

Відомості про доповідача: Богаєнко Всеволод Олександрович, к.т.н.,
с.н.с. лаб. №141 Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України,
email: sewab@ukr.net , телефон: +38067-425-64-72

Назва доповіді: Математичне та комп'ютерне моделювання
гідрогеоміграційних процесів з неklasичною динамікою на основі
високопродуктивних обчислювальних алгоритмів

Тези доповіді:

У доповіді представлено результати стосовно створення комплексу нових методів та засобів математичного і комп'ютерного моделювання аномальних гідрогеоміграційних процесів на основі дробово-диференціального підходу шляхом побудови нових математичних моделей, що враховують фактори часової та просторової нелокальності при перебігу складних процесів масотеплоперенесення у геосередовищах, та побудови класу високопродуктивних алгоритмів розв'язання відповідних цим моделям початково-крайових задач, зокрема, паралельних алгоритмів для систем зі спільною та розподіленою пам'яттями, які дозволяють суттєво збільшити швидкодію моделювання відповідних процесів.

Зокрема, стосовно задач моделювання процесів конвективної дифузії розчинних речовин, процесів фільтраційної консолідації насичених сольовими розчинами ґрунтових середовищ та конвективно-дифузійних процесів при врахуванні явищ масообміну побудовано серію дробово-диференційних математичних моделей, поставлено початково-крайові задачі, розроблено скінченно-різницеві алгоритми їх розв'язання та чисельно досліджено особливості динаміки відповідних процесів.

Розроблено клас паралельних алгоритмів для систем з розподіленою пам'яттю щодо локально-одновимірних схем розщеплення при їх застосовуванні до дробово-диференціальних рівнянь, які містять похідну Капуто-Герасимова за часовою змінною, з використанням одновимірного та червоно-чорного блокового розподілу даних.

Розроблено клас паралельних алгоритмів для графічних процесорів у випадку моделей перенесення з похідними Капуто-Герасимова та ψ -похідною Капуто як за часовою, так і за просторовими змінними, зокрема таких, що використовують можливості низькорівневої оптимізації.

Розроблено обчислювальні процедури апроксимації похідних Капуто-Герасимова, Атангана-Балеану та ψ -похідної Капуто на основі розкладення у ряди ядер інтегральних операторів та методики розділення змінних, використання яких при моделюванні геоміграційних процесів дозволяє знизити обчислювальну складність на одному кроці за часом з лінійної до логарифмічної чи близької до сталої.

На основі обчислювальних процедур апроксимації похідних Капуто-Герасимова та ψ -похідної Капуто розроблено паралельні алгоритми розв'язання багатовимірних початково-крайових міграційних задач з відповідними похідними за просторовими змінними, що дискретизуються згідно з локально-одновимірними скінченно-різницевиими схемами, на системах з розподіленою пам'яттю. Запропонована схема розподілення даних, що є поєднанням одновимірної та червоно-чорної схем, і дозволяє отримувати вищу за схему з одновимірним розподілом швидкодію при невеликій кількості залучених обчислювальних ресурсів та більшу масштабованість у порівнянні з червоно-чорною схемою.

Для тривимірного рівняння дифузії з ψ -похідними Капуто як за часом, так і за просторовими змінними, досліджено точність та швидкодію неявних скінченно-різницевих схем та схем розщеплення при їх застосуванні разом з алгоритмами, направленими на підвищення швидкодії проведення обчислень та розроблено алгоритм автоматичного вибору оптимальної обчислювальної схеми.

На основі розроблених методів та алгоритмів, розв'язано ряд задач дробово-диференціального моделювання вологоперенесення у зрошувальному землеробстві згідно з моделями, що містять похідні Капуто-Герасимова та ψ -похідні Капуто. Запропонована методика їх прикладного застосування, у якій для ідентифікації параметрів методами рою частинок та генетичного програмування використовуються вимірювання вологості ґрунту чи всмоктуючих тисків на початковому етапі вегетації рослин, після чого проводиться прогнозне моделювання на декілька циклів зрошення з повторною ідентифікацією параметрів за необхідності. Це дозволяє виконувати коротко чи середньострокові прогнози водопотреби для використання їх при економічному плануванні, а також визначати найточнішу у конкретних умовах та на конкретній стадії розвитку рослин модель оцінювання евапотранспірації.