

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI

**“TA’LIM JARAYONIGA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN’IY
INTELLEKTNI JORIY ETISH ISTIQBOLLARI”** mavzusida respublika ilmiy-
amaliy konferensiya

MATERIALLARI
2024-yil 7-iyun

Республиканская научно-практическая конференция по теме:
“ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС”
7-июня 2024 год

Republican scientific and practical conference on the topic:
“PROSPECTS OF INTRODUCING DIGITAL TECHNOLOGIES AND
ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE EDUCATIONAL PROCESS”
June 7, 2024



Termiz-2024

7. Xia Yuan, Wu Jichun, Zhou Luying. Numerical solutions of time-space fractional advection dispersion equations// ICCES, vol.9, no.2, pp.117-126

ДВУМЕРНАЯ ПЛАНОВАЯ ЗАДАЧА АНОМАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВА В ДВУХЗОННОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

а)Холлиев Ф.Б., б)Усмонов А.И. Товбоев Ж.М.

а,б)Самаркандский государственный университет, Самарканд, Узбекистан.

surxon88@bk.ru; a.usmonov.91@mail.ru.

В последние годы дробные дифференциальные уравнения стали важным инструментом математического моделирования явлений в различных областях. Использование таких уравнений обусловлено тем, что они позволяют более гибко и точно описать сложные явления, учитывая нелинейность, динамические изменения различных параметров и другие факторы, которые не всегда могут быть описаны дифференциальными уравнениями целого порядка.

Двухзонные среды очень часто встречаются в макроскопически неоднородных средах. В таких средах процессы переноса веществ протекают с проявлением внутреннего массообмена между различными зонами. Это существенно меняет общую картину фильтрации и переноса массы [1]. Уравнения переноса вещества для этих процессов в отличие от классических имеют дробные производные. Следовательно, объект может быть рассмотрен как макроскопически неоднородная фрактальная среда.

В данной работе изучается процесс аномального переноса вещества в неоднородной пористой среде, разделённой на две зоны, где происходит обмен массой между этими зонами. Одна из зон содержит неподвижную жидкость, и для описания процесса переноса в этой зоне используется кинетическое уравнение, учитывающее аномальность процесса. Другая зона содержит подвижную жидкость, и для неё применяется конвективно-диффузионное уравнение с учётом аномальности процесса.

Уравнение переноса вещества в двухзонной пористой среде, состоящей из зон с подвижной и неподвижной жидкостью, в двумерном случае записывается в виде [2-5]

$$\theta_m \frac{\partial c_m}{\partial t} + \gamma \theta_{im} \frac{\partial^\alpha c_{im}}{\partial t^\alpha} = \theta_m \left(D_{mx} \frac{\partial^\beta c_m}{\partial x^\beta} + D_{my} \frac{\partial^\beta c_m}{\partial y^\beta} \right) - v_{mx} \theta_m \frac{\partial c_m}{\partial x} - v_{my} \theta_m \frac{\partial c_m}{\partial y}, \quad (1)$$

где θ_m, θ_{im} – пористости зон; c_m, c_{im} – объемные концентрации вещества ($\text{м}^3/\text{м}^3$); D_{mx}, D_{my} – коэффициенты гидродинамической дисперсии в подвижной зоне ($\text{м}^2/\text{с}$); v_{mx}, v_{my} – средние скорости движения раствора ($\text{м}/\text{с}$), индекс m соответствует подвижной зоне, а im – неподвижной.

Наличие застойной (immobile) зоны учитывается на основе кинетического уравнения

$$\gamma\theta_{im} \frac{\partial^\alpha c_{im}}{\partial t^\alpha} = \omega(c_m - c_{im}), \quad (2)$$

где γ – коэффициент массообмена, $[\gamma] = T^{\alpha-1}$, $[\omega] = T^{-1}$, $0 < \alpha \leq 1$, $1 \leq \beta \leq 2$.

Поле давления определяется из аномального уравнения фильтрации, выведенного на основе аномального закона Дарси

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \chi_x \frac{\partial^{1+\delta_1} p}{\partial x^{1+\delta_1}} + \chi_y \frac{\partial^{1+\delta_2} p}{\partial y^{1+\delta_2}}, \quad (3)$$

где p – давление, χ_x и χ_y – пьезопроводности по направлениям x и y , β^* – коэффициент упругоёмкости среды, δ_1, δ_2 – показатели производной, $0 \leq \delta_1, \delta_2 \leq 1$.

Уравнение (1) выводится из аномальных законов Дарси

$$v_{mx} = -\frac{k_x}{\mu} \frac{\partial^{\delta_1} p}{\partial x^{\delta_1}}, \quad (4)$$

$$v_{my} = -\frac{k_y}{\mu} \frac{\partial^{\delta_2} p}{\partial y^{\delta_2}}, \quad (5)$$

k_x, k_y – проницаемости по направлениям x и y .

Уравнения (1) – (5) с начальными и граничными условиями решено численно [6]. Для решения задачи использовано метод конечных разностей.

Таким образом в двухзонной пористой среде аномальные явления переноса вещества и фильтрации жидкости достаточно хорошо описываются дифференциальными уравнениями с дробными производными. При этом изменение порядков производных может привести к «быстрой» или «медленной» диффузии вещества в среде.

Литература

1. Khuzhayorov B.Kh., Makhmudov J.M. Flow of suspension in two-dimensional porous media with mobile and immobile liquid zones // Journal of Porous Media, 2010. Vol. 13, No 5. P. 423-437.
2. Van Genuchten M.T., Wierenga P.J. Mass transfer studies in sorbing porous media I. Analytical solutions // Soil science society of America journal. 1976. Vol.40. N 4. P. 473-480. doi.org/10.2136/sssaj1976.03615995004000040011x

3. Khuzhayorov B.Kh., Viswanathan K.K., Kholliiev F.B., Usmonov A.I. Anomalous Solute Transport Using Adsorption Effects and the Degradation of Solute // Computation 2023. Vol. 11 P. 229. <https://doi.org/10.3390/computation11110229>
4. Khuzhayorov B., Usmonov A., Kholliiev F. Numerical Solution of Anomalous Solute Transport in a Two-Zone Fractal Porous Medium // International Conference on Actual Problems of Applied Mathematics and Computer Science. – Cham: Springer Nature Switzerland. 2022. P. 98-105. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34127-4_10
5. Khuzhayorov B., Usmonov A., Kholliiev F. Model of solute transport in a porous medium with multi-term time fractional diffusion equation //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing. 2024. Vol.3147. N1. <https://doi.org/10.1063/5.0210116>
6. Samarskii A.A. The theory of difference schemes. CRC Press. 2001.

YOMON SHARTLASHGAN CHIZIQLI ALGEBRAIK TENGLAMALAR SISTEMASINI REGULYARLASHTIRISH USULI BILAN TAQRIBIY YECHISH

Toyirov Akbar Xasanovich

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti dotsenti

Norqulov Furqat Maxmatmo‘minovich

Amaliy matematika mutaxassisligi magistranti

Matematik-fizikada masalalarni yo‘nalishiga nisbatan to‘g‘ri va teskari masalalarga bo‘lish qabul qilingan. Buni chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi (CHATS) ko‘rinishida misol keltiramiz:

$$\begin{aligned} k_{11}\varphi_1 + k_{12}\varphi_2 + \dots + k_{1M}\varphi_M &= f_1, \\ k_{21}\varphi_1 + k_{22}\varphi_2 + \dots + k_{2M}\varphi_M &= f_2, \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots & \\ k_{N1}\varphi_1 + k_{N2}\varphi_2 + \dots + k_{NM}\varphi_M &= f_N, \end{aligned} \tag{1}$$

yoki matritsa ko‘rinishida

$$K\varphi = f, \tag{2}$$

bu yerda K - $N \times M$ o‘lchamli matritsa (N satr va M ustun), φ - M o‘lchamli vektor (M ta proyeksiyadan iborat), f - N o‘lchamli vektor.

Ushbu tenglamalar sistemasi uchun to‘g‘ri masala f o‘ng qismni berilgan K matritsa va φ vektor bo‘yicha hisoblashdan iborat. Teskari masala – berilgan K , f bo‘yicha φ vektorni aniqlash, ya’ni (2) sistemani φ yechimlar vektoriga nisbatan yechishdan iborat. “Hayotiy tajriba” va chiziqli algebra kurslaridan kutish mumkinki, teskari masalaning yechimi

	SONLARNI KO'PAYTIRISHNING KARATSUBA USULIGA ASOSLANGAN FAKTORIZATSIYALASH ALGORITMI	
100.	Abduraximov B.F. GENETIK ALGORITMLAR YORDAMIDA SIMMETRIK SHIFRLASH ALGORITMLARINING NOCHIZIQ S- KOMPONENTNI SHAKLLANTIRISH MUAMMOLARI TAHLILI	314
101.	Amonov Sa'dulla, Mirzayeva Durdona VIRUSLAR VA UNING TURLARI. ANTIVIRUSLAR	316
102.	Allanov Orif Menglimurotovich, Abdimalikov Dilmurod Axad o'g'li MAVJUD KRIPTOGRAFIK KUTUBXONALARNING TAHLILI	319
	TESKARI VA KORREKTMAS MASALALAR.	326
103.	Aripov M., Nigmanova D., Samy. S.R. Mahmoud Hassan TO NUMERICAL MODELING OF THE NONLINEAR PROCESSES HEAT CONDUCTIVITY IN TWO COMPONENTIAL MEDIA	326
104.	Хужаёров Б.Х., Махмудов Ж.М., Акрамов Ш.Б., Эшназаров Р.Ғ. ЗАДАЧА АНОМАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ В ОДНОМЕРНОЙ ОДНОРОДНОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ	341
105.	Хужаёров Б.Х., Джиянов Т.О., Зокиров М.С., Холдорова З.Р. ОБОБЩЕННАЯ РЕЛАКСАЦИОННАЯ ДРОБНО- ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ	344
106.	Khuzhayorov B., Eshdavlatov Z., Rajabboev Sh. ANOMALOUS SOLUTE TRANSPORT IN THE ELEMENT OF FRACTURED-POROUS MEDIUM TAKING INTO ACCOUNT NONEQUILIBRIUM ADSORPTION	347
107.	Холлиев Ф.Б., Усмонов А.И., Товбоев Ж.М. ДВУМЕРНАЯ ПЛАНОВАЯ ЗАДАЧА АНОМАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВА В ДВУХЗОННОЙ ФРАКТАЛЬНОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ	351