

УДК 621.396.6.049.77:681.3

Л. Смеркло, В. Беген, Г. Масютін

Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут

«МІКРОН» – СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ І ФОТОШАБЛОНІВ ГІБРИДНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ МОДУЛІВ

© Смеркло Л., Беген В., Масютін Г., 2002

Розглянуто САПР загалом та коротко описано її 4 складові підсистеми.

The computer-aided design (CAD) system is considered in this paper and its 4 subsystems are described.

САПР «МІКРОН» розроблялась в 1997-2000 роках спеціально для персональних ЕОМ типу IBM PC і на основі широко розповсюджених у 70-і та 80-і роки (в країнах колишнього СРСР) САПР РАПИРА-4МП та програмно-методичних комплексів ПРАМ4.8/МП2 та ЛИСАП-4/ФНУ, які базувались на ЕОМ ряду СМ4 [1]. При цьому забезпечувалась максимальна спадкоємність технологічного процесу проектування. Як базову графічну систему було вибрано систему AUtoCAD [2], яка з 90-х років набула широкого розповсюдження в цілому світі. Однією з суттєвих її переваг є відкритість до модифікацій та адаптацій користувачами.

Сьогодні САПР «МІКРОН» складається з 4 підсистем: «ПОТОП», «КОРА», «САДОК» та «ПАТІК». Кожна з цих підсистем побудована як самостійна складова і автоматизує такі етапи проектування гібридних інтегральних модулів (ГІМ):

- введення топологічної інформації;
- контрольно-розрахункові операції;

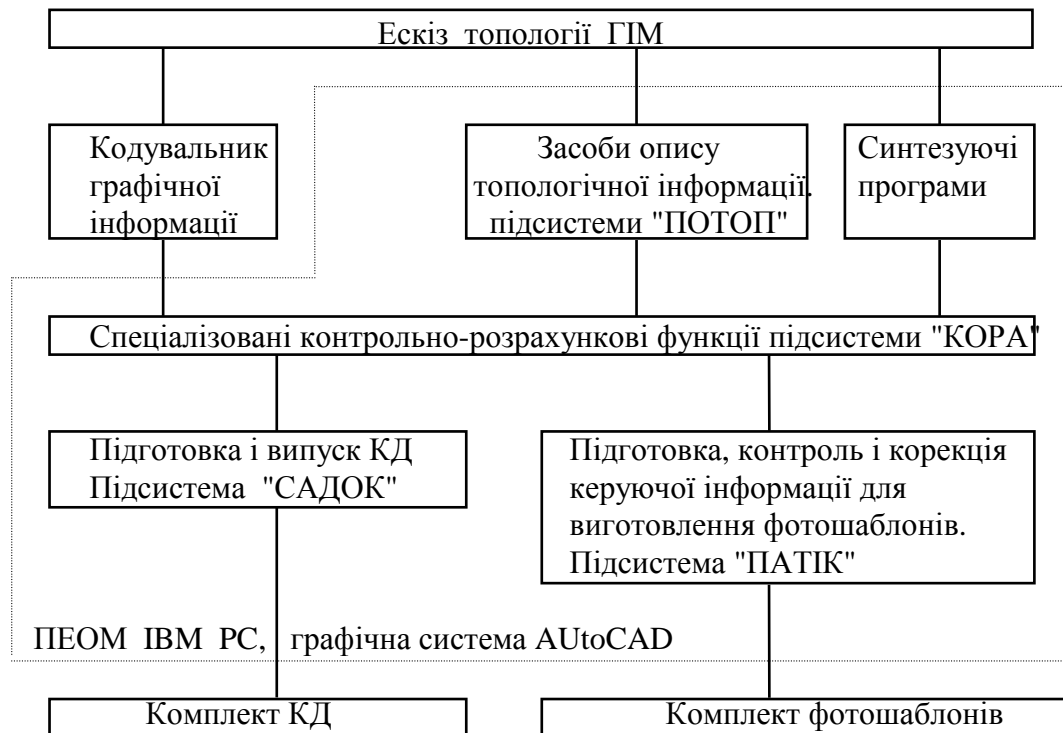


Рис.1. Конфігурація програмно-технічних засобів проектування в САПР «МІКРОН»

- підготовка і випуск конструкторської документації;
- підготовка інформації для виготовлення фотошаблонів.

На рис. 1 показано конфігурацію програмно-технічних засобів проектування конструкторської документації та фотошаблонів ГІМ за допомогою САПР «МІКРОН». Коротко розглянемо основні можливості кожної з підсистем.

Підсистема «ПОТОП» забезпечує опис топологічної інформації з використанням таких аналогів базових елементів мови ЯР-4МП (див. рис.2 – б), як PR (прямокутник), NT (низькочастотний тракт), WT (високочастотний тракт), SP (спіраль), PU (багатоваріантний направлений розгалужувач), доповнюючи тим самим описові можливості системи AUtoCAD. Інші ж базові елементи мови ЯР-4МП мають аналоги в описових (КО - полілінія, ОК - круг і т.д.) або редагуючих (SE - масив) можливостях графічної системи. Засоби опису топології підсистеми «ПОТОП» написані на LISP-мові і вмонтовані в описові можливості AUtoCADу.

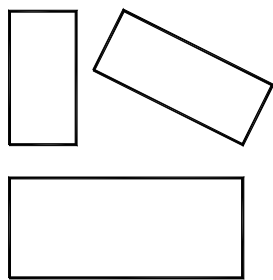


Рис. 2. Прямокутники

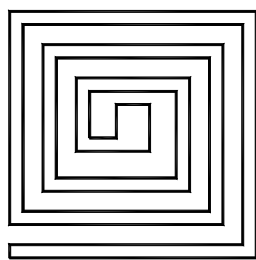


Рис. 3. Спіраль

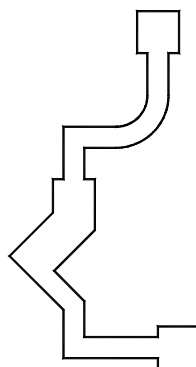


Рис. 4. НЧ-тракт

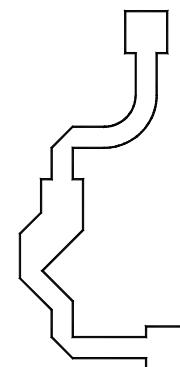


Рис. 5. ВЧ-тракт

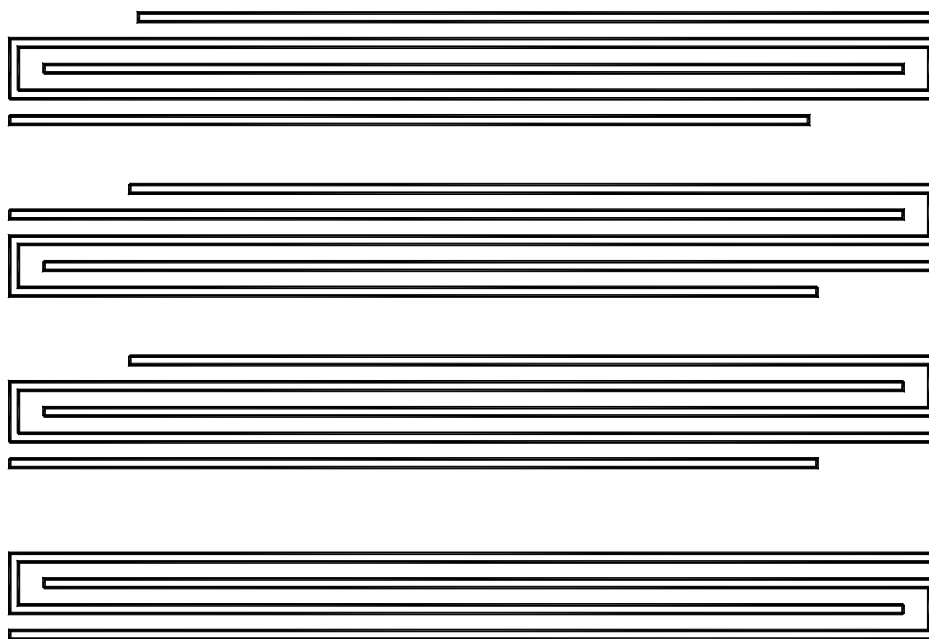


Рис. 6. Направлені розгалужувачі чотирьох типів

Підсистема «КОРА» реалізує спеціалізовані контрольно-розрахункові функції, необхідні при проектуванні МЕА, а саме:

- розрахунок плівкових резисторів для тонкоплівкової технології виготовлення;
- розрахунок плівкових резисторів для товстоплівкової технології виготовлення;
- розрахунок плівкових індуктивностей;
- розрахунок площі металізації;
- контроль координат та розмірів топологічної інформації методом перерізу відрізком;
- контроль топологічної інформації на повторюваність та замкнутість контурів з автоматичним здійсненням редагуючих дій.

Програми розрахунку плівкових елементів функціонують як самостійні програми за межами АВТОКАДу з протоколюванням результатів розрахунку, інші ж написані на LISP-мові і доповнюють графічну систему.

Підсистема «САДОК» забезпечує автоматизацію підготовки та випуску конструкторської документації (складальних та подетальних креслень). Сюди входить набір таких бібліотечних заготовок, як:

- набір стандартизованих рамок зі штампами для відповідних форматів;
- таблиці виконання шарів мікроплат;
- таблиця резисторів;
- таблиця вимірювань;
- технологічні вимоги до виготовлення мікроплат;
- технологічні вимоги до складання ГІМ;
- графічні зображення варіантів установки навісних елементів складальних креслень ГІМ (залежно від потреб користувачів).

Це набагато прискорює побудову креслень та значно зменшує імовірність помилок. А можливість швидко і оперативно створювати і коректувати набір бібліотечних складових дає змогу адаптувати САПР до різноманітних технологічних процесів виготовлення ГІМ.

Слід зазначити, що такий підхід до реалізації підсистеми «САДОК» був результатом всебічного аналізу роботи програм формування зазначених таблиць і технологічних вимог у САПР, які базувались на ЕОМ ряду СМ4. Метод послідовного введення даних по запитах (особливо циклічного характеру), який використовувався в цих програмах, призводив до перенаборів даних в разі помилок. Нові можливості сучасних інтерактивних графічних систем, зокрема AУtoCADу, дозволили докорінно змінити підхід у формуванні подібних типів даних. Так, постійна частина даних вибирається з бібліотек заготовок, а змінна частина вводиться безпосередньо при проектуванні конкретної КД. При цьому вирішено важливу проблему САПР – гнучкість адаптації до технологічного процесу виготовлення ГІМ на конкретному підприємстві та постійного відслідковування змін в процесі технологічного розвитку.

На рис. 7 та рис. 8 показані зразки конструкторської документації ГІМ, виконані за допомогою підсистеми «САДОК».

Підсистема «ПАТІК» забезпечує автоматичне покриття топології шарів ГІМ довільної конфігурації (контури з дугами, довільними кутами та вложеністю) прямокутними примітивами AУtoCADу, підготовку, формування, контроль та корекцію керуючої інформації для виготовлення фотошаблонів на генераторах зображень фотонабірного типу як в РАТ форматі (для широкого класу фотонаборів), так і безпосередньо в кодах генератора фотонаборів

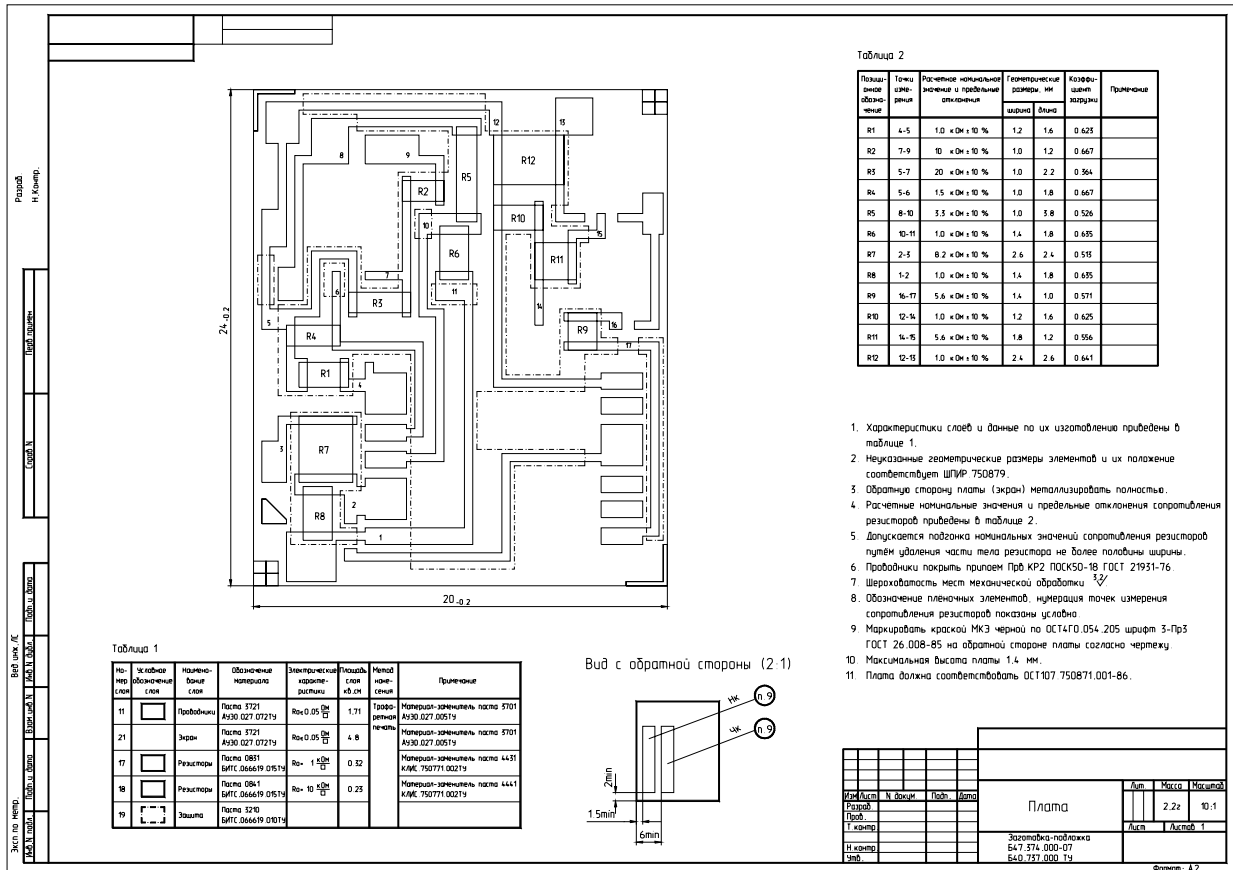


Рис.7. Креслення мікроплати ГІМ

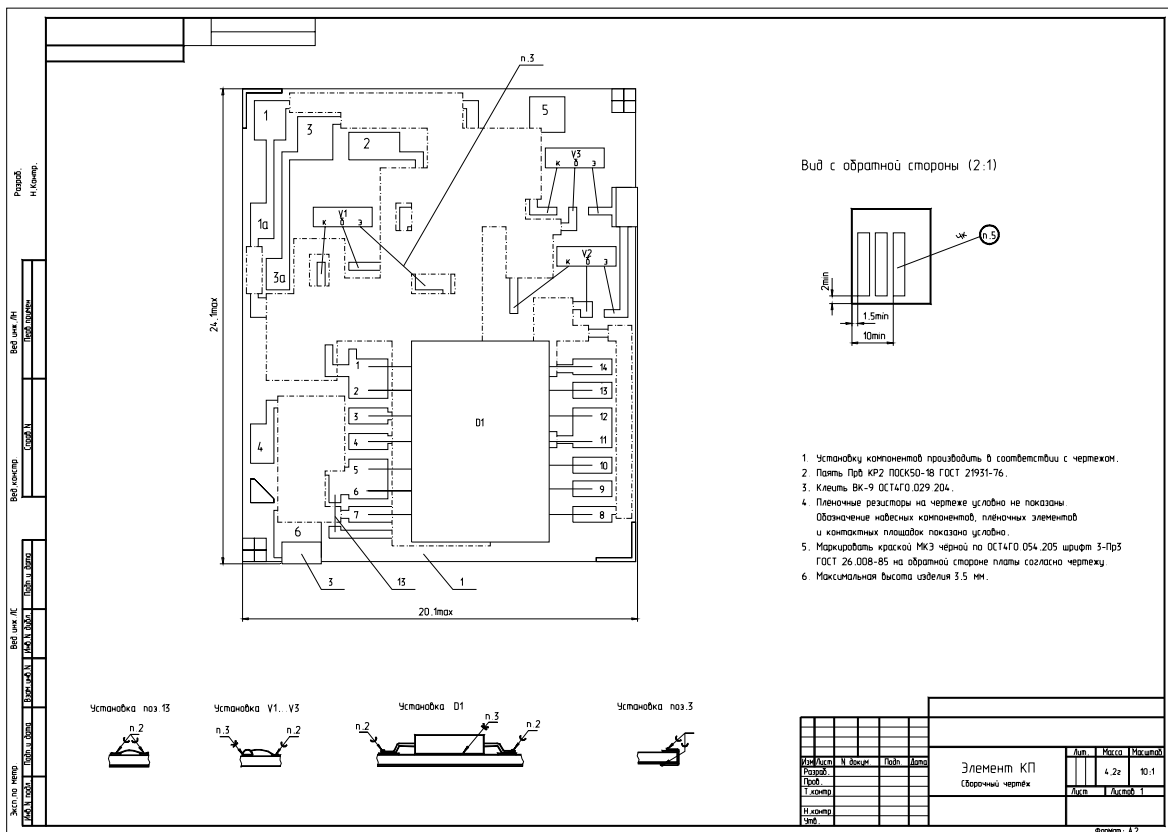


Рис.8. Складальне креслення ГІМ

типу ЭМ-5009. Підсистема забезпечує протоколювання роботи з можливістю відновлення роботи за протоколом. Протокольний символічний файл формується на основі вхідного завдання, яке вводиться в процесі діалогу. В ньому зберігаються такі дані, як:

- назва оброблюваного топологічного шару(ів);
- вид покриття (поконтурний чи загальний з врахуванням вложеності контурів);
- точність покриття прямокутними примітивами відносно заданих топологічних контурів;
- параметри насвітки для конкретного генератора зображень фотонабірного типу;
- доповнювати чи затирати інформацію, створену при попередньому сеансі роботи.

Програмне забезпечення підсистеми «ПАТІК» дозволяє здійснювати як повністю автоматизований режим роботи, так і поетапну роботу з можливістю контролю (а при потребі і редагування) проміжних результатів, включаючи можливість побудови покриття цілковито в так званому ручному режимі.

На рис. 9 наведено фрагмент ізоляційного шару (рис. 9, а) складної конфігурації мікроплати ГІМ з відповідним автоматичним покриттям прямокутними примітивами (рис. 9, б).

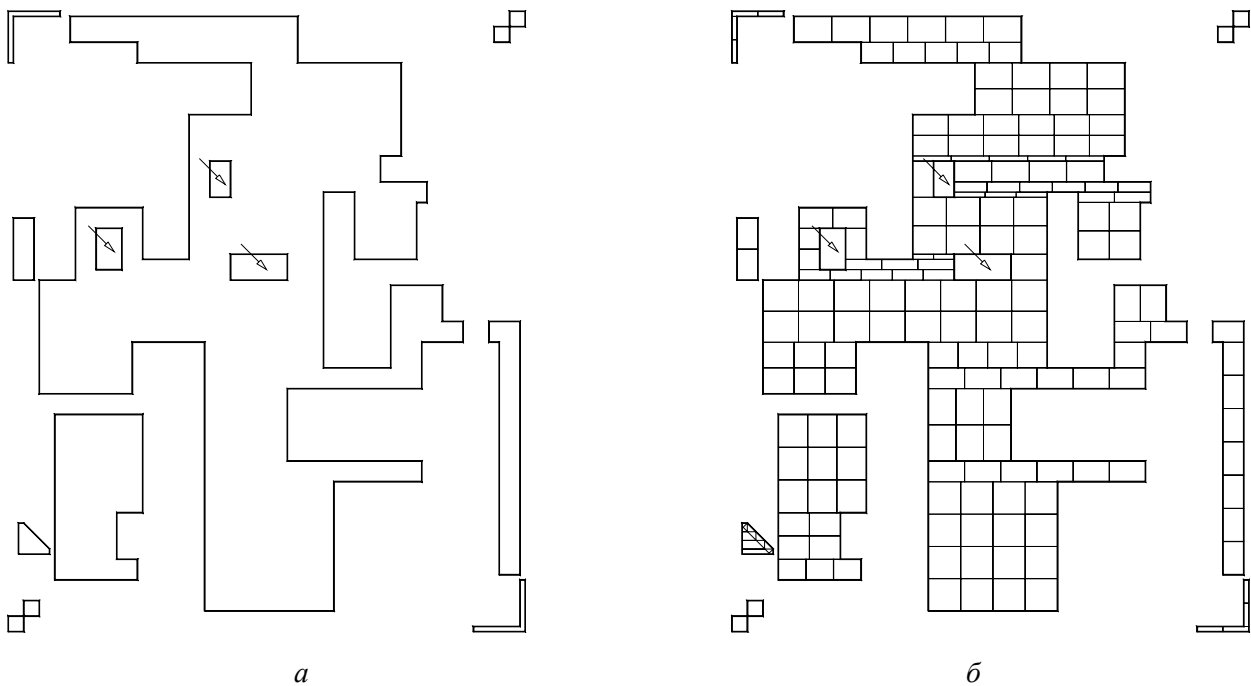


Рис. 9. Зображення топології ізоляційного шару ГІМ (а) та результат автоматичного покриття прямокутними примітивами (б) в підсистемі «ПАТІК» (стрілками показані отвори відповідно в шарі ізоляції та масиві прямокутних елементів насвітки фотошаблону)

Експлуатація САПР «МІКРОН» в робочому режимі показала високу ефективність та правильність закладених алгоритмів і рішень. Так, впровадження САПР «МІКРОН» дозволило зменшити трудомісткість проектування ГІМ в 1,5 – 2 рази порівняно з вищезгаданими САПР на ЕОМ ряду СМ4. На даний час проводиться робота з її вдосконалення та адаптації до нових апаратно-системних засобів ПЕОМ. Зокрема, отримає подальший розвиток технологія синтезу топологій розрахунковими програмами, яка добре себе зарекомендувала при проектуванні пристроїв акустоелектроніки на поверхневих акустичних

хвилях і з успіхом може застосовуватись при розробці інших пристроїв функціональної мікроелектроніки.

1. Л.М.Смеркло. Удосконалення методів комплексної автоматизації розробки конструкторської документації мікроелектронної апаратури.//Вісник ДУ "Львівська політехніка". – 1998. – №327. – С. 93 – 99. 2. AutoCAD версія 10. Руководство пользователя.

УДК 621.3.049.52

Д. Федасюк, Д. Петров

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра САПР

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧНОГО СИНТЕЗУ ТЕПЛОЕЛЕКТРИЧНИХ СІТОК ДЛЯ ТЕПЛООВОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕП РІЗНОГО КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИКОНАННЯ

© Федасюк Д., Петров Д., 2002

Наводиться розроблений авторами алгоритм автоматичного синтезу оптимальних теплоелектричних сіток для теплового моделювання МЕП різного конструктивно-технологічного виконання. Проводиться порівняльний аналіз ефективності запропонованого алгоритму та підходу на основі ручної побудови сіткових моделей на прикладі теплового моделювання тестової структури ГІС.

Author's algorithm of automated synthesis of the optimal thermal electrical grids for thermal modeling of different constructional and technological design of MED is given. Comparing analysis of effectiveness of this algorithm and approach based on manual building of grid model on the example of GIC test structure thermal modeling is conducted.

I. Вступ

Одним з методів розв'язання задач теплового моделювання мікроелектронних пристроїв (МЕП) є добре відомий метод теплоелектричної аналогії, який базується на аналогії між тепловими та електричними явищами [1]. Внаслідок цілої низки переваг метод теплоелектричної аналогії широко використовується в системах теплового моделювання [2, 3].

Застосування методу теплоелектричної аналогії починається з покриття досліджуваної конструкції МЕП просторовою сіткою, внаслідок чого конструкція стає розбитою на елементарні комірки. Кожній комірці відповідає заступна теплоелектрична схема. Ці схеми об'єднуються в загальну теплоелектричну схему конструкції, яка є об'єктом подальшого моделювання з використанням методів схмотехнічного аналізу. Схематично процес формування теплоелектричної сітки для деякої структури МЕП наведено на рис. 1.

Формування оптимальних теплоелектричних сіток є досить складним завданням і, по суті, являє собою пошук компромісу між точністю сіткової моделі та її розмірністю. Перший параметр визначає точність результатів теплового моделювання, а другий впливає на необхідні для моделювання обчислювальні ресурси. Невдало побудована теплоелектрична сітка може призвести до суттєвих похибок в результатах або потребувати невиправдано завищених обчислювальних ресурсів.