

УДК 621.3.049.77

Д.В. Петров, Д.В. Федасюк

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра САПР

**МЕРЕЖЕВА СИСТЕМА ТЕПЛООВОГО ПРОЕКТУВАННЯ МЕП**

© Петров Д.В., Федасюк Д.В., 2002

Розглядається розроблена авторами мережева система теплового проектування мікроелектронних пристроїв (МЕП), інваріантних до конструктивно-технологічного виконання. Викладаються концептуальні засади розробленої системи та наводиться її архітектура, побудована на основі кросплатформної технології розподілених обчислень CORBA. Подається програмна реалізація інтерфейсів користувача для взаємодії з системою як в межах локальної мережі, так і через мережу Інтернет.

The network system developed by the authors and intended for thermal design of microelectronic components of various embodiments is described. The system concept and the system architecture built on the basis of CORBA distributed technology are presented. The software implementation of user interfaces that serve for the interaction with the system via Intranet and Internet is given.

**1. Вступ. Тенденції розвитку засобів автоматизації теплового проектування**

Сьогодні на ринку інженерного програмного забезпечення представлена ціла низка систем теплового моделювання. Серед найбільш відомих та поширених засобів теплового аналізу можна відзначити системи FLO THERM від FLOMERICS Ltd., ICEPAK від Fluent Inc. та ICEM-CFD Engineering, SAUNA від Thermal Solutions Inc., TAS від Harvard Thermal Inc. та інші [1].

В програмних продуктах та анонсованих планах розробників засобів автоматизації теплового моделювання простежуються певні тенденції, найбільш очевидними з яких є такі:

- Інтеграція з інформаційною мережею Інтернет для забезпечення віддаленого доступу до ресурсів системи.
- Розподілення ресурсомістких математичних розрахунків між обчислювальними засобами в локальній мережі.
- Розробка механізмів для підтримки повноти та актуальності інформаційних даних, необхідних при теплового проектуванні.
- Реалізація задач оптимізації та синтезу, спрямованих на прискорення пошуку та покращання якості проектних рішень.
- Інтеграція з іншими програмними засобами автоматизації проектувальних робіт в рамках спільного проектування.

Зазначені тенденції зумовлені особливостями актуальних задач теплового проектування, розвитком комп'ютерних технологій, а також поширенням нових методів та підходів в області проектування [2, 3]. Специфіка існуючих тенденцій вимагає застосування кардинально нових рішень та підходів під час розроблення програмних засобів автоматизації теплового проектування і не дає змогу розв'язувати поставлені задачі локальним вдосконаленням та модифікацією існуючих програмних продуктів.



Структурно система iTSim складається з семи функціонально завершених програмних компонентів: *препроцесора*, *процесора*, *постпроцесора*, *бази даних*, *локального клієнта*, *Web-інтегратора* та *віддаленого клієнта*. Базово кожен з компонентів системи орієнтований на роботу на окремому одному або кількох комп'ютерах, які з'єднані мережею і відіграють роль або серверів, або робочих станцій.

Взаємодія процесора з препроцесором та постпроцесором, а також взаємодія цих трьох компонентів з Web-інтегратором та локальним клієнтом здійснюються на основі технології CORBA за допомогою реалізованих в препроцесорі, процесорі та постпроцесорі CORBA-інтерфейсів, як це показано на рис. 2. Вказані CORBA-інтерфейси можуть бути використані також для інтеграції системи iTSim з будь-якими зовнішніми системами, які підтримують технологію CORBA.

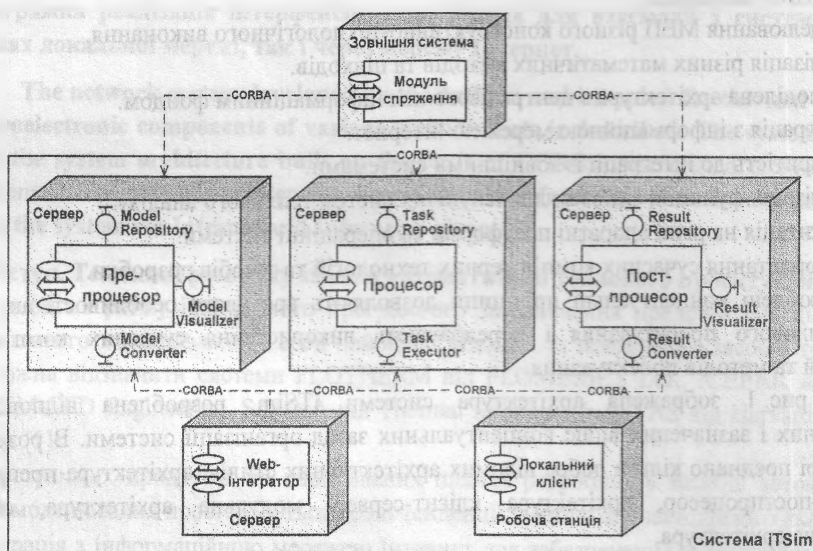


Рис. 2. Взаємодія компонентів системи через CORBA-інтерфейси

При передачі між компонентами системи, а також під час зберігання в базі даних, всі інформаційні дані представляються в XML форматі, який має високу гнучкість та здатність до розширення.

Взаємодія препроцесора, процесора та постпроцесора системи з базою даних відбувається за допомогою стандартних SQL-запитів, що дозволяє використовувати різні фізичні реалізації баз даних з підтримкою стандартних засобів мови SQL.

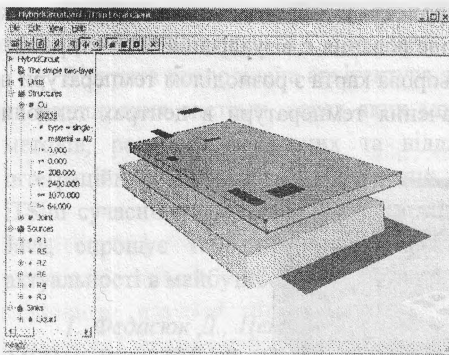
Інформаційна взаємодія між Web-інтегратором та віддаленим клієнтом виконується через мережу Інтернет за стандартним протоколом HTTP з можливістю застосування власного протоколу.

### 3. Інтерфейси користувача для теплового проектування в локальній мережі

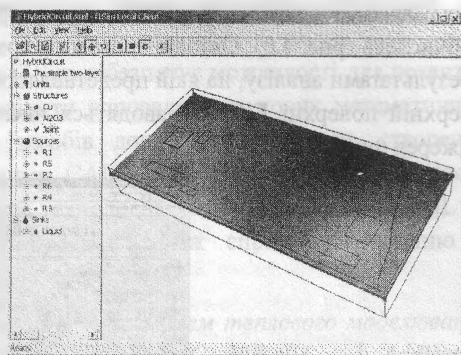
Для взаємодії користувача з системою iTSim в межах локальної мережі використовується локальний клієнт системи, який орієнтований на платформу Win32 і реалізований на мові програмування C++ із використанням графічних бібліотек OpenGL.

Локальний клієнт дозволяє оперувати тепловими моделями МЕП різного конструктивно-технологічного виконання і має такі основні функціональні можливості:

1. Візуальна побудова теплових моделей МЕП із забезпеченням їх тривимірної графічної візуалізації з можливістю масштабування, переміщення та обертання зображень (рис. 3.а).
2. Формування завдань моделювання для виконання стаціонарного температурного аналізу, нестаціонарного температурного аналізу та конструктивно-параметричного пошуку.
3. Відображення результатів моделювання накладанням кольорових температурних карт на тривимірні каркаси теплових моделей із можливістю масштабування, переміщення та обертання одержаних зображень (рис. 3.б).



а



б

Рис. 3. Побудова теплової моделі МЕП – а) і візуалізація результатів теплового моделювання – б) за допомогою локального клієнта

На всіх етапах теплового проектування локальний клієнт взаємодіє з серверною частиною системи iTSim за допомогою реалізованих в препроцесорі, процесорі та постпроцесорі CORBA-інтерфейсів, як це показано на рис. 2.

В реальній робочій конфігурації системи iTSim може бути довільна кількість локальних клієнтів, встановлених на окремих робочих станціях, що під'єднані до спільної локальної мережі. Система iTSim підтримує багатокористувацький режим роботи і забезпечує розподіл даних між користувачами.

#### 4. Засоби віддаленого теплового моделювання через мережу Інтернет

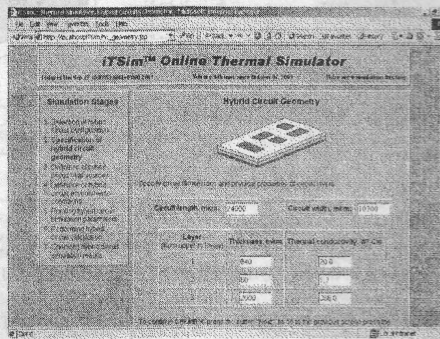
Віддалена взаємодія з системою iTSim здійснюється за допомогою Web-інтегратора, побудованого на базі стандартного JSP-сервера, та віддаленого клієнта. Віддалений користувач, використовуючи звичайний Web-браузер, під'єднується до JSP-сервера Web-інтегратора і посилає запит на відповідні JSP-сторінки, в яких логіка функціонування, представлена Java-кодом, поєднана з візуальною інформацією, описаною на мові HTML. Звернення до серверних компонентів системи iTSim здійснюється безпосередньо з Java-коду JSP-сторінок через засоби CORBA.

Існуюча реалізація Web-інтегратора забезпечує моделювання стаціонарних температурних полів в ГІС, що складаються з одного, двох або трьох шарів, виконаних з різного матеріалу, та містять від одного до десяти плоских джерел тепловиділення, розміщених на поверхні структури. Верхня і нижня поверхні структури можуть знаходитися

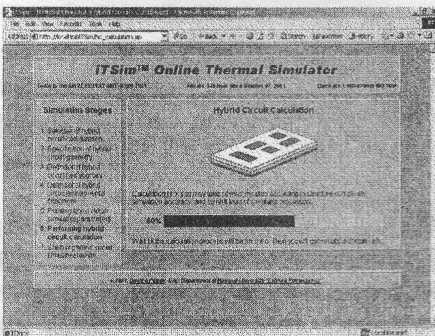
в конвективному теплообміні з оточуючим середовищем, а для нижньої поверхні також може бути задана умова ізотермічності.

Теплове моделювання ГС для віддаленого користувача системи iTSim складається з семи послідовних кроків, кожному з яких відповідає своя JSP-сторінка з динамічною інформацією та формами для заповнення. Організаційно така схема моделювання збігається із сценаріями, реалізованими в інших Web-орієнтованих системах теплового аналізу [6, 7].

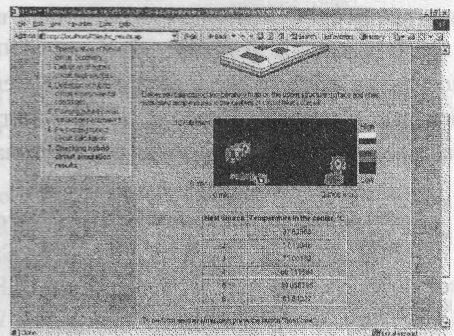
На перших чотирьох кроках відбувається визначення конфігурації та геометрії об'єкта моделювання (рис. 4.а), специфікація параметрів джерел тепловиділення та вибір умов теплообміну з оточуючим середовищем. На п'ятому кроці визначаються параметри обчислювального процесу, які впливають на точність результатів та час розрахунку. Наступним кроком є, власне, сам процес теплового розрахунку, в ході якого користувач регулярно одержує інформацію про перебіг процесу у вигляді виконаного відсотка обчислень (рис. 4.б). Останнім, сьомим кроком моделювання є візуалізація Web-сторінки з результатами аналізу, на якій представляється кольорова карта з розподілом температури на верхній поверхні ГС та наводяться числові значення температури в центрах теплових джерел (рис. 4.в).



а



б



в

Рис. 4. Визначення геометрії структури ГС – а), відображення інформації про перебіг обчислювального процесу – б) та візуалізація результатів температурного аналізу – в) за допомогою засобів віддаленого моделювання

Варто відзначити, що орієнтація на температурний аналіз багатопарових ГС обумовлена лише закладеною у Web-інтеграторі реалізацією. Модифікацією Web-інтегратора можна розширити як коло допустимих об'єктів моделювання, так і спектр

розв'язуваних задач. Характерно, що вказана модифікація не потребуватиме жодних змін в серверних компонентах системи – прероцесорі, процесорі та постпроцесорі.

### 5. Висновки. Шляхи та напрямки подальшого розвитку системи iTSim

За своїми принципами організації, архітектурою та використаними технологіями розроблена система теплового проектування МЕП суттєво відрізняється від існуючих програмних засобів аналогічного призначення. Завдяки орієнтації на моделювання МЕП різного конструктивно-технологічного виконання, реалізації різних математичних методів та підходів, застосуванню розподіленої архітектури з централізованим інформаційним фондом, а також забезпеченню інтеграції з мережею Інтернет та іншими засобами проектування, розроблена система здатна підвищити якість та точність теплового проектування нових мікроелектронних виробів, а також скороти необхідний на проектування час.

Відкрита розподілена архітектура системи iTSim забезпечує можливості для розвитку та розширення системи, серед яких можна виділити впровадження нових математичних методів, розвиток локальних та віддалених засобів доступу до системи, створення інтеграційних модулів для спряження з відомими САПР тощо. Застосування в системі iTSim сучасних та перспективних комп'ютерних технологій, таких, як CORBA, XML та Java, спрощує та полегшує модифікацію системи, а також сприяє збереженню її актуальності в майбутньому.

1. Федасюк Д., Петров Д., Левус Є. Аналіз сучасних систем теплового моделювання МЕП // Вісн. ДУ "Львівська політехніка". – 2000. – №387 – С. 398-403.
2. Addison S. Thermal Analysis moves into the 21st century // *Electronics Cooling* – 2000. – Vol. 6, №1.
3. Петренко А.І. "Комп'ютерне проектування в інформаційному середовищі Інтернет" // Наукові Вісті НТУУ "Київський політехнічний інститут" – 1998. – №2. – С. 11–22.
4. Koval V., Fedasyuk D., Farmaga I., Mikhalchuk M. MONSTR: The Simulator of the Thermal Design of Electronic System // *Proceeding of the 2nd Advanced Training Course Mix VLSI'95, Krakow, Poland.* – 1995. – P. 164–169.
5. Федасюк Д.В., Петров Д.В., Левус Є.В. Застосування теплоелектричної аналогії в тепловому моделюванні МЕП // Вісн. ДУ "Львівська політехніка". – 1998. – №352. – С. 42–51.
6. Fedasyuk D., Petrov D., Levus E. Web-Based Thermal Simulator WebTAFS // *Збірник наукових праць Української академії друкарства "Комп'ютерні технології друкарства"* – 2001. – №6. – С. 146–152.
7. Інформація з мережі Інтернет: <http://www.national.com/appinfo/webench/webtherm/>