

confidence. This algorithm is right in all cases, while we for 95% and ((% confidence level have a number of wrong decisions. We can also see that the exponential algorithm has a larger number of wrong decisions for all confidence levels.

1. *Quality and Reliability, Fairchild Semiconductor, 2002.*
2. *Andonova, N. Atanasova, Some Methods of Derivation for Electronic Products Test Target Requirement, Proceedings of the 32nd Int. Scientific Symposium of the Defense Research Agency, Bucharest, 12-13 April, 2001, pp. 109-113.*
3. *IEC 61163-1 Reliability Stress Screening – Part 1: Repairable items manufactured in lots, 1995-08.*
4. *Jensen F., Petersen N. Burn-In, An Engineering Approach to the design and Analysis of Burn-In procedures, John Wiley&Sons, London 1988 (in Bulgarian).*
5. *Atanasova N., Farkov G., Andonova A. Automatic estimation of the parameters of the distributions, Proceedings of the 7th International MTM Symposium, sept.,2003, pp-39-44.*

УДК 004.582

В.В. Григор'єв, Р.Т. Панчак

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра електронних приладів, Львів, Україна

ПРОБЛЕМИ ДОКУМЕНТУВАННЯ РОЗРОБОК ПРИСТРОЇВ ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ В СУЧАСНИХ САПР

© Григор'єв В.В., Панчак Р.Т., 2004

Проаналізовано проблеми формування конструкторських документів для друкованих плат пристроїв електронної техніки в сучасних САПР та розглянуті шляхи їх вирішення.

The problems of formation of design documentation for devices with PCB in modern CADs are analyzed, solutions are proposed.

Вступ

Результатом будь-якого процесу проектування є виготовлення конструкторської документації (КД) на виріб, що проектується [1–2]. Автоматизація розробки КД – це одна з галузей автоматизованого проектування, що найширше і ефективно використовується у практиці. Поясненням цього служить, з одного боку, висока трудомісткість і рутинний характер розробки КД, а з іншого – можливість його формалізації і алгоритмізації.

Специфіка електронної техніки (ЕТ) полягає в поєднанні "механічної" (корпусів, панелей тощо) та "електронної" частини (друкованих плат, мікрозборок тощо) виробів. Для проектування "механічної" частини найчастіше використовуються системи автоматизованого проектування (САПР) AutoCAD та КОМПАС, "електронної" частини – OrCAD та ACCEL EDA (PCAD). Сьогодні все поширенішою стає думка, що проектування виробу ЕТ загалом повинно виконуватися в єдиному інформаційному просторі із застосуванням єдиних баз даних [3]. Крім цього, такі системи, як OrCAD, ACCEL EDA та PCAD, не забезпечують випуску потрібного комплексу конструкторської документації відповідно до вимог Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД), яка нині є чинною на території України, та Державним стандартам України.

З цієї позиції є актуальним аналіз наявних проблем документування розробок пристроїв ЕТ в сучасних САПР та способів їх вирішення. Проблеми документування розробок пристроїв електронної техніки розглянемо на прикладі друкованих плат (ДП).

Аналіз засобів формування конструкторської документації ДП пристроїв електронної техніки в сучасних САПР

Сьогодні для розробки друкованих плат найчастіше використовують системи PCAD (ACCEL EDA) [4] та OrCAD [5].

Формування електричної принципової схеми та переліку елементів. Всі названі САПР забезпечують формування та друк електричної принципової схеми.

Складніше питання з підготовкою переліку елементів. В САПР передбачено формування так званих текстових звітів в різних формах. Наприклад, в системах ACCEL EDA та PCAD передбачена можливість формування таких основних звітів: список атрибутів; список компонентів; список останніх значень позиційних значень компонентів; список всіх компонентів, які містяться у відкритих бібліотеках; список позиційних значень компонентів та координат їх розташування тощо. Жоден з цих звітів не відповідає вимогам ЄСКД до переліку елементів.

В системі OrCAD формується так звана специфікація, яка подібна до переліку елементів, але за формою не відповідає йому.

Формування специфікацій. Як і для переліку елементів, в розглянутих системах передбачено формування звітів, що не відповідають поняттю специфікації відповідно до вимог ЄСКД. Наприклад, в системах PCAD та ACCEL EDA формуються такі основні звіти: список компонентів; координати розташування компонентів на платі; список шарів та координат всіх точок фіксування корпусів для обладнання автоматичного монтажу; список шарів та координат виводів корпусів для обладнання автоматичного монтажу тощо.

Формування складальних креслень та креслень деталі плати. В системах ACCEL EDA та PCAD результати розробки ДП виводяться на принтери та плотери різних типів з використанням засобів Windows. Можна задати всі шари, сигнальні шари, шари металізації, несигнальні шари. Можна також виводити на друк тільки умовні зображення типів отворів, що необхідно для креслення деталі плати. В системі PCAD 2000 (2001) передбачена можливість проставлення лінійних та кутових розмірів. В системі OrCAD для доробки складальних креслень використовують графічний редактор Visual CADD (спрощений аналог системи AutoCAD) [6].

Способи підвищення ефективності документування розробок пристроїв ЕТ в сучасних САПР

Як свідчить аналіз, сьогодні є певні проблеми щодо отримання потрібного комплексу КД на пристрої ЕТ в сучасних САПР. Особливо це стосується переліку елементів та специфікацій. Розглянемо можливі способи вирішення названих проблем.

САПР для проектування "електронної" частини виробів ЕТ (OrCAD, ACCEL EDA, PCAD) будемо умовно називати "eCAD" [3]. Для вирішення проблеми формування повного комплексу КД відповідно до вимог (ЄСКД) можливі, на наш погляд, три основні варіанти (або їх комбінації):

- використання комплексу eCAD–КОМПАС;
- використання комплексу eCAD–AutoCAD;
- розробка оригінальних програм.

Виконаємо короткий порівняльний аналіз названих варіантів.

Використання комплексу eCAD – КОМПАС. Для розв'язання вказаної задачі компанія АСКОН пропонує прикладну бібліотеку програм "Конвертор текстових конструкторських документів eCAD – КОМПАС" [3]. Цей конвертор призначений для переведення в формат системи КОМПАС переліків елементів та специфікацій, розроблених в системах PCAD та OrCAD.

В eCAD розробляється електрична принципова схема та готується файл розміщення компонентів і трасування провідників. Створюючи ці файли, користувач повинен передбачити наявність всіх даних, що стосуються компонентів: позиційне позначення, назва, номінал та допуск, документ на поставку (ГОСТ, ОСТ, ТУ тощо). Розроблені документи (графічне зображення) передаються в систему КОМПАС через формати обміну DXF або PDF.

Безпосередньо в системі КОМПАС готуються принципова електрична схема та складальне креслення плати.

Формування переліку елементів та специфікації базується на використанні так званої проміжної таблиці. Далі встановлюється відповідність між полями проміжної таблиці та переліку елементів або специфікації. Спочатку потрібно створити "порожній" перелік елементів або "порожню" специфікацію. Потім відповідно під'єднуються файли креслення електричної принципової схеми або складального креслення плати. Доробляють текстові конструкторські документи згідно з механізмом роботи системи КОМПАС.

Перевага цього методу полягає в тому, що система КОМПАС забезпечує формування КД, яка повністю відповідає вимогам ЄСКД, недолік – у порівняно недостатньому поширенні системи КОМПАС (більшість підприємств орієнтується на систему AutoCAD).

Використання комплексу eCAD – AutoCAD. Цей варіант найчастіше використовується для формування складального креслення та креслення деталі плати, розробленої в системі PCAD. На вхід системи AutoCAD подається опис плати в PDIF-форматі або конкретне креслення в PLT-форматі, які спочатку транслюються в DXF-формат, а потім в DWG-формати системи AutoCAD [7, 8]. Доробка креслення виконується стандартними засобами системи AutoCAD. До переваг цього підходу можна зарахувати поширення системи AutoCAD, до недоліків – практично "ручну" підготовку переліку елементів та специфікацій.

Розробка оригінальних програм формування переліку елементів та специфікацій. Цей варіант є дуже трудомістким, але має низку переваг, зокрема високий рівень автоматизації проектування та повна відповідність вимогам ЄСКД. Розглянемо цей метод на прикладі комплексу програм формування специфікацій для плат, розроблених в системі PCAD [7, 8].

Специфікація визначає склад складальної одиниці, комплексу або комплекту і використовується для виготовлення та комплектування конструкторських документів та планування виробництва виробів. Загалом специфікація складається з окремих розділів: документація, комплекси, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти. Для пристроїв електронної техніки (ЕТ) найтипівішими є такі розділи специфікацій: документація, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали.

З алгоритмічного погляду формування специфікацій полягає в розміщенні (сортуванні) вихідної інформації в заданій послідовності у послідовності зростання позначень складових частин конструкції) і не викликає особливих труднощів. У зв'язку з цим практичні питання автоматизації формування і випуску специфікацій полягають, як правило, в трудомісткості підготовки вхідних даних.

Для зменшення трудомісткості підготовки та введення вхідних даних пропонують враховувати особливість специфікацій пристроїв ЕТ, яка полягає в тому, що основний обсяг інформації припадає на розділ "Інші вироби", в якому наводять дані про компоненти електричної принципової схеми пристрою. Отже, автоматизація формування розділу "Інші вироби" дасть змогу істотно підвищити ефективність формування специфікацій пристроїв ЕТ. Інформація про компоненти повинна зберігатися в базі даних (БД) САПР.

Для реалізації вказаного підходу запропонована та реалізована схема формування специфікацій пристроїв ЕТ, яка наведена на рисунку.

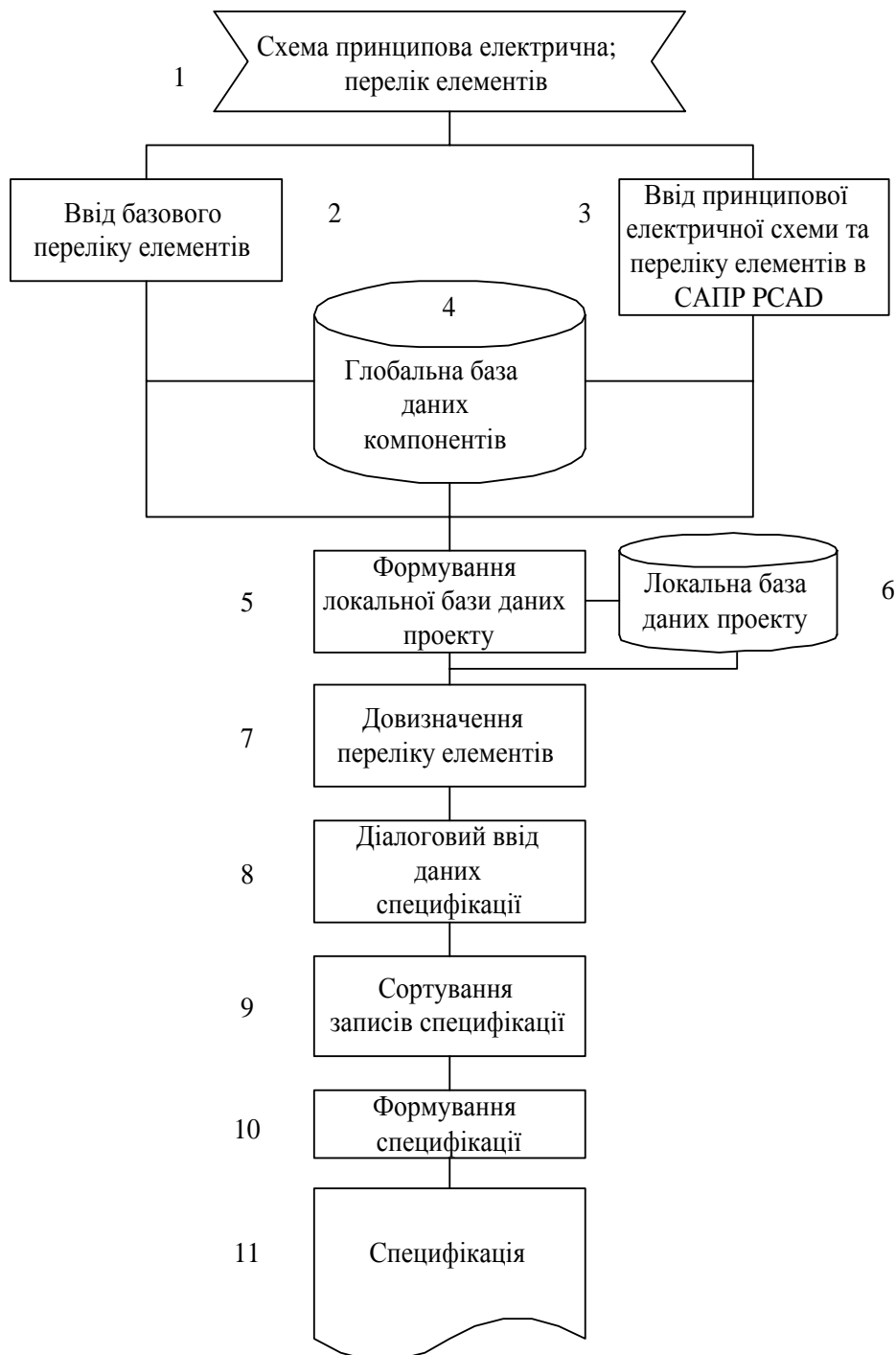
Вхідною інформацією для формування специфікації (блок 1) є електрична принципова схема та перелік елементів пристрою.

Передбачено два методи вводу вхідної інформації: введення базового переліку елементів за допомогою розробленої програми (блок 2) або введення електричної принципової схеми та базового переліку елементів за допомогою засобів системи PCAD (блок 3). Під базовим переліком елементів розуміють позиційне позначення компонента та його бібліотечного номера в глобальній базі даних компонентів (ГБД).

В ГБД (блок 4) міститься інформація про всі компоненти, необхідні для проектування пристроїв заданого класу.

Блок 5 формує локальну базу даних (ЛБД) проекту. ЛБД проекту (блок 6) містить тільки інформацію про компоненти, необхідні для проектування конкретного пристрою.

Блок 7 призначено для довизначення базового переліку елементів. Запропонована концепція організації бази даних (БД) компонентів ґрунтується на понятті “типорозмір” компонента. Під поняттям “типорозмір” розуміють тип елемента (мікросхема, транзистор, діод, резистор, конденсатор тощо), його розміри та сталі для цього типу компонента параметри.



Структурна схема формування специфікацій пристроїв ET

З цього погляду всі компоненти можна поділити на два класи:

- компоненти, для яких відсутні змінні параметри, тобто всі параметри визначаються типом компонента і задані в технічних умовах (мікросхеми, транзистори, діоди тощо);
- компоненти, для яких для яких потрібно задавати змінні параметри.

Для довизначення параметрів резисторів потрібно задати номінальне значення опору, одиниці вимірювання та допуск (точність). Для довизначення параметрів конденсаторів потрібно задати

групу температурного коефіцієнта ємності, номінальне значення ємності вимірювання та допуск. В результаті роботи блока 7 формується розділ “Інші вироби” специфікації.

Блок 8 виконує функції діалогового введення даних в такі розділи специфікації: “Документація”, “Комплекси”, “Складальні одиниці”, “Деталі”, “Стандартні вироби”, “Матеріали” та “Комплекти”.

Блок 9 сортує записи в розділах специфікації відповідно до ГОСТу 2.108-68. Блок 10 виконує безпосереднє формування специфікації (блок 11), включаючи заповнення основного напису.

Висновки

На підставі аналізу програмних засобів сучасних САПР виявлено проблеми формування КД пристроїв ЕТ. Встановлено, що найбільше ці проблеми стосуються переліку елементів та специфікацій.

Розглянуто та проаналізовано можливі методи вирішення названих проблем: застосування комплексу eCAD – КОМПАС; використання комплексу eCAD – AutoCAD; розробка оригінальних програм.

Як приклад розробки та використання оригінальних програм розглянуте програмне забезпечення для формування специфікацій пристроїв ЕТ, розроблених в системі PCAD. Встановлено, що один із способів підвищення ефективності полягає в автоматизації формування розділу специфікації “Інші вироби”, який включає всі радіоелектронні компоненти, що входять до складу пристрою. Для цього запропонована та реалізована відповідна схема формування специфікацій пристроїв ЕТ.

1. *Автоматизация разработки и выполнения конструкторской документации / Под ред. Э.Т. Романычевой. – М., 1990.*
2. *Сквозное автоматизированное проектирование микроселектронной аппаратуры / З.Ю. Готра, В.В. Григорьев, Л.М. Смеркло, В.М. Эйдельмант. – М., 1989.*
3. *Техническая поддержка пользователей САПР КОМПАС. <http://www.kompas.kolomna.ru/main/saprxixi.htm>.*
4. *Разевиг В. Д. Система проектирования печатных плат ACCEL EDA 15 (P-CAD 2000). – М., 2000.*
5. *Разевиг В. Д. Система проектирования цифровых устройств OrCAD. — М., 2000.*
6. *OrCAD Layot. Visual CADD User's Guide. – Oregon, 2000.*
7. *Григор'єв В. В., Лобур М. В., Панчак Р. Т. Інтегрована САПР друкованих плат // Матеріали 5-ї Міжнародної науково-технічної конференції “Досвід розробки і застосування САПР в мікроелектроніці”, Львів, 1999. – С. 135–136.*
8. *Григор'єв В.В., Панчак Р.Т. Комплексна система конструкторського проектування та технологічної підготовки виробництва друкованих плат // Вісник ДУ “Львівська політехніка”. – Львів, 1999. – № 373. – С.158–167.*