

В.М. БУЛАВАЦЬКИЙ

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, Київ, Україна,
e-mail: v_bulav@ukr.net.

В.О. БОГАЄНКО

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ, Київ, Україна,
e-mail: sevab@ukr.net.

КРАЙОВІ ЗАДАЧІ ДРОБОВО-ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ ЗА ПРОСТОРОМ І ЧАСОМ ФІЛЬТРАЦІЙНОЇ ДИНАМІКИ В ТРІЩИНУВАТО-ПОРИСТОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Анотація. Одержано замкнені розв'язки деяких нестационарних крайових задач фільтраційної динаміки в тріщинувато-пористих пластах, що поставлені в рамках дробово-диференційних математичних моделей з урахуванням просторово-часової нелокальності процесу. Математичні моделі аномальної фільтраційної динаміки сформульовано з використанням похідних Хільфера або Капуто за часовою змінною та Рімана–Ліувілья за геометричною змінною. Разом з прямими задачами фільтрації розглянуто обернену крайову задачу щодо визначення невідомої функції джерела, залежної лише від геометричної змінної. Наведено умови існування регулярних розв'язків цих задач.

Ключові слова: математичне моделювання, дробово-диференційна динаміка фільтраційних процесів, тріщинувато-пористі середовища, неklasичні моделі, похідні Хільфера, Капуто та Рімана–Ліувілья, крайові задачі, замкнені розв'язки, чисельні розв'язки.

ВСТУП

Зростання обсягів промислового виробництва, широкий розвиток меліорації, будівництва підземних споруд та комунікацій, а також розуміння важливості процесів, які відбуваються в приповерхневих шарах земної кори, зумовили актуалізацію досліджень ґрунтово-гідрогеологічних систем і явищ масо- та теплопереносу в них. Для управління водними ресурсами та прогнозування їхньої динаміки, розвитку і впливу на екологічний стан довкілля важливе значення мають методи теоретичного дослідження особливостей перебігу геофільтраційних процесів, зокрема методи їхнього математичного і комп'ютерного моделювання [1–5]. Математичне моделювання закономірностей та особливостей динаміки фільтраційних процесів переносу в складних гідрогеологічних умовах є актуальним напрямком геоінформатики і геоматематики. Зазначимо, що більшість відомих математичних моделей процесів переносу в геопористих середовищах базуються на класичних законах переносу, які можуть бути недостатньо адекватними за умов суттєвого відхилення системи від рівноважного стану [6, 7]. У зв'язку з цим актуальною є проблема пошуку і побудови нових, адекватніших математичних моделей процесів переносу, що базуються на законах переносу, справедливих за умов суттєвого відхилення від рівноважного стану системи. Ефективний підхід до моделювання процесів переносу в таких системах ґрунтується на використанні апарату інтегро-диференціювання дробового порядку, в межах якого на цей час побудовано низку неklasичних математичних моделей переносу та одержано нові цікаві результати [4, 5, 8–15].

У роботі побудовано аналітичні розв'язки деяких одновимірних нестационарних крайових задач стосовно нових, неklasичних фільтраційних математичних моделей в тріщинувато-пористих середовищах. Зазначені математичні моделі описують дробово-диференційну динаміку геофільтраційних процесів за умов як просторової, так і часової нелокальностей.