

пользователя: – М.: ДМК, 2000. 9. Г. Буч, *Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++*. – 2-е изд. (Пер. с англ.). – М.: СПб, 1998. 10. Д. Корпильов, С. Ткаченко, *Об'єктно-орієнтована методологія розробки середовища САПР Гібридних інтегральних схем "ТОPOS" // Вісник держ. ун-ту "Львівська політехніка". "Радіоелектроніка та телекомунікації". Львів 2000. № 387*

УДК 681.3

В.І. Каркульовський, А.Б. Керницький, І.І. Мотика, І.І. Чура
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра САПР

ПОБУДОВА АРХІТЕКТУРИ НАВЧАЛЬНОЇ САПР

© Каркульовський В.І., Керницький А.Б., Мотика І.І., Чура І.І., 2004

Розглянуто узагальнений підхід до побудови універсальної архітектури навчальної САПР.

The general approach to development of educational CAD multipurpose architecture.

Вступ. Аналіз існуючих підходів до побудови навчальних САПР показує, що більшість з них мають жорстку архітектуру і є закритими системами, використовуються тільки для вирішення проблем у вузькій предметній області.

Мета роботи полягає в розробці узагальненої архітектури навчальних САПР, під час реалізації якої користувач, котрий володіє експертними знаннями, зміг вирішувати широкий клас системних задач.

1. Розробка архітектури навчальної САПР. Концептуальна схема є ядром навчальної САПР. Вона є мовою, що використовується в навчальній САПР для опису виділених типів систем, вимог і задач. Коли йдеться про архітектуру, то фіксується тільки епістемологічна ієрархія системних типів. Решта понять, такі як типи вимог або методологічні відмінності систем, описуються в архітектурі навчальної САПР тільки в загальних термінах. Точніший їх опис є предметом конкретної реалізації навчальної САПР, що базується на конкретній множині системних типів, кожний з яких визначається сукупністю епістемологічних і методологічних особливостей, а також конкретною множиною типів вимог і, як наслідок, типами задач; вони називаються допустимими типами систем, вимог і задач (тобто вони допустимі для даної реалізації навчальної САПР).

Концептуальна схема – це лінгвістичне середовище, в якому користувач спілкується з навчальною САПР, що складається з відповідної бази знань, множини метаметодологічних засобів, а також блока управління. Зв'язок користувач – навчальна САПР двосторонній і з кожної сторони забезпечений відповідним інтерфейсом. Назвемо інтерфейс з боку користувача зовнішнім інтерфейсом, а з боку навчальної САПР – внутрішнім інтерфейсом.

Виділимо два типи зовнішнього інтерфейсу, кожний з яких може входити в конкретну реалізацію навчальної САПР. Перший спроектований з розрахунку на досвідченого користувача, який достатньою мірою знайомий з концептуальною схемою НСАПР і обмеженнями тієї реалізації НСАПР, яку він збирається використовувати. Цей тип інтерфейсу базується на припущенні, що користувач не потребує допомоги при формальному визначенні його систем і вимог, і отже, єдина функція інтерфейсу полягає в перевірці на можливі невідповідності у формулюваннях користувача. Інший тип зовнішнього інтерфейсу спроектований з розрахунку на звичайного користувача, чиє знання концептуальної схеми НСАПР є недостатнім. Функція цього інтерфейсу полягає не тільки в перевірці можливих невідповідностей у формулюваннях користувача, але і в тому, щоб надати користувачу широкий спектр послуг при формулюванні його задач. Це означає, що зовнішній інтерфейс повинен містити відповідні процедури опиту для ідентифікації типів систем і вимог, а також конкретних систем і вимог заданих типів. Такі процедури можуть виявитися дуже складними (а може бути, і абсолютно нереальними) за умови, що користувач нічого не знає про концептуальну схему НСАПР. Тому від звичайного корист-

твувача буде потрібне деяке мінімальне знання концептуальної схеми НСАПР. Ці мінімальні відомості можна зробити стандартною частиною будь-якої інструкції користувача навчальної САПР.

Згадані процедури опиту, що дозволяють провести ідентифікацію і є важливим елементом зовнішнього інтерфейсу НСАПР, можуть бути вдосконалені на різних рівнях, залежно від того мінімального знання концептуальної схеми НСАПР, яке вимагається від користувача. Чим менше знань, тим складнішим і менш реалізованими стають процедури. У граничному випадку, коли не вимагається ніяких знань, створення вдалих процедур опиту є головною дослідницькою проблемою (рис. 1.).

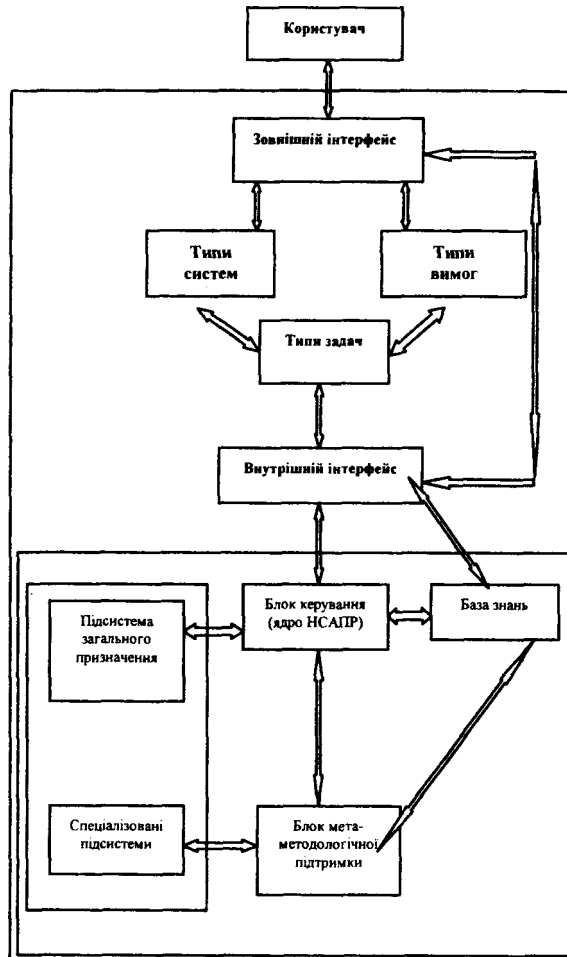


Рис. 1. Архітектура навчальної САПР

Власне НСАПР складається з чотирьох функціональних елементів: множина методологічних засобів, база знань, блок метаметодологічної підтримки і блок управління. Всі поняття НСАПР були зображені в деякому стандартизованому вигляді, що здійснюється за допомогою внутрішнього інтерфейсу. Зрозуміло, що такий блок, як база знань, а також методологічні і метаметодологічні блоки повинні базуватись на відповідних стратегіях.

Методологічні засоби – це підсистеми САПР, за допомогою яких можна розв’язати деякі з допустимих типів задач. Їх поділяють на загальні і спеціалізовані підсистеми. Загальні підсистеми призначені для типів задач, сформульованих в термінах найбільш загальних методологічних відмінностей, доступних в даній реалізації НСАПР; спеціалізовані підсистеми призначені для всіх типів задач, які базуються на менш загальних методологічних відмінностях.

Будь-який методологічний засіб – це множина методів (і відповідних комп’ютерних програм) для розв’язання деяких найпростіших або базових типів задач і процедура (комп’ютерна програма), що визначає порядок, в якому окремі методи повинні використовуватись. Отже, методологічні засоби утворюються із загального набору методів (програм), що є в наявності для розв’язання допустимих найпростіших і базових типів задач, за допомогою процедури (управляючої програми), що використовує необхідні методи у відповідному порядку.

В НСАПР враховуються різні метаметодологічні міркування. Вони реалізуються за допомогою метаметодологічного блоку.

Цей блок містить інформацію про впорядкування всіх допустимих задач, які впливають з їх спільності методологічного статусу. Впорядкування по спільності відображає, в основному, впорядкування методологічних відмінностей систем і вимог. Методологічний статус задачі пов'язаний з її розв'язуваністю, запитами на час розв'язання і необхідну пам'ять, з характеристиками відповідних методологічних засобів.

Блок метаметодологічної підтримки повинен здійснювати необхідний аналіз обчислювальної складності кожної конкретної задачі, для якої в даній реалізації САПР є засоби розв'язання. Якщо задача виявляється практично нерозв'язною, то цей блок повинен, по можливості, виробити альтернативні формулювання задачі (побудовані на строгіших припущеннях), які можна числово реалізувати. Крім того, для кожної задачі, яку можна розв'язати даною реалізацією НСАПР, цей блок повинен визначити приблизні обчислювальні затрати і інші відповідні характеристики методу, що використовується.

Як було відзначено вище, блок знань містить корисну інформацію про задачі, які не можна розв'язати даною реалізацією САПР. Крім того, цей блок може містити іншу необхідну інформацію про системи і системні задачі. До них, наприклад, належать теоретичні або експериментальні закони, принципи або емпіричні правила науки про системи, такі як закон необхідного різноманіття або закон необхідної ієрархії.

Зв'язок користувача з блоками навчальної САПР здійснюється або через концептуальну схему (ядра системи), або безпосередньо через зовнішній і внутрішній інтерфейси. Перший зв'язок містить формулювання задач, а другий пов'язаний з різними метаметодологічними підходами і застосуванням бази знань. Необхідна координація роботи трьох описаних блоків систем здійснюється блоком управління. Ним відповідно до вимог і інших умов в основному ухвалюється рішення про те, який блок і як слід активізувати.

2. Особливості функціонування ядра навчальної САПР. На основі аналізу принципів та технологічного процесу створення САПР розроблена структурна схема функціонування ядра навчальної САПР (рис. 2).

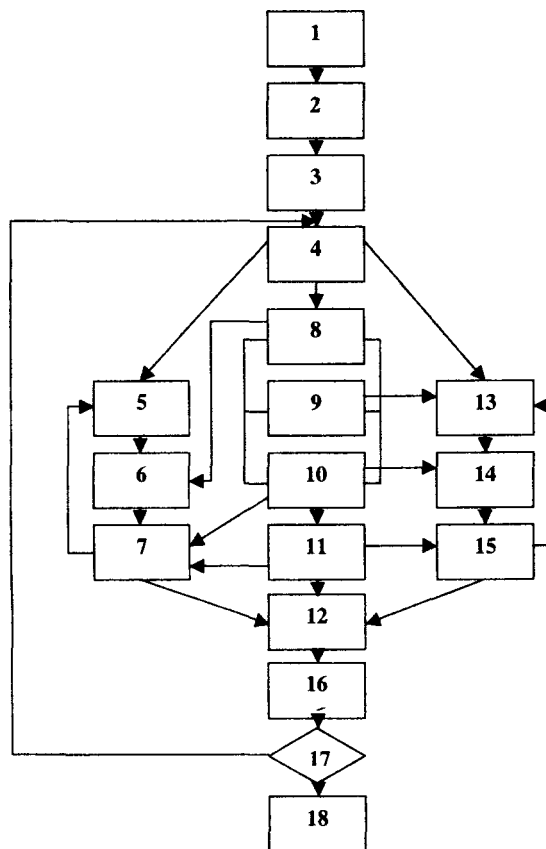


Рис. 2. Структурна схема функціонування ядра навчальної САПР

У структурну схему функціонування ядра навчальної САПР входять такі елементи: 1 – завдання на розробку САПР; 2 – обстеження ПКО, аналіз проектування і формування ТЗ на САПР; 3 – побудова моделі проектування і формування мережного графіка виконання робіт; 4 – розділення функцій між проектувальниками і комплексом технічних засобів за операціями; 5 – розділення функцій між проектувальниками залежно від завантаження проектувальника; 6 – формування задачі кожному проектувальнику відповідно до необхідного рівня кваліфікації проектувальника; 7 – визначення трудомісткості робіт під час проектування і кількості проектувальників (формування оргсистеми); 8 – аналіз умов функціонування і визначення проектної документації (формування організаційного забезпечення); 9 – розробка методів і способів проектування (формування методичного забезпечення); 10 – розробка структури діалогу людина-комп'ютер; 11 – розробка структур даних і формування інформаційного забезпечення; 12 – розробка програм (формування програмного забезпечення); 13 – виділення функцій комплексу технічних засобів (КТЗ); 14 – розділення функцій за технічними засобами комплексу; 15 – розробка алгоритмів функціонування КТЗ; 16 – розробка попередньої версії системи; 17 – оцінка системи; 18 – експлуатаційна версія САПР.

Через внутрішній інтерфейс НСАПР передається завдання на розробку САПР конкретної предметної галузі (блок 1), яке сформоване на основі системного аналізу за допомогою концептуальної схеми у взаємодії з користувачем через зовнішній інтерфейс системи.

Структурна схема функціонування ядра САПР починається з обстеження проектно-конструкторської організації, аналізу проектування і формування технічного завдання на САПР (блок 2).

Важливим етапом під час розробки САПР є побудова моделі проектування. Модель повинна відображати склад типових проектних робіт і зв'язків між ними для класу об'єктів, на які орієнтована САПР, встановлювати структуру задач, які розв'язуються на різних етапах проектування, класифікувати роботи, визначати джерела і характер інформації, що використовується під час проектування тощо (блок 3). Для аналізу проектування можна використовувати мережні графіки, за допомогою яких показуються взаємозв'язки між роботами, виконавцями і витратами.

Потім здійснюється попереднє розділення функцій з виконання проектування між проектувальниками і технічними засобами (блок 4). З метою раціонального розподілу функцій їх розбивають на три групи: ті, які виконуються тільки проектувальниками; здійснюються комплексом технічних засобів (КТЗ); виконуються проектувальниками і КТЗ. Останні розподіляються між проектувальниками і КТЗ за критерієм ефективності.

Формування вигляду САПР розвивається по трьох паралельних гілках: формування організаційної системи, інформаційного середовища і комплексу технічних засобів.

Гілка проектування організаційної системи. Функції, відведені проектувальникам, об'єднуються в операції, які визначаються відносно завантаженості проектувальників (блок 5). Якщо при цьому виявляється невідповідність змісту операцій необхідним критеріям, то проводиться перерозподіл функцій.

У блоці 6 проводиться формування задачі кожному проектувальнику, що дозволяє встановити вимоги до кваліфікації цільового персоналу. На наступному етапі (блок 7) проводиться визначення об'єму і трудомісткості робіт складових проектування і кількості проектувальників, необхідних для виконання цих робіт. Якщо об'єм і трудомісткість операцій перевершують можливості однієї людини або виходять за межі його спеціалізації (або відповідальності), то проводиться переформування задач проектувальникам (ітерація, блоки 6 – 7), збільшується їх кількість і перерозподіляються функції між ними. Отже, відбувається формування оргсистеми.

САПР не можна розробити, не визначивши строго критерії ефективності розв'язань, які ухваляються, і способи підготовки персоналу. Якщо критерії відбору персоналу виявляються надмірно високими, а процедури навчання – громіздкими, то відбувається знову ітерація (блоки 6 – 7) і перерозподіл задач проектувальників.

Гілка формування інформаційного середовища. Оскільки у проектуванні беруть участь велика кількість людей і комплекс складних технічних засобів, виникає проблема їх чіткої взає-

модії. Відповідно до цього необхідно зафіксувати в документах права і обов'язки персоналу, порядок експлуатації технічних засобів, форми проектної документації, що випускається, тощо. Сукупність цих документів становить основу організаційного забезпечення САПР (блок 8).

Наступним важливим етапом є визначення методів і способів проектування, на основі яких можна сформулювати задачі кожного проектувальника і уточнити трудомісткість їх виконання. Від вибраного методу залежать також і алгоритми функціонування технічних засобів. Отже, на цьому етапі закладаються основи методичного забезпечення САПР (блок 9).

Незважаючи на те, що функції між людиною і машиною були розділені так, щоб вони виконували свої дії оптимально, під час проектування вони повинні працювати разом. Для цього необхідно розробити способи взаємодії людина – комп'ютер, тобто структуру діалогу проектувальника і комп'ютера під час проектування (блок 10).

У блоці 11 відбувається формування інформаційного забезпечення САПР, в якому зведені, наприклад, ГОСТи, нормалі тощо, необхідні для виконання робіт під час проектування.

Наступним етапом є розробка програмного забезпечення, тобто сукупності програм функціонування технічних засобів, які були зафіксовані на носіях інформації. Цей етап продовжується протягом всього часу функціонування САПР (блок 12).

Гілка формування комплексу технічних засобів. Функції, які повинні виконуватися устаткуванням, інтегруються (блок 13), потім проводиться їх раціональний розподіл між технічними засобами САПР (блок 14). Після розробки способів взаємодії проектувальник-комп'ютер (структури діалогу) під час проектування і за наявності сформованого інформаційного середовища розробляються алгоритми функціонування комплексу технічних засобів під час проектування (блок 15).

На наступному кроці формується вимога до комплексу технічних засобів і розробляється його структура. Якщо необхідна структура не відповідає реальним умовам, то проводиться нове розділення функцій між технічними засобами КТЗ (ітерація, блоки 14–16).

5885 1cm.
Велике число і різноманітність функцій, що покладаються на КТЗ, вже в теперішній час і, тим більше, в недалекій перспективі приведе до значного ускладнення КТЗ як компонента САПР. При цьому однією з найважливіших задач є формування раціональної структури КТЗ, орієнтованого на певний процес проектування і відповідні цьому процесу організаційну структуру і інформаційне середовище САПР.

Для отримання найточнішої відповідності характеристик КТЗ реально розв'язуваним задачам з метою досягнення найбільшої ефективності необхідно проаналізувати основні функції, які виконуються КТЗ як компонентом САПР. Вважатимемо найефективнішим такий КТЗ, який забезпечує виконання функцій, що задовольняють необхідні, щодо персоналу САПР, вимоги при мінімальній величині ресурсів, що затрачаються на його придбання, експлуатацію і модернізацію.

Результати, отримані на всіх попередніх етапах розробки компонентів САПР, є початковими даними для синтезу вигляду САПР (комплексування системи, блок 16).

У блоці 17 відбувається оцінка САПР (за критерієм ефективності ПКО – системи вищого рівня ієрархії щодо САПР). Якщо за час одного циклу робіт по гілках алгоритму не були досягнуті бажані результати, то відбувається повернення до блока 4 (ітерація, блоки 16 – 4), і процес повторюється до тих пір, поки результат не досягне заданого значення критерію ефективності САПР.

Закінчується функціонування ядра НСАПР (блок 18) повністю сформованою експлуатаційною версією САПР для конкретної предметної області.

Висновки. Підходи, розглянуті в цій роботі, можна використовувати в навчальному процесі для підготовки фахівців з розробки систем автоматизованого проектування, а також для реалізації САПР для конкретних предметних областей.

1 Учебная САПР топологии матричных БИС: Методические указания к курсовому проектированию. /Сост. К.А. Иванов, В.А. Михалков, Ш.С. Фахми; – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2001, – 28 с. 2 Sawada H. and Yan, X. T., "Preliminary Design Support System Based on a Generic Under-Constraint Solving Technique", ASME 2000 International Design Engineering Technical Conferences

and the Computers and Information in Engineering Conference -ASME Design Automation, Baltimore, USA, September 2000. 3 Yan, X. T. Borg, J. and Juster, N P 2001 "Concurrent modelling of components and realization systems to support proactive design for manufacture/assembly", Journal of Engineering Manufacture, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B, Vol215 pp1135-1141, September 2001. 4 B.T.CHEOKA., Y.C.NEE, Developing a Design~System into an Intelligent Tutoring System, Intl JI Engn. EdI Vol.13, No.5, – p. 341–346, 1997.

УДК 681.3:656.1

В.В. Мазур

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра САПР

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКО-ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

© Мазур В.В., 2004

Розглянуті рівні та задачі автоматизованого проектування пасажирсько-транспортної системи міста.

The levels and tasks of computer-aided design of city passenger-transportation system are considered in the paper.

У багатьох містах Європи і України прослідковується стійка тенденція до загострення транспортних проблем. Особливо це стосується старовинної частини міст з багатою історією. Хоча, як показали обстеження, локальні проблеми спостерігаються і в багатьох порівняно нових мікрорайонах, під час проектування яких не передбачалося таке стрімке зростання кількості транспортних засобів та інтенсивності їх руху. Сьогодні це висуває підвищені вимоги до проектування, модернізації та організації функціонування пасажирсько-транспортної системи (ПТС) міста. Інтеграційний характер ПТС, як складної організаційно-технічної системи, що охоплює питання містобудування, організації руху транспорту і пасажирських потоків, використання відповідних транспортних засобів, будівництва доріг та транспортної інфраструктури, забезпечення екологічних вимог, вимагає розробки і аналізу складних математичних моделей, які враховують комплексну взаємодію її складових при розв'язанні задач проектування, планування, управління та оптимізації. Ефективне розв'язання таких задач неможливе без застосування засобів обчислювальної техніки та сучасних інформаційних технологій.

Дві особливості характеризують ПТС міста. По-перше, це система організаційно-технічна (технологічна), яка поєднує технічні засоби та організаційні заходи. При цьому деякі задачі, зокрема управління транспортними потоками, можна розв'язувати як організаційними заходами, так і технічними засобами, чи їх поєднанням. Це означає, що етапи проектування ПТС чи її частин, що вдосконалюються, повинні враховувати ці обидві складові і їх взаємодію. По-друге, необхідність розгляду вдосконалення ПТС, як розв'язання сукупності задач проектування і реалізації отриманих результатів обумовлена такими факторами:

- Практично ми завжди маємо справу з існуючою ПТС міста, яка постійно змінюється.
- Часто необхідність вдосконалення ПТС виникає лише на деяких її ділянках.
- Вдосконалення ПТС – багатоетапна задача, яка вимагає значних затрат.
- На відміну від задач управління проектування передбачає структурні та конструкційні зміни, а не тільки зміну керуючих параметрів, що значно розширює можливості вдосконалення ПТС.
- Реалізація результатів проектування ПТС здійснюється в умовах її неперервного функціонування.