VESSEL WALL**

*Mathematical and computer modeling of physiological processes in human body is relevant area of research. The research problem, describing the distribution of drugs in the vessel wall during catheter treatment of atherosclerosis, will help optimize the treatment. The mathematical model of the distribution of drug in artery walls was considered. During the first numerical experiment, it was found that in the case of actual biological and chemical numerical parameters, the solution obtained by finite element method with linear and quadratic basis functions, is unstable, due to a significant advantage of advection coefficients over diffusion coefficients. Problem was resolved by using exponential replacement in finite element method.*