

МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ МІСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ

Бреславський Д.В., Броварник О.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Використання методів математичного моделювання у нових областях науки є перспективним шляхом для відтворення базових закономірностей процесів на якісному та кількісному рівнях. Однією з таких можливостей є застосування математичних методів аналізу даних та їхнього подальшого використання при комп'ютерному моделюванні соціальних процесів. Доповідь присвячено опису математичної моделі, методу та алгоритмів розв'язання задачі опису нестационарного процесу динаміки міських популяцій.

Область визначення задачі є двовимірною та моделює деяку країну у певний історичний період. Як граничні розглядаються умови другого роду у формі потоку населення через кордони. Розглядається функція нестационарного та залежного від координат зростання/зменшення населення за областю визначення задачі. За аналізом різниці між потоками населення, яка складається з вхідного та вихідного потоків, його змінювання всередині країни та швидкості змінювання населення у часі отримується диференціальне рівняння другого порядку у частинних похідних відносно величини густини потоку переміщення населення в двох напрямках.

Отримане диференціальне рівняння розв'язується з застосуванням різницевого методу інтегрування за часом. На кожному кроці інтегрування задача розв'язується з використанням методу зважених відхилів у формі Гальоркіна. Після переходу до слабкого формулювання та кусково-визначених базисних функцій задача переформулюється для використання методу скінченних елементів (МСЕ). Застосовано двовимірний скінченний елемент у формі трикутника з лінійними функціями форми. Праві частини отримуються за визначенням функцій джерел та граничних умов другого роду. За розв'язанням на кожному кроці за часом отриманої системи лінійних алгебраїчних рівнянь МСЕ визначаються області значної концентрації населення.

Для реалізації розробленого підходу та методу розв'язання задачі створено програму мовою C++. Основні скінченноелементні алгоритми й підходи до проектування та розробки постпроцесорної програми описано у [1]. Виконано моделювання процесів зростання міст та динаміки популяцій на теренах сучасної України та наближених територій, що складали державу Київських князів у X–XI сторіччях. Отримані дані порівняно з датасетами, отриманими при аналізі інформаційних джерел за допомогою розроблених програм [1].

Література:

1. Бреславський Д., Броварник О. Використання методу зважених відхилів у формі МСЕ для апроксимації двовимірних розподілів // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Динаміка та міцність машин. – 2024. – №. 1. – С. 36-41.