

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЧИСЛЕНЬ ПРИ ЧИСЕЛЬНОМУ РОЗВ'ЯЗАННІ АЕРОДИНАМІЧНИХ ЗАДАЧ У РОЗПОДІЛЕНОМУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Національний авіаційний університет

*Проводиться дослідження обчислювальної ефективності процесів чисельного розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності, породжених аеродинамічними задачами, у розподіленому обчислювальному середовищі. Порівнюється ефективність обчислень за різних умов організації розрахунків.*

### **Наукова задача дослідження**

Багато наукових та прикладних задач, зокрема – задач аеро- та гідродинаміки, зводяться до чисельного розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) великої розмірності. Внаслідок стрімкого розвитку багатоядерних та багатопроцесорних комп'ютерних платформ, комп'ютерних мереж, техніки розподілених обчислень актуальною стала задача розробки та дослідження нових ефективних методів розв'язання таких систем рівнянь у розподіленому обчислювальному середовищі з розпаралелюванням операцій.

### **Аналіз публікацій. Сучасний стан проблеми**

Робота над розв'язанням вказаної проблеми ведеться, головним чином, у трьох напрямках. По-перше, пропонуються математичні методи, орієнтовані на чисельне розв'язання систем алгебраїчних рівнянь великої розмірності [1, 2]. По-друге, пропонуються алгоритми розв'язання, орієнтовані на реалізацію в обчислювальному середовищі, що складається з окремих, певною мірою незалежних процесорів [3]. По-третє, розробляються протоколи, програмне забезпечення та спеціалізовані апаратні рішення для підтримки таких обчислень з боку програмного середовища та інфраструктури [4, 5, 6]. Для оцінки та порівняння створених паралельних методів та рішень розроблені та використовуються ряд показників якості.

В статті [7] автор запропонував ітераційний метод отримання розв'язку

СЛАР на основі застосування другого методу Ляпунова. За цим методом вдається з початкової системи рівнянь отримати диференційне рівняння щодо вектора розв'язків  $X$ , яке не містить інших невідомих величин, і може бути розв'язане шляхом чисельного інтегрування на ЕОМ. Був також запропонований можливий підхід до розпаралелювання обчислень, що робить можливим застосування методу в розподіленому середовищі.

### **Ціль статті**

Метою даної статті є дослідження продуктивності обчислень за методом розв'язання СЛАР великої розмірності, запропонованим у [7]. Для цього необхідно: запропонувати показники якості обчислень та процесів передачі даних, що є складовими паралельних обчислень; оцінити їх значення та дослідити можливості впливу на ці показники за рахунок вибору параметрів структури обчислень в рамках методу.

### **Основна частина**

Нехай розв'язується система  $n$  лінійних алгебраїчних рівнянь

$$AX = B, \quad (1)$$

де  $A$  – задана квадратна матриця  $n \times n$  з дійсними постійними елементами,  $B$  – заданий постійний вектор з дійсними елементами розмірності  $n$ ,  $X$  – вектор з дійсними компонентами (вектор розв'язків) розмірності  $n$ .

Оцінимо спочатку обчислювальну трудомісткість одного кроку ітерації для

послідовного алгоритму, що застосовується до розв'язання задачі розмірності  $n$ .

### **Висновки. Перспективні напрямки подальших досліджень**

В статті розглянуто питання оцінки обчислювальної ефективності методу чисельного розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності на основі другого методу Ляпунова в розподіленому обчислювальному середовищі. На основі даних чисельного експерименту запропоновано послідовність параметрів алгоритму, що дозволить підвищити ефективність розрахунків.

Напрямки, за якими необхідні подальші дослідження: оцінити виграв в ефективності за умови розпаралелювання матричних операцій; обґрунтувати мотиви раціонального вибору розрядності  $l$  в залежності від розмірності задачі  $n$  та параметрів організації розрахунків

### **Список літератури**

1. *P. Benner*. Solving large-scale control problems //IEEE Control Systems Magazine. – 2004. – № 14(1). – Pp. 44-59.
2. *Шестаков А.А.* Обобщенный прямой метод Ляпунова для систем с распределенными параметрами. – М.: КомКнига, 2007. – 320 с.

3. *P. Pattnaik, K. Ekanadham, J. Jann*. Autonomic computing and Grid //Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality. – Wiley, 2003. – Pp. 351-362.

4. *Б. Н. Четверушкин, Е. В. Шильников*. Вычислительный и программный инструментарий для моделирования трехмерных течений вязкого газа на многопроцессорных системах //Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2008. – № 48, т. 2. – С. 309-320.

5. *K. Li*. Fast and scalable parallel matrix computations with reconfigurable pipelined optical buses //Parallel Algorithms and Applications. – Morgan-Kaufmann, 2004. – Vol. 19, No. 4. – Pp. 195-209.

6. *C. Hoge, D. Keith, A. Malony*. Client-side task support in Matlab for concurrent distributed execution //Distributed and Parallel Systems. From Cluster to Grid Computing. – Springer, 2007. – Pp. 113-122.

7. *Глазок О.М.* Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь для синтезу закону керування літальним апаратом з урахуванням нестационарності аеродинамічних характеристик //Проблеми інформатизації та управління. – 2009. – №4(28). – С.36-39.

УДК 519.612 (045)

*О.М. Глазок, к.т.н. (Національний авіаційний університет, Україна)*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБЧИСЛЕНЬ ПРИ ЧИСЕЛЬНОМУ РОЗВ'ЯЗАННІ АЕРОДИНАМІЧНИХ ЗАДАЧ У РОЗПОДІЛЕНОМУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

*Проводиться дослідження обчислювальної ефективності процесів чисельного розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності, породжених аеродинамічними задачами, у розподіленому обчислювальному середовищі. Порівнюється ефективність обчислень за різних умов організації розрахунків.*

УДК 519.612 (045)

*А.М. Глазок, к.т.н. (Національний авіаційний університет, Україна)*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ  
ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В  
РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ**

*Проводится исследование вычислительной эффективности процессов численного решения систем линейных алгебраических уравнений большой размерности, порожденных аэродинамическими задачами, в распределенной вычислительной среде. Сравнивается эффективность вычислений при разных условиях организации расчетов.*

UDC 519.612 (045)

*O.M. Glazok, c.t.s. (National Aviation University, Ukraine)*

**INVESTIGATION OF CALCULATIONS' PRODUCTIVITY AT SOLVING THE  
AERODYNAMIC PROBLEMS IN DISTRIBUTED COMPUTING ENVIRONMENT**

*Research of calculable efficiency of processes of numeral solution of the systems of linear algebraic equations of large dimension, produced by aerodynamic problems, in distributed computing environment, is conducted. Efficiency of calculations at different conditions of organization of calculations is compared.*