

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПРОЕКТУВАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ РОЗПОДІЛЕНИХ САПР

© Лобур М.В., Лебедева О.О., Матвійків О.М., 2007

Подано огляд основних компонентів і вимог для реалізації різноманітних розподілених САПР. Розглянуто основні задачі та опис систем управління проектуванням, PDM-системи (їхні компоненти, технології, можливості). Здійснено порівняльний аналіз існуючих PDM-системи.

This article presents the review of the basic components and requirements to realization of different distributed CAD levels. Tasks and basic descriptions of the project control systems, the PDM-systems (their components, technologies, possibilities) are shown in the article. The comparative analysis of the existent PDM-systems are offered.

Вступ. Перспективним підходом до обробки складних задач, підвищення якості результатів і зменшення часу розрахунку є застосування систем паралельного розподіленого проектування. Однак, управління процесом проектування в паралельних і розподілених системах є складнішою задачею порівняно з розробленням традиційних послідовних методів.

Одним з основних питань побудови розподіленої САПР є вибір і адаптація інфраструктури, що дає змогу значно підвищити продуктивність при проектуванні, забезпечити можливість колективного розроблення складних об'єктів для географічно розподілених груп інженерів, забезпечити семантичну підтримку процесу проектування за допомогою розподілених баз знань, підтримувати зберігання й обробку великих об'ємів даних, мобільність обчислювальних задач.

Аналіз вимог до розподілених САПР. Особливістю розподіленої САПР є наявність компонент – окремих структурних вузлів, що відповідають за конкретну функціональність і працюють відносно автономно. При цьому в розподіленій САПР можна виділити логічну й фізичну розподіленості.

Основними компонентами розподіленої САПР є [3]:

- робочі станції інженерів (з різними апаратними платформами й операційними системами);
- розподілені обчислювальні модулі, що надають обчислювальні ресурси;
- розподілені бази даних і знань;
- середовища колективної роботи над одним проектом командами інженерів;
- промислове устаткування для виготовлення зразків спроектованих об'єктів.

У розподілених САПР всі компоненти можуть бути фізично і географічно розподіленими і зв'язані між собою за допомогою Інтернет / інтранет / екстранет.

Основними вимогами до реалізації різних рівнів розподіленої САПР є:

- об'єднання різноманітних апаратних засобів САПР в єдину інфраструктуру (створення єдиного розподіленого оточення для сумісного використання ресурсів);
- масштабованість, яка дає змогу динамічно надавати обчислювальні потужності для розв'язання поставленої задачі;
- забезпечення надійності і відмовостійкості процесу проектування (відстеження стану задачі так, щоби вихід з ладу одного або декількох вузлів в обчислювальному пулі, не зашкодив процесу проектування);
- забезпечення безпеки і конфіденційності даних [4, 5];

- зберігання, надання доступу і обробка величезних об'ємів інформації в багатьох додатках без їхнього фізичного переміщення між обчислювальними ресурсами.
- гетерогенність [1, 2].

Обмін даними між різними компонентами системи здійснюється з використанням стандартних протоколів веб-сервісів, побудованих на основі XML-протоколу або SOAP (Simple Object Access Protocol) [3]. З використанням XML-технологій можна ефективно управляти семантичним простором імен і типів даних, які також можуть бути прив'язані до стандартного опису у форматі WSDL [6, 7].

Постановка задачі управління проектами. Необхідність управління проектами, зокрема необхідність координації використання людських та матеріальних ресурсів протягом життєвого циклу проекту за допомогою сучасних методів і техніки управління для досягнення відповідного рівня прибутків учасників проекту, високої якості продукції пов'язана зі зростанням масштабів і складності проектів, вимог до термінів їх здійснення, якості виконуваних робіт.

Важливим елементом проекту є його оточення, в якому виникає, існує і завершується проект. Оточення проекту – це чинники впливу на його підготовку та реалізацію. Їх можна поділити на внутрішні й зовнішні.

До зовнішніх належать політичні, економічні, суспільні, правові, науково-технічні, культурні та природні. До внутрішніх – чинники, пов'язані з організацією проекту. Організація проекту є розподілом прав, відповідальності та обов'язків між учасниками проекту.

Основними принципами управління проектами є:

- цілеспрямованість (орієнтація проекту на забезпечення кінцевих цілей діяльності);
- системність – розгляд проекту нововведень із системних позицій. Це означає, що: 1) процес управління проектами є одним цілим із своїми закономірностями формування й розвитку; 2) можливість розподілу проекту на підсистеми і дослідження їх взаємозв'язку, оскільки кожна з них впливає як на всі інші підсистеми, так і на проект загалом. Отже, виникає можливість відкрити і спроектувати раціональний взаємозв'язок підсистем, їхні співвідношення і субординацію, дати кількісні й якісні оцінки процесу реалізації проекту та його окремих частин;
- комплексність – розгляд явищ у взаємозв'язку і залежності;
- забезпеченість різними видами ресурсів;
- пріоритетність (перевага надається першочерговим завданням);
- економічна безпека запланованих заходів (проведення оцінки ймовірності виникнення збитків або будь-яких втрат внаслідок невиконання запланованих проектом етапів).

Як правило, успішне завершення великих проектів залежить від здатності виконавця розв'язувати великі задачі та розділяти їх на окремі, організаційно менш складні, зокрема:

- управління процесом проектування;
- управління розподілом інформації між виконавцями робіт;
- управління конструкціями у просторі та контроль за їх взаєморозташуванням.

Управління процесом проектування. Кожна організація має давно сформовану технологію проектування, вироблену, виходячи зі специфічних особливостей галузі. Тому системи управління процесом проектування повинні адаптуватись до умов проектувальних організацій. Це дає змогу їм без зміни сформованої структури та без втрат часу ефективно співпрацювати з існуючими САПР. Цього досягають модульністю розподілених САПР, що забезпечує максимальну гнучкість та ефективність виконання проектувальних робіт.

Управління розподілом інформації між учасниками робіт. Для великих проектів необхідно, щоб проектна інформація була постійно синхронізована, відображала актуальні дані і була доступною для усіх членів проектної групи. В умовах одночасної роботи декількох розподілених груп проектувальників система контролю дає користувачам можливість значно зменшити час на перевірку інформації та розроблення проекту. Наявність динамічних ліній зв'язку

між технологічним кресленням та базою даних проекту, крім економії часу, дає змогу вносити оперативні зміни у процес проектування.

Управління конструкціями у просторі та контроль за їх взаєморозташуванням. Фундаментальною вимогою при проектуванні є необхідність управління просторовим розташуванням компонентів об'єктів. За допомогою САПР об'єкти проектування можна розділити на окремі компоненти, які розподіляються між декількома групами проектувальників. Для кожної з груп встановлюється свій рівень відповідальності.

PDM системи. Система САПР повинна бути частиною могутнього комплексу автоматизованих систем PDM/CAD/CAM/CAE, покликаною інтегрувати розрізнені робочі місця в єдину автоматизовану систему.

Такий комплекс систем повинен мати в своєму складі компоненти:

- ядро – система управління інженерними даними, що містить всю інформацію про вироби, забезпечує прозорий інформаційний обмін документацією;
- набір єдиних баз даних, до яких звертається решта компонентів комплексу;
- системи автоматизації конструкторської підготовки виробництва;
- системи автоматизації технологічної підготовки виробництва, інженерні розрахункові пакети, системи підготовки управляючих програм для верстатів з ЧПУ тощо [10].

PDM-система (Product Data Management) – організаційно-технічна система, що забезпечує управління всією інформацією про виріб і пов'язані з ним процеси впродовж усього його життєвого циклу.

У PDM-системах узагальнені такі технології, як:

- управління інженерними даними (engineering data management – EDM);
- управління документами;
- управління інформацією про виріб (product information management – PIM);
- управління технічними даними (technical data management – TDM);
- управління технічною інформацією (technical information management – TIM);
- управління зображеннями і маніпулювання інформацією, що всебічно визначає конкретний виріб.

За допомогою PDM-систем здійснюються відстежування великих масивів даних і інженерно-технічної інформації, а також підтримка експлуатації, супроводу й утилізації технічних виробів. PDM-системи інтегрують інформацію будь-яких форматів і типів, надаючи її користувачам вже у структурованому вигляді. PDM-системи працюють з текстовими документами, геометричними моделями і даними. Доступ до таких даних здійснюється безпосередньо з PDM-системи.

За допомогою PDM-систем можна створювати звіти про конфігурацію систем, що випускаються, маршрути проходження виробів, частини або деталі, а також складати списки матеріалів. Однією з цілей PDM-систем є забезпечення можливості групової роботи над проектом, тобто перегляду у реальному часі і сумісного використання фрагментів загальних інформаційних ресурсів проектною організацією [8].

PTC/Computervision. Однією з перших PDM-систем була Optegra від компанії Parametric Technology Corporation (PTC).

Optegra є набором функціональних модулів, що використовують клієнт-серверну технологію і об'єктно-орієнтований підхід. Функціональні модулі Optegra дають можливість: 1) переглядати, розміщувати і зберігати технічну інформацію будь-якого типу; 2) визначати і застосовувати методику управління потоком робіт і завдань; 3) управляти конфігураціями проектів залежно від поточних задач користувача. За рахунок відкритості побудови всіх своїх модулів Optegra легко інтегрується з такими розподіленими САПР, як CATIA, AutoCAD, Pro/Engineer, CADD5, MEDUSA, Dimension-III, Design P&D тощо. До складу Optegra входять три основні модулі: Total Data Management (TDM), Workflow Management (WM) і Configuration Master (CM) (рис. 1).

Модуль Total Data Management надає користувачу можливості управління проектними, технологічними і інженерними даними. Ядром TDM є компонент Optegra Vault. З його допомогою реалізується впорядкований доступ до сховища даних, а також підтримується конфіденційність і безпека зберігання і використання даних. У Optegra можуть використовуватися будь-які геометричні і технологічні дані, зокрема моделі, одержані в САПР, креслення в електронному вигляді, растрові зображення, технічні публікації, паперові креслення, специфікації, сповіщення про зміни тощо.

Функціональний модуль Workflow Management відповідає за управління потоками завдань і процесами. Він є desktop додатком, який використовує папки для зберігання завдань і доступних даних. Його ядро – Process Master, що координує і відстежує взаємодію і взаємозв'язок між різними робочими групами одного проекту. За допомогою розвинутого графічного інтерфейсу модуля Task Master, що також входить до Workflow Management, користувачі можуть самі визначати і модифікувати свої потоки завдань. Відмінною рисою Workflow Management є тісна інтеграція з модулем управління зберіганням і документами Optegra Vault, а також замкненість цього автономного додатка.

Модуль Configuration Management призначений для автоматизації запитів з єдиної БД і роботи з повними комплектами даних про структуру кінцевого продукту, одержаними під час розроблення. Він використовується для забезпечення сумісної паралельної роботи груп проектувальників різних спеціалізацій. Крім того, об'єднує інженерні і проектні специфікації і дає змогу відстежувати до рівня окремого запису всі виправлення і зміни, що вносяться в БД.

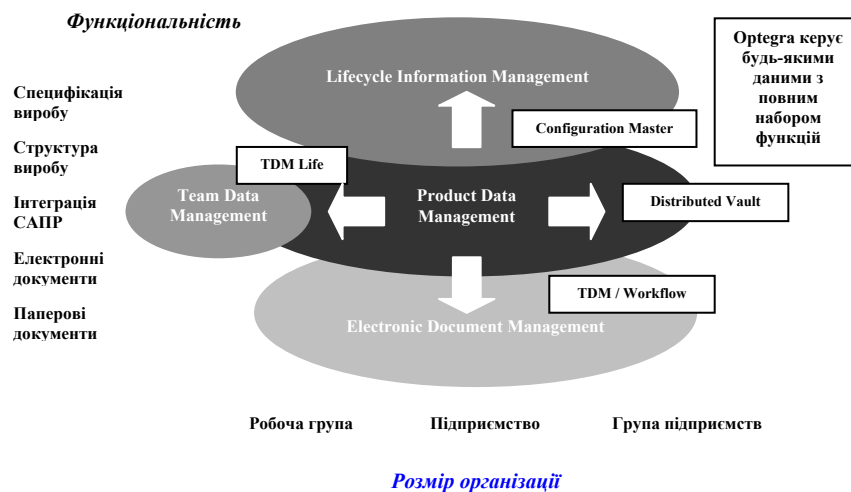


Рис. 1. Структура компонентів Optegra

SDRC. Компанія SDRC (Structural Dynamics Research Corporation) розробила Metaphase Enterprise – відкриту інтегровану PDM-систему, що налагоджується на виконання завдань конкретних користувачів.

У Metaphase Enterprise реалізований спеціальний модуль управління конфігурацією, який об'єднує управління потоками завдань, процесами й управління структурою продукту. Розширені функції цього модуля забезпечують покращений контроль за процесом, безліч представлень структури, можливість аналізу впливу змін, наявність взаємозамінних та альтернативних елементів, а також інші можливості. Metaphase Enterprise може управляти версіями проекту, що гарантує узгоджене застосування призначених для користувача інструментальних засобів, дає змогу управляти даними із сховища, а також тими, що надходять.

Unigraphics Solutions. З 1997 р. компанії EDS і Intergraph спільно просувають PDM-систему iMAN, що є комплексним рішенням щодо автоматизації документообігу підприємств.

iMAN – це апаратно-незалежна система супроводу виробничих даних, реалізована на основі об'єктно-орієнтованого підходу, яка має багато можливостей, особливо для конфігурації

управління документами і прикладними програмами. Вона забезпечує створення, використання і управління даними впродовж всього життєвого циклу виробу і придатна для використання як в робочій групі, так і на підприємстві загалом.

iMAN складається з декількох функціональних модулів (рис. 2). Для навігації по структурі продукту використовується модуль – Advanced Product Structure Manager (PSM) з поліпшеним, призначеним для користувача інтерфейсом, що дає змогу здійснювати установку на різні платформи. Він забезпечує всі функції, необхідні для створення й управління специфікаціями. Модуль системного адміністратора System Administration (SA) полегшує роботи щодо генерації/відкату/відновленню системи, конфігурації користувачів і встановлення прав доступу до інформаційних компонентів БД, забезпечення взаємодії з базовою реляційною СУБД Oracle. В iMAN є модуль оброблювача потоку завдань iMAN Workflow, за допомогою якого здійснюється контроль за всіма процесами розроблення виробу.

Призначене для користувача середовище в iMAN організоване за принципом робочого столу “Workspace”, через який здійснюється доступ до об’єктів. Місце зберігання даних – папка, в якій зберігаються не самі дані, а тільки посилання на них.

Вбудованими засобами програмування налагоджують систему на конкретні додатки і використання власних типів даних. iMAN розроблялася так, щоб забезпечити можливість інтеграції всіх існуючих типів комп’ютерів і ПЗ. Вона підтримує стандарт Motif і протокол TCP/IP, працює на різних апаратних засобах (від ПК до суперсерверів) під управлінням ОС UNIX, DOS, Open VMS і Windows NT.

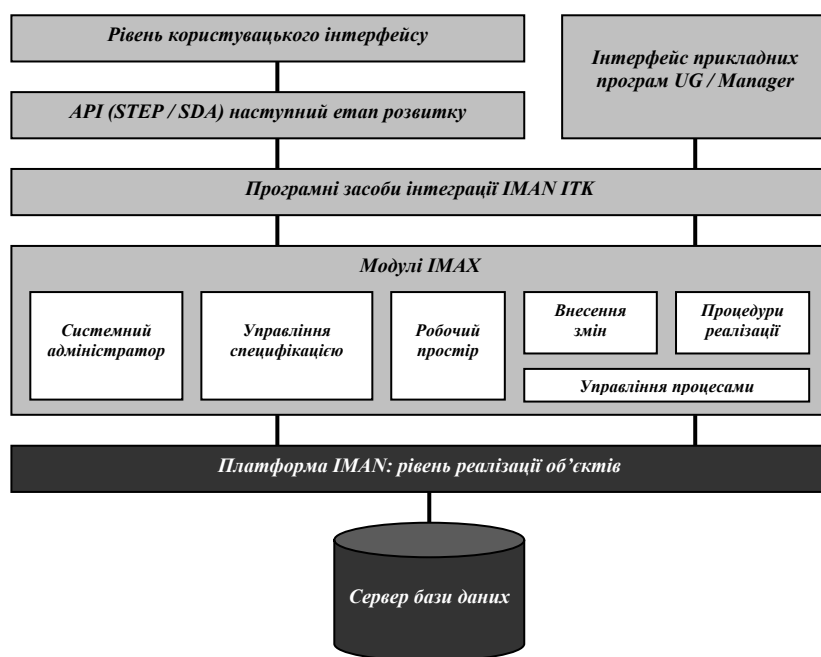


Рис. 2. Структура системи iMAN

Smart Solutions. Компанія Smart Solutions розробила і просуває PDM-систему SmarTeam, призначену для автоматизації процесів управління технічною підготовкою виробництва. До складу базової поставки SmarTeam входять:

- SmartWizard – засоби організації (опису) електронного документообігу без використання мов програмування;
- Form Designer – генератор екранних форм;
- Типові функції ведення інформації конструкторських і технологічних проектів;

- BOM.BS – програма висновку інформації БД в програму Excel для формування вихідних документів.

Windchill Technology. У 1996 р. Windchill Technology представила 3-компонентну технологію Windchill, яка об'єднує корпоративну програмну архітектуру, середовище розроблення і повторно використовувані базові додатки управління корпоративними даними.

Технологія Windchill повністю орієнтована на Інтернет і ґрунтується на його стандартних компонентах. У ній всі PDM-додатки написані мовою Java, а як проміжне ПЗ застосовано відомі додатки і конструкції Web. Так, для пошуку мета-даних замість SQL використовується пошукова система для Web, а зв'язок з іншими додатками, об'єктами і репозитаріями в Windchill реалізується за допомогою гіперпосилань і URL.

Середовище управління корпоративними даними, яку створює Windchill – це звичайна домашня Web-сторінка, яка надає користувачам необхідні дані про виріб впродовж всього його ЖЦ, звертаючись до: HTML, аплетів Java, гіперпосилань і пошукових машин.

Основна ідея технології: будь-який доступ до будь-якого додатка повинен бути прихований від будь-якого користувача за звичним загальномережевим інтерфейсом, а будь-який інформаційний об'єкт довільної складності для будь-якого класу додатків повинен управлятися одним і тим самим механізмом доступу. Цього вдалося досягти за рахунок тривірневої архітектури Windchill Foundation і використання Java-методики розподілених обчислень. Підтримка об'єктно-орієнтованих API, CORBA, OLE та Web інтеграційних механізмів дає можливість ввести до загального корпоративного середовища управління інформацію про вже існуючі в компанії системи роботи з даними [9].

Висновки. Багато сучасних корпоративних PDM середовищ зазвичай мають web-доступ і web-сторінки, які надають споживачам підприємств необхідну інформацію про продукт впродовж усього життєвого циклу. Для цих цілей засоби програмного забезпечення використовують HTML, XML, Java аплети, бази даних та різноманітні пошукові машини.

Основна технологічна ідея – будь-який доступ до будь-якої точки повинен бути прихований від будь-якого користувача за допомогою основного мережевого інтерфейсу. Будь-якою інформацією, що містить об'єкт вибіркової складності для будь-якого додаткового класу, потрібно управляти за допомогою такого самого механізму доступу. Підтримка об'єктно-орієнтованого програмного інтерфейсу додатку, CORBA, OLE та інших інтеграційних механізмів Web дає можливість покрити дефіцит даних компанії з їхніх домашніх систем в загальне корпоративне середовище управління даними, забезпечуючи природну інтеграцію третіх фірм.

1. "Web Services Architecture", World Wide Web Consortium Working Group Note, 11 November 2004, available from <http://www.w3.org/TR/ws-arch>; 2. WS-Resource Framework. – <http://www.globus.org/wsrf>; 3. Величкевич С., Петренко А. Розподілена САПП з використанням технологій Grid services // *Наук. вісн. НТУУ "Київський політехнічний інститут"*. – 2004. – № 3. – С. 30–37. 4. Security in a Web Services World: A Proposed Architecture and Roadmap, Version 1.0, A joint security whitepaper from IBM Corporation and Microsoft Corporation. April 7, 2002, <http://www-106.ibm.com/developerworks>. 5. Demchenko, V., L. Gommans, S. de Laat, B. Oudenaarde, A. Tokmakoff, M. Snijders, R. Buuren. Security Architecture for Open Collaborative Environment // *European Grid Conference, EGC 2005, Amsterdam, The Netherlands, February 14–16, 2005, Proceedings. Series: Lecture Notes in Computer Science, Volume 3470, 2005*. 6. Java and .NET Both Bring Something to the Party, by P. Steinberg, S. Agarwal, G. Vorobiov – <http://www.devx.com/Intel/Article>; 7. The Globus Toolkit. – <http://www-unix.globus.org/toolkit>; 8. <http://www.wikipedia.ru>; 9. Глинских А. Мировой рынок PDM-систем (Камо грядеши?) // *Компьютер-Информ.* – 2001. – № 4. – С. 30–37; 10. Зыков О. САПП для Автопрома России // *АИИ. Образование, подготовка специалистов.* – 2003. – № 6. – С. 58–60.