

Міністерство освіти і науки України
ЗНТУ

Кафедра програмних засобів

**"МЕРЕЖЕВІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ПРОЕКТУВАННЯ"**

Конспект лекцій
для студентів спеціальності

122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології

усіх форм навчання

Запоріжжя 2016

ЗМІСТ

ВСТУП.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САПР.....	5
ТИПИ МЕРЕЖ	6
ЕТАЛОННА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ВІДКРИТИХ СИСТЕМ.....	12
СКЛАД ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САПР.....	14
ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САПР	18
САПР ІНЖЕНЕРНОГО АНАЛІЗУ ТА ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ВИРОБІВ SOLIDWORKS	29
САПР UNIGRAPHICS	30
САПР AUTOCAD	30
МЕТОДИ ІНТЕГРАЦІЇ САПР ТИПУ CAD.....	31
ІНТЕГРАЦІЯ В SOLIDWORKS.....	32
УНІВЕРСАЛЬНА СИСТЕМА CADAD (США).....	34
САПР ТИПУ КОМПАС (РОСІЯ)	35
ТЕХНОЛОГІЯ КОМПЛЕКСНОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ GEO+CAD	47
CAD RELIEF	44
ПЛАНІКАД	45
ИНЖКАД	46
ТЕНДЕНЦІЇ РИНКУ САПР: ЧОМУ ПРОГРАМИ СТАЮТЬ СКЛАДНІШЕ І ЯК ЦИМ СКОРИСТАТИСЯ.....	50
СУЧАСНЕ ПРОЕКТУВАННЯ. МОБІЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ХМАРИ В САПР.....	50
ВИСНОВКИ	53
ЛІТЕРАТУРА.....	54

Вступ

Автоматизоване проектування (computer-aided design – CAD) є технологією, яка полягає у використанні комп'ютерних систем для полегшення створення, зміни, аналізу та оптимізації графічних проектів. Таким чином, будь-яка програма, що працює з комп'ютерною графікою, так само як і будь-який додаток, що використовується в інженерних розрахунках, відноситься до систем автоматизованого проектування. Іншими словами, безліч САПР на засобах CAD простягається від геометричних програм для роботи з формами до спеціалізованих додатків для аналізу та оптимізації. Між цими крайнощами вміщуються програми для аналізу допусків, розрахунку мас-інерційних властивостей, моделювання методом кінцевих елементів і візуалізації результатів аналізу.

Комплексне вирішення проблем впровадження комп'ютерів у виробничий процес дає можливість перейти до автоматизованого виробництва.

Виготовлення конструкторської і технологічної документації в органічному зв'язку з дизайнерськими розробками є передумовою виробництва. Креслення деталей, складальні креслення, специфікації, перелік матеріалів, технологічні операційні плани, інструкції, схеми наладки, схеми контролю, технологічні карти, розрахункова документація і т. п. – усе це документи, необхідні для виробництва. Між ними існують інформаційні зв'язки, обумовлені самим виробом. Отже, створення автоматизованого виробництва являє собою інтеграцію всіх його етапів на основі єдиної інформаційної бази і єдиного механізму керування. Одним з основних компонентів автоматизованого виробництва є автоматизована система проектування.

Сама основна функція CAD – визначення геометрії конструкції (деталі механізму, архітектурні елементи, електронні схеми, плани будівель і т. п.), оскільки геометрія визначає всі наступні етапи життєвого циклу продукту. Для цієї мети зазвичай використовуються системи розробки робочих креслень і геометричного моделювання. Ось чому ці системи зазвичай і вважаються системами автоматизованого проектування. Більш того, геометрія, визначена у цих системах,

може використовуватися як основа для подальших операцій в системах CAE і САМ. Це одне з найбільш значних переваг САD, що дозволяє заощаджувати час і скорочувати кількість помилок, пов'язаних з необхідністю визначати геометрію конструкції з нуля кожного разу, коли вона потрібна в розрахунках. Можна, отже, стверджувати, що системи автоматизованої розробки робочих креслень і системи геометричного моделювання є найбільш важливими компонентами автоматизованого проектування [1].

Лекція 1. Технічне забезпечення САПР

Технічні засоби, що використовуються в САПР повинні забезпечувати:

- виконання всіх необхідних проектних процедур, для яких є відповідне програмне забезпечення;
- взаємодію між проектувальниками й ЕОМ, підтримку інтерактивного режиму роботи;
- взаємодію між членами колективу, що працюють над загальним проектом.

Перша із цих вимог виконується при наявності в САПР обчислювальних машин і систем з достатніми продуктивністю і ємністю пам'яті.

Друга вимога стосується користувацького інтерфейсу й виконується за рахунок включення в САПР зручних засобів уведення/виводу даних і, насамперед, пристроїв обміну графічною інформацією.

Третя вимога обумовлює об'єднання апаратних засобів САПР в обчислювальну мережу.

У результаті загальна структура ТЗ САПР являє собою мережу вузлів, зв'язаних між собою середовищем передачі даних (рис. 8.1). Вузлами (станціями даних) є робочі місця проектувальників, що часто називають автоматизованими робочими місцями (АРМ), або робочими станціями (WS — Workstation); ними можуть бути також великі ЕОМ (мейнфрейми), окремі периферійні й вимірювальні пристрої.

Саме в АРМ повинні існувати засоби для інтерфейсу проектувальника. Що стосується обчислювальної потужності, то вона може бути розподілена між різними вузлами обчислювальної мережі.

Середовище передачі даних представлено каналами передачі даних, що складаються із ліній зв'язку й комутаційного устаткування.

У кожному вузлі можна виділити прикінцеве устаткування даних (ПОД), що виконує визначену роботу із проектування, і апаратуру каналу даних (АКД), призначену для зв'язку ПОД із середовищем передачі даних. Наприклад, у якості ПОД можна розглядати персональний комп'ютер, а в якості АКД — мережну плату, що вставляється в комп'ютер.

Канал передачі даних — засіб двостороннього обміну даними, що включає в себе АКД і лінію зв'язку. Лінією зв'язку називають частину фізичного середовища, що використовується для поширення сигналів у певному напрямку; прикладами ліній зв'язку можуть служити коаксіальний кабель, вита пара проводів, волоконо-оптична лінія зв'язку (ВОЛС).

Близьким є поняття каналу (каналу зв'язку), під яким розуміють засіб односторонньої передачі даних. Прикладом каналу зв'язку може бути смуга частот, виділена одному передавачу при радіозв'язку.



Рис. 8.1. Структура технічного забезпечення САПР

У деякій лінії можна утворювати кілька каналів зв'язку, по кожному з яких передається своя інформація. При цьому говорять, що лінія розділяється між декількома каналами.

^ Типи мереж

Існують два методи розподілу лінії передачі даних: часове мультиплексування (інакше — поділ за часом, або TDM — Time Division Method), при якому кожному каналу виділяється деякий квант часу, і частотний поділ (FDM — Frequency Division Method), при якому каналу виділяється деяка смуга частот.

У САПР невеликих проектних організацій, що нараховують не більше одиниць-десятків комп'ютерів, які розміщено на малих відстанях один від іншого (наприклад, в одній або декількох сусідніх кімнатах) мережа, що поєднує комп'ютери, є локальною. Локальна обчислювальна мережа (ЛОМ), або LAN (Local Area Network), має лінію зв'язку, до якого підключаються всі

вузли мережі. При цьому топологія з'єднань вузлів (рис. 8.2) може бути шинна (bus), кільцева (ring), зіркова (star). Довжина лінії й число вузлів, що підключаються, у ЛОМ обмежені.

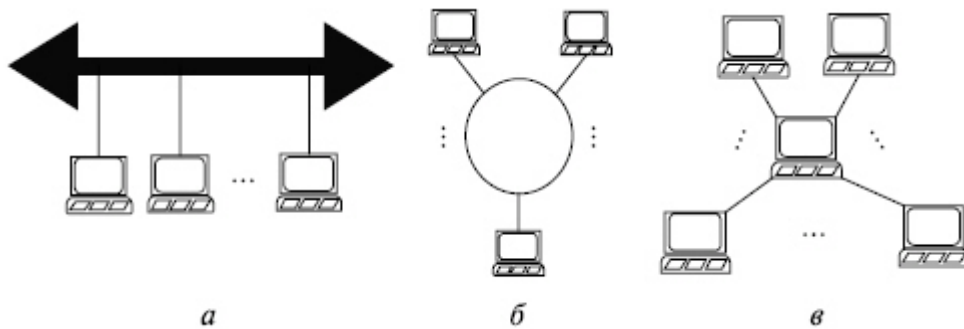


Рис. 8.2. Варіанти топології локальних обчислювальних мереж: а — шинна; б — кільцева; в — зіркова

У більших по масштабах проектних організаціях у мережу включені десятки-сотні й більше комп'ютерів, що відносяться до різних проектних і управлінських підрозділів і розміщених у приміщеннях одного або декількох будинків. Таку мережу називають корпоративною. У її структурі можна виділити ряд ЛОМ, що називають підмережами, і засоби зв'язку ЛОМ між собою. У ці засоби входять комутаційні сервери (блоки взаємодії підмереж). Якщо комутаційні сервери об'єднані відділеними від ЛОМ підрозділів каналами передачі даних, то вони утворюють нову підмережу, що називають опорною (або транспортною), а вся мережа є частиною ієрархічної структури.

Якщо будинки проектної організації віддалені друг від друга на значні відстані (аж до їхнього розташування в різних містах), то корпоративна мережа по своїх масштабах стає територіальною мережею (WAN — Wide Area Network). У територіальній мережі розрізняють магістральні канали передачі даних (магістральну мережу), що мають значну довжину, і канали передачі даних, що зв'язують ЛОМ (або сукупність ЛОМ окремого будинку або кампуса) з магістральною мережею й називані абонентською лінією або з'єднанням "останньої милі".

Звичайне створення виділеної магістральної мережі, тобто мережі, що обслуговує єдину організацію, обходиться для цієї організації занадто дорого. Тому частіше вдаються до послуг провайдера, тобто фірми, що надає телекомунікаційні послуги багатьом користувачам. У цьому випадку усередині корпоративної мережі зв'язок на значних відстанях здійснюється через магістральну мережу загального користування. У якості такої мережі можна використовувати, наприклад, міську або міжміську телефонну мережу або територіальні мережі передачі даних. Найпоширенішою формою доступу до

цих мереж у наш час є звертання до глобальної обчислювальної мережі Internet.

Для багатьох корпоративних мереж можливість виходу в Internet є бажаною не тільки для забезпечення взаємозв'язку віддалених співробітників власної організації, але й для одержання інших інформаційних послуг. Розвиток віртуальних підприємств, що працюють на основі Сals-технологій, має на увазі інформаційні обміни через територіальні мережі, як правило, через Internet. Потрібно, однак, відзначити, що використання мереж загального користування суттєво ускладнює завдання забезпечення інформаційної безпеки.

Структура ТЗ САПР для великої організації представлена на рис. 8.3. Тут показана типова структура великих корпоративних мереж САПР, що називається архітектурою клієнт-сервер. У мережах " клієнт-сервер" виділяється один або кілька вузлів, що називають серверами, які виконують у мережі керуючі або загальні для багатьох користувачів проектні функції, а інші вузли (робочі місця) є термінальними — їх називають клієнтами, на них працюють користувачі. У загальному випадку сервером називають сукупність програмних засобів, орієнтованих на виконання певних функцій. Але якщо ці засоби зосереджені на конкретному вузлі обчислювальної мережі, то тоді поняття "сервер" ставиться саме до вузла мережі.

Мережі " клієнт-сервер" розрізняють по характеру розподілу функцій між серверами, — інакше кажучи, їх класифікують по типах серверів. Розрізняють файл-сервери для зберігання файлів, поділюваних багатьма користувачами, сервери баз даних АС, сервери додатків для розв'язку конкретних прикладних завдань, комутаційні сервери (називані також блоками взаємодії мереж або серверами доступу) для взаємозв'язку мереж і підсетей, спеціалізовані сервери для виконання певних телекомунікаційних послуг, наприклад сервери електронної пошти.

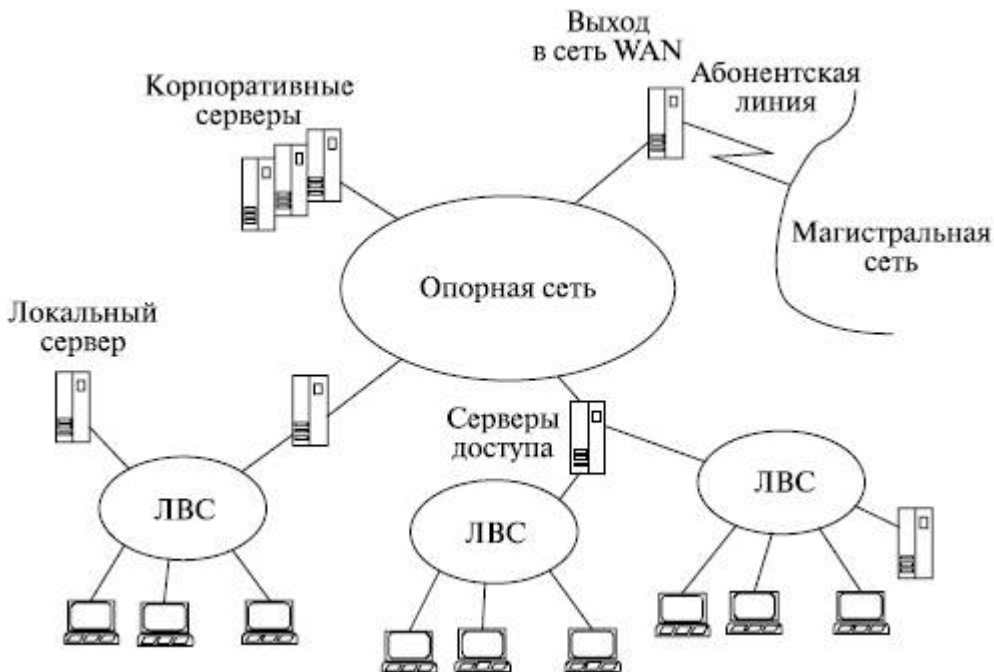


Рис. 8.3. Структура корпоративної мережі САПР

У випадку спеціалізації серверів по певних додатках мережу називають мережею розподілених обчислень. Якщо сервер додатків обслуговує користувачів однієї ЛОМ, то такий сервер називають локальним. Але оскільки в САПР є додатки й бази даних, що поділяються користувачами різних підрозділів і, отже, клієнтами різних ЛОМ, то відповідні сервери відносять до групи корпоративних, що підключаються звичайно до опорної мережі (див. рис. 8.3).

Поряд з архітектурою "клієнт-сервер" застосовують однорангові мережі, у яких будь-який вузол залежно від розв'язуваного завдання може виконувати функції як сервера, так і клієнта. Організація взаємодії в таких мережах при числі вузлів більш декількох десятків стає досить складною, тому однорангові мережі знайшли переважне поширення в невеликих по масштабах САПР.

У відповідності зі способами комутації розрізняють мережі з комутацією каналів і комутацією пакетів. У першому випадку при обміні даними між вузлами А і В мережі створюється фізичне з'єднання між А і В, яке під час сеансу зв'язку використовується тільки цими абонентами. Прикладом мережі з комутацією каналів може служити телефонна мережа. Тут передача інформації відбувається швидко, але канали зв'язку використовуються неефективно, тому що при обміні даними можливі тривалі паузи й канал "простоє". При комутації пакетів, фізичного з'єднання, яке в кожний момент сеансу зв'язку з'єднувало б абонентів А і В, не створюється. Повідомлення розділяються на

порції, що називають пакетами, які передаються в розгалуженій мережі від А до В або назад через проміжні вузли з можливою буферизацією (тимчасовим запам'ятовуванням) у них. Таким чином, будь-яка лінія може розділитися багатьма повідомленнями, поперемінно пропускаючи при цьому пакети різних повідомлень із максимальним заповненням згаданих пауз.

Існують два методи поділу лінії передачі даних: тимчасове мультиплексування (інакше — поділ за часом, або TDM — Time Division Method), при яким кожному каналу виділяється деякий квант часу, і частотний поділ (FDM — Frequency Division Method), при яким каналу виділяється деяка смуга частот.

У САПР невеликих проектних організацій, що нараховують не більш одиниць десятків комп'ютерів, які розміщено на малих відстанях один від іншого (наприклад, в одній або декількох сусідніх кімнатах) мережа, що поєднує комп'ютери, є локальною. Локальна обчислювальна мережа (ЛВС), або LAN (Local Area Network), має лінію зв'язку, до якого підключаються всі вузли мережі. При цьому топологія з'єднань вузлів може бути шинна (bus), кільцева (ring), зоряна (star). Довжина лінії й число вузлів, що підключаються, у ЛВС обмежені.

У більших по масштабах проектних організаціях у мережу включені десятківсотні й більш комп'ютерів, що ставляться до різних проектних і управлінських підрозділів і розміщених у приміщеннях одного або декількох будинків. Таку мережу називають корпоративною. У її структурі можна виділити ряд ЛВС, названих підмережами, і засобу зв'язку ЛВС між собою. У ці засоби входять комутаційні сервери (блоки взаємодії підмереж). Якщо комутаційні сервери об'єднані відділеними від ЛВС підрозділів каналами передачі даних, то вони утворюють нову підмережу, названу опорною (або транспортною), а вся мережа виявляється частиною ієрархічної структури.

Якщо будинку проектної організації знаходяться один від одного на значній відстані (аж до їхнього розташування в різних містах), то корпоративна мережа по своїх масштабах стає територіальною мережею (WAN — Wide Area Network). У територіальній мережі розрізняють магістральні канали передачі даних (магістральну мережу), що мають значну довжину, і канали передачі дан, що зв'язують ЛВС (або сукупність ЛВС окремого будинку або кампуса) з магістральною мережею й називані абонентською лінією або з'єднанням " останньої милі".

Звичайне створення виділеної магістральної мережі, тобто мережі, що обслуговує єдину організацію, обходиться для цієї організації занадто дорого. Тому частіше прибігають до послуг провайдера, тобто фірми, що надає телекомунікаційні послуги багатьом користувачам. У цьому випадку усередині корпоративної мережі зв'язок на значних відстанях здійснюється через магістральну мережу загального користування. У якості такої мережі можна використовувати, наприклад, міську або міжміську телефонну мережу або територіальні мережі передачі даних. Найпоширенішою формою доступу до

цих мереж у цей час є звертання до глобальної обчислювальної мережі Internet.

Для багатьох корпоративних мереж можливість виходу в Internet є бажаною не тільки для забезпечення взаємозв'язку вилучених співробітників власної організації, але й для одержання інших інформаційних послуг. Розвиток віртуальних підприємств, що працюють на основі СalsлТехнологій, з необхідністю має на увазі інформаційні обміни через територіальні мережі, як правило, через Internet. Потрібно, однак, відзначити, що використання мереж загального користування суттєво ускладнює завдання забезпечення інформаційної безпеки.

У мережах " клієнт-сервер" виділяється один або кілька вузлів, названих серверами, які виконують у мережі керуючі або загальні для багатьох користувачів проектні функції, а інші вузли (робочі місця) є термінальними — їх називають клієнтами, у них працюють користувачі. У загальному випадку сервером називають сукупність програмних засобів, орієнтованих на виконання певних функцій. Але якщо ці засоби зосереджені на конкретному вузлі обчислювальної мережі, те тоді поняття "сервер" ставиться саме до вузла мережі.

Мережі " клієнт-сервер" розрізняють по характеру розподілу функцій між серверами, — інакше кажучи, їх класифікують по типах серверів. Розрізняють файлсервери для зберігання файлів, поділюваних багатьма користувачами, сервери баз даних АС, сервери додатків для рішення конкретних прикладних завдань, комутаційні сервери (називані також блоками взаємодії мереж або серверами доступу) для взаємозв'язку мереж і підмереж, спеціалізовані сервери для виконання певних телекомунікаційних послуг, наприклад сервери електронної пошти

Еталонна модель взаємозв'язку відкритих систем

Для зручності модернізації складні інформаційні системи роблять максимально відкритими, тобто пристосованими для внесення змін у деяку частину системи при збереженні незмінними інших частин. Відносно обчислювальних мереж реалізація концепції відкритості привела до появи еталонної моделі відкритих систем (EMBC), запропонованою Міжнародною організацією стандартизації (ISO — International Standard Organization). У цій моделі даний опис загальних принципів, правил, угод, що забезпечують взаємодію інформаційних систем і називаються протоколами.

Інформаційну мережу в EMBC розглядають як сукупність функцій (протоколів), які підрозділяють на групи, що називають рівнями. Саме поділ на рівні дозволяє вносити зміни в засоби реалізації одного рівня без перебудови засобів інших рівнів, що значно спрощує й зменшує вартість модернізації засобів у міру розвитку техніки.

Розрізняють сім рівнів EMBC.

На фізичному (physical) рівні здійснюється представлення інформації у вигляді електричних або оптичних сигналів, перетворення форми сигналів, вибір параметрів фізичних середовищ передачі даних, організується передача інформації через фізичні середовища.

На каналному (link) рівні виконується обмін даними між сусідніми вузлами мережі, тобто вузлами, безпосередньо зв'язаними фізичними з'єднаннями без інших проміжних вузлів. Відзначимо, що пакети каналного рівня звичайно називають кадрами.

На мережному (network) рівні відбувається формування пакетів за правилами тих проміжних мереж, через які проходить вихідний пакет, і маршрутизація пакетів, тобто визначення й реалізація маршрутів, по яких передаються пакети. Інакше кажучи, маршрутизація зводиться до створення логічних каналів. Логічним каналом називають віртуальне з'єднання двох або більше об'єктів мережного рівня, при якому можливий обмін даними між цими об'єктами. Поняттю логічного каналу не обов'язково відповідає фізичне з'єднання ліній передачі даних між пунктами, що зв'язуються. Це поняття введене для абстрагування від фізичної реалізації з'єднання. Ще однією важливою функцією мережного рівня після маршрутизації є контроль навантаження на мережу з метою запобігання перевантажень, що негативно впливають на роботу мережі.

На транспортному (transport) рівні забезпечується зв'язок між кінцевими пунктами (на відміну від попереднього мережного рівня, на якому забезпечується передача даних через проміжні компоненти мережі). До

функцій транспортного рівня відносяться мультиплексування й демультиплексування (складання/розбирання повідомлень на пакети в кінцевих пунктах), виявлення й усунення помилок у переданих даних, завдання необхідного рівня послуг (наприклад, замовлених швидкості й надійності передачі).

На сеансовому (session) рівні визначаються тип зв'язку (дуплекс або напівдуплекс), початок і закінчення завдань, послідовність і режим обміну запитами й відповідями взаємодіючих партнерів.

На представницькому (presentation) рівні реалізуються функції представлення даних (кодування, форматування, структурування). Наприклад, на цьому рівні виділені для передачі дані перетворюються з одного коду в інший, зокрема, з метою шифрування.

На прикладному (application) рівні визначаються й оформляються в повідомлення ті дані, які підлягають передачі по мережі.

У конкретних випадках може виникати потреба в реалізації лише частини названих функцій, тоді, відповідно, мережа буде містити лише частину рівнів. Так, у простих (нерозгалужених) ЛОМ відпадає необхідність у засобах мережного й транспортного рівнів. Одночасно складність функцій каналного рівня робить доцільним його поділ у ЛОМ на два підрівня:

- керування доступом до каналу (MAC — Medium Access Control);
- керування логічним каналом (LLC — Logical Link Control). Передача даних через розгалужені мережі відбувається при використанні інкапсуляції/декапсуляції порцій даних. Так, повідомлення, що прийшло на транспортний рівень, ділиться на сегменти, які одержують заголовки й передаються на мережний рівень.

Сегментом звичайно називають пакет транспортного рівня. Мережний рівень організує передачу даних через проміжні мережі. Для цього сегмент може бути розділений на частині (пакети), якщо мережа не підтримує передачу сегментів цілком. Пакет забезпечується своїм мережним заголовком (тобто відбувається інкапсуляція сегмента в пакет мережного рівня). При передачі між вузлами проміжної ЛОМ потрібна інкапсуляція пакетів у кадри з можливою розбивкою пакета. Приймач декапсулює сегменти й відновлює вихідне повідомлення.

Склад технічного забезпечення САПР

Технічне забезпечення (ТЗ) САПР містить у собі обчислювальний комплекс (ОК) на базі високопродуктивної обчислювальної техніки з великим обсягом оперативної й зовнішньої пам'яті, широким набором периферійних пристроїв для забезпечення діалогового режиму роботи, випуску текстової й креслярської документації й створення повноцінних баз даних.

Доцільно створювати комплексні САПР на основі дворівневої ієрархічної структури з ЕОМ середньої й великої продуктивності на верхньому рівні й мережею термінальних станцій на нижньому рівні.

Вибір типового ОК для верхнього рівня проводиться залежно від складності об'єкта проектування, який визначають згідно з державними стандартами по числу складових частин.

Для верхнього рівня САПР передбачений випуск різних модифікацій ОК із єдиними версіями операційних систем (ОС). До складу типових ОК повинні входити ОС для обробки графічної інформації, спеціальні графічні процесори, графічні периферійні пристрої.

За десятиліття свого розвитку технічні засоби САПР пройшли кілька етапів, у значній мірі пов'язаних зі зміною поколінь ЕОМ і вдосконалюванням периферійних пристроїв. Базові ЕОМ перших поколінь САПР — автоматизоване робоче місце (АРМ) — на основі універсальних ЕОМ середнього класу й міні-ЕОМ з розширеним набором периферійних пристроїв введення/виводу графічної інформації (АРМ на базі ЕОМ ІВМ-360 і PDP-11 за рубежом, АРМ на базі БЭСМ-6, МИР, ЕС ЕОМ, СМ ЕОМ, "Електроніка" у нас у країні).

Характерною рисою розвитку технічних засобів цих поколінь було прагнення максимальне наблизити АРМ до проектувальника за допомогою САПР. Виникле при цьому протиріччя між вимогою відносно низкою вартості, габаритів і потребою збереження високих технічних параметрів базових ЕОМ через складність розв'язуваних завдань САПР привело до створення потужних децентралізованих систем ЕОМ, об'єднаних локальними обчислювальними мережами (ЛВС).

До теперішнього часу склався стійко зростаючий ринок збуту апаратних і програмних засобів в області САПР, який виробив власні вимоги до базових ЕОМ, периферійним пристроям і ЛОМ. У якості еталонних базових ЕОМ, що перебувають безпосередньо на столах проектувальників, виступають протягом уже тривалого часу робочі станції (РС), зв'язані ЛОМ між собою й іншими ЕОМ.

PC мають істотні відмінності від персональних комп'ютерів (ПК), оскільки вимоги до PC формуються ринком в області САПР, а вимоги до ПК — у значній мірі ринком в області офісного устаткування, побутової техніки, засобів зв'язку й комунікацій. PC розвивалися незалежно від ПК, однак здешевлення елементної бази ПК і підвищення вимог до технічних характеристик ПК привели до того, що найбільш потужні моделі ПК проникли на ринок засобів САПР, конкуруючи з недорогими PC.

Особливості архітектури й технічних характеристик PC із погляду їх застосування в якості базових обчислювальних систем в області САПР найбільше ясно проявляються при порівнянні із ПК.

1. Обчислювальним ядром більшості PC є Risc-Процесор, тобто процесор зі скороченим набором команд і підвищеною швидкістю — більшість його команд виконується за один період тактового генератора частоти, що синхронізує роботу такого мікропроцесора (МП). Більшість ПК має в якості обчислювального ядра МП зі складним набором команд (Cisc-Процесор), у якого кожна команда виконується в кілька тактів генератора частоти. При цьому порівняно більш низька продуктивність ПК компенсується більш простим програмним забезпеченням і сумісністю з більш ранніми моделями ПК.
2. Усі сучасні PC мають великий обсяг оперативного запам'ятовувального пристрою (ОЗП) і працюють під керуванням складних багатозадачних операційних систем з відповідними апаратними засобами підтримки. Більша частина ПК має трохи менший обсяг ОЗП й працює під керуванням більш простих однозадачних ОС, хоча й має засоби апаратної підтримки багатозадачності ОС. Ця особливість PC обумовлена складністю завдань і ієрархічністю пакетів САПР.
3. Наявність в PC потужних графічних процесорів з підтримкою високошвидкісної й високоякісної графіки з дозволом не менш 1000x1000 і колірною палітрою до 1,5 млн колірних відтінків. У більшості ПК використовується менш високоякісна графіка стандарту VGA, SVGA. Ця особливість PC обумовлена тим, що більшість завдань САПР вимагає високоякісного графічного введення/виводу інформації.
4. У базовий комплект PC обов'язково вбудовується апаратура високошвидкісного зв'язку зі стандартної ЛОМ — мережний адаптер. Така особливість PC обумовлена тим, що PC не може працювати ефективно в автономному режимі, без взаємодії з іншими PC і типами ЕОМ через ЛОМ. ПК спроектований як автономний пристрій, тому навіть при об'єднанні ПК у локальну мережу більшість операцій з інформацією ПК проводить автономно. Структурна схема типової PC із

деяких недорогих варіантах базових ЕОМ САПР на основі ПК використовуються МП зі складним набором команд.

РС і ПК є нижнім рівнем технічних засобів САПР, безпосередньо доступним проектувальникам за допомогою САПР. Частина завдань у САПР вимагає більш високої продуктивності, що досягається використанням ЕОМ інших класів і їх комплексуванням разом з РС і ПК на базі ЛОМ.

Технічні засоби, що використовуються в САПР повинні забезпечувати: виконання всіх необхідних проектних процедур, для яких є відповідне програмне забезпечення; взаємодію між проектувальниками й ЕОМ, підтримку інтерактивного режиму роботи; взаємодію між членами колективу, що працюють над загальним проектом.

Загальна структура ТЗ САПР являє собою мережу вузлів, зв'язаних між собою середовищем передачі даних. Вузлами є робочі місця проектувальників, що часто називають робочими станціями; ними можуть бути також великі ЕОМ, окремі периферійні й вимірювальні пристрої. Середовище передачі даних представлено каналами передачі даних, що складаються із ліній зв'язку й комутаційного устаткування.


У САПР невеликих проектних організацій, що нараховують не більше одиниць-десятків комп'ютерів, які розміщено на малих відстанях один від одного, мережа, що поєднує комп'ютери, є локальною.

У більших по масштабах проектних організаціях у мережу включені десятки-сотні й більше комп'ютерів, що відносяться до різних проектних і управлінських підрозділів і розміщені у приміщеннях одного або декількох будинків. Таку мережу називають корпоративною. У її структурі можна виділити ряд ЛОМ, що називають підмережами, і засоби зв'язку ЛОМ між собою.

Якщо будинки проектної організації віддалені друг від друга на значні відстані, то корпоративна мережа по своїх масштабах стає територіальною мережею. У територіальній мережі розрізняють магістральні канали передачі даних, що мають значну довжину, і канали передачі даних, що зв'язують ЛОМ з магістральною мережею і називаються абонентською лінією.

Питання для перевірки

1. Які вимоги пред'являються до технічного забезпечення САПР?
- 2.

- Що таке "мейнфрейм"?
3. Як представляється середовище передачі даних?
 4. Що являє собою канал передачі даних?
 5. Назвіть методи поділу лінії передачі даних.
 6. Назвіть варіанти топології локальних обчислювальних мереж.
 7. Назвіть різновиди серверів.
 8. Як здійснюється передача інформації в мережах з комутацією каналів і комутацією пакетів?
 9. Що являє собою робоча станція (РС)?
 10. Чим відрізняється робоча станція від персонального комп'ютера?
 11. Що входить в архітектуру робочої станції? 

Лекція 2. Інформаційне забезпечення САПР

Основне призначення інформаційного забезпечення (ІЗ) САПР — зменшення обсягів інформації, необхідної в процесі проектування від розроблювача, і виключення дублювання даних у прикладному, програмному і технічному забезпеченні САПР.

ІЗ САПР складається з опису стандартних проектних процедур, типових проектних рішень, типових елементів, з яких комплектують вироби і їх моделі, матеріалів, числових значень параметрів і інших даних. Ці дані в закодованій формі записуються на машинних носіях.

Крім того, в ІЗ САПР входять правила й норми проектування, що містяться у відповідній нормативно-технічній документації, а також інформація про правила документування результатів проектування. Структура й зміст ІЗ САПР, а також характер його використання залежать від ступеня розвитку банку даних.

Дані ІЗ звичайно групуються в окремі масиви, кожний з яких відноситься до певного об'єкта опису. Такі масиви називаються файлами. Уся сукупність файлів утворює базу даних, яку можна багаторазово використовувати при проектуванні різних систем для різних етапів і рівнів.

Для створення, розширення, коректування й колективного використання даних

створюються спеціальні системи управління базами даних (СУБД). Сукупність баз даних, систем керування файлами, а також стосовних до них програмних, мовних, технічних і організаційних засобів називається банком даних. Отже, банки даних (БНД) є складовою частиною ІЗ САПР і складаються з баз даних (БД) і систем управління базами даних. БНД створюються як обслуговуючі підсистеми САПР і призначені для автоматизованого забезпечення необхідними даними підсистем САПР. По призначенню СУБД є елементом інформаційного забезпечення, тому що вони організують автоматизоване забезпечення проектувальника інформацією, а по змісту це комплекс програм, тобто елемент програмного забезпечення.

Склад БД визначають із урахуванням характеристик об'єктів проектування (технічних, метрологічних, експлуатаційних), характеристик процесу проектування (типові проектні рішення, описи технологічних операцій з варіантами їх реалізації), діючі нормативні і довідкові дані, раніше створені в організації інформаційні масиви.

Основні вимоги до баз даних: встановлення багатобічних зв'язків по продуктивності — пропускну здатності; мінімальна надмірність по витратах на створення й експлуатацію БД; цілісність і можливість пошуку даних; безпека й таємність від несанкціонованого доступу; зв'язок з розробленими й проєктованими БД; простота; можливість настроювання й переміщення даних. Останні вимоги становлять концепцію автоматизованих інформаційних систем, що забезпечують адаптацію СУБД до даної предметної області з урахуванням динаміки її розвитку.

База даних характеризується двома аспектами: інформаційним і маніпуляційним. Перший відбиває структуру даних, найбільш придатну для даної предметної області; другий — дії над структурами даних: вибірку, додавання, видалення, відновлення й перетворення даних.

При побудові БД повинен виконуватися принцип інформаційної єдності, тобто повинні застосовуватися терміни, символи, умовні позначки, проблемно-орієнтовані мови й інші способи представлення інформації, прийняті в САПР. У якості основних логічних структур баз даних можуть використовуватися: ієрархічна, мережна, реляційна, об'єктно-орієнтована, змішана (що представляє собою різні комбінації перерахованих вище структур).

Зміст, структура й організація використання БД повинні забезпечувати:

- об'єднання будь-якого числа БД будь-якого обсягу для спільного використання, що допускає використання загальних даних різними підсистемами САПР для різних завдань;
-

можливість нарощування БД, достовірність і несуперечність даних, мінімальний обсяг пам'яті ЕОМ для їхнього зберігання;

- захист і регулювання можливості доступу до БД;
- багаторазове використання даних.

Проблема узгодження програм є насамперед проблемою вибору структур даних і масивів у пам'яті ЕОМ. Якщо програми розраховані на роботу із спільними даними, згрупованими по-різному, то такі програми не є інформаційно погодженими й не можуть безпосередньо ввійти в комбінацію програм, що обслуговують деякий маршрут проектування. Для забезпечення взаємодії програм у маршрутах необхідно їх інформаційне узгодження, тобто пристосування до роботи з інформаційними масивами однакової структури.

Інформаційна узгодженість програм забезпечується побудовою загальної для узгоджуваних програм БД, тобто сукупності всіх тих даних, які обробляються в більш ніж одній програмі (модулі).

У БД можна виділити частини, що відіграють різну роль у процесі проектування.

Перша частина — ДОВІДНИК — містить довідкові дані про ДСТУ, нормалях, уніфікованих елементах, раніше виконаних типових проектах. Ця частина змінюється найменш часто, характеризується однократним записом і багаторазовим зчитуванням і називається постійною частиною БД.

Друга частина — ПРОЕКТ — містить відомості про апаратуру, що перебуває в процесі проектування. У неї входять результати рішення проектних задач, отримані до теперішнього моменту (різного типу схеми, специфікації, таблиці з'єднань, тести). ПРОЕКТ поповнюється або змінюється в міру завершення чергових ітерацій на етапах проектування й становить напівзмінну частину БД.

Часто ДОВІДНИК і ПРОЕКТ поєднують під загальною назвою АРХІВ.

Третя частина БД містить масиви змінних, значення яких важливі тільки в процесі спільного рішення двома (або більш) програмами конкретного завдання проектування. Це змінна частина БД.

Перший спосіб інформаційного узгодження програм — побудова централізованої БД, загальної для всіх модулів програмного забезпечення (рис. 11.1).

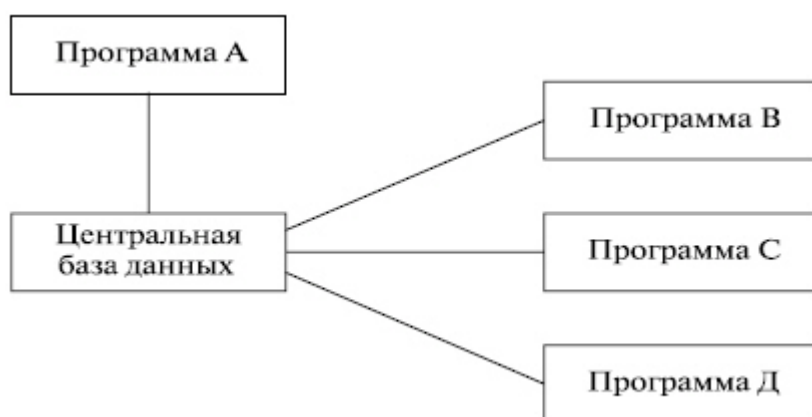


Рис. 11.1. Структура програмного забезпечення при централізованій БД

Відповідно до цього способу, при створенні САПР, спочатку розробляється БД, а потім — програмне забезпечення.

Реалізація централізованої БД — складне завдання, тому що обрана структура БД не завжди може забезпечити реалізацію всіх необхідних маршрутів проектування. Наприклад, раніше прийнята структура БД може не задовольняти вимогам нових елементів інформаційного й програмного забезпечення.

Тому другий спосіб інформаційного узгодження програм — побудова системи, у якій кілька окремих баз даних сполучаються за допомогою спеціального програмного інтерфейсу, як показано на рис. 11.2.



Рис. 11.2. Структура програмного забезпечення при окремих БД

Інтерфейс являє собою програми перекомпонування інформаційних масивів з форматів і структур однієї БД у формати й структури, прийняті в іншій БД.

Основні операції в БД — вибірка даних прикладними програмами, запис нових

даних, видалення старих непотрібних записів, перезапис файлів з одних машинних носіїв на інші і так далі.

Для виконання більшості із цих операцій потрібно спеціальне програмне забезпечення.

Сукупність програм, що обслуговують БД, називається системою управління базою даних СУБД. БД і СУБД разом утворюють БАНК ДАНИХ.

Логічне представлення БД відображає тільки склад відомостей і зв'язки між елементами відомостей, що зберігаються в БД.


Фізичне представлення БД відображає спосіб розташування інформації на машинних носіях.

Структуру БД можна представити у вигляді графа. Кожна вершина графа відображає групу однотипних записів (групи взаємозалежних елементів даних), тобто кожній вершині можна поставити у відповідність таблицю, що містить конкретні значення (екземпляри) записів.

БД, для логічного представлення яких використовуються графи, називають МЕРЕЖНИМИ. Звичайно в мережних БД у графах, що зображують структуру, можна вказати ті або інші цикли.

В окремому випадку мережних БД граф може являти собою дерево. Зокрема, якщо усунути із БД усі відомості, крім одного номінального, то структура представляється деревом. Таку структуру називають ДЕРЕВОПОДІБНОЮ або ІЄРАРХІЧНОЮ. Реалізація деревоподібної структури простіше, чим мережної структури загального виду, однак частіше реальні дані мають складні мережні структури.

Поряд з мережним підходом до представлення БД існує інший підхід, заснований на операції нормалізації структури. Цей підхід приводить до логічного представлення БД у вигляді сукупності таблиць. Такі бази даних називають РЕЛЯЦІЙНИМИ БД.

Реляційна БД являє собою сукупність таблиць за умови, що відомості про зв'язки між таблицями вдається включити в самі ці таблиці. Включення таких відомостей забезпечується нормалізацією. 

Процес розробки структури БД на підставі вимог користувача називають проектуванням БД (ПБД). Результатами ПБД є структура БД, що складається з логічних і фізичних компонентів, і посібник для прикладних програмістів.

Розвиток системи БД у часі називають життєвим циклом. Останній ділиться на

стадії аналізу, проектування й експлуатації.

Перша стадія містить у собі етапи формулювання й аналізу вимог, концептуального проектування, проектування реалізації, фізичного проектування. Аналіз вимог є повністю неформалізованим етапом. Його основна мета — забезпечити погодженість цілей користувачів і представлень про інформаційні потоки.

Друга стадія складається з етапів реалізації БД, аналізу функціонування й підтримки, модифікації й адаптації.

Концептуальне проектування забезпечує вибір структури організації інформації на основі об'єднання інформаційних вимог користувачів.

Проектування реалізації (логічне проектування) розділяють на дві частини: проектування бази даних і проектування програм. Результатом першої частини є логічна структура БД. Результатом другої частини вважають функціональні описи програмних модулів і набори запитів до БД.

Фізичне проектування розділяють також на дві частини: вибір фізичної структури БД і налагодження програмних модулів, отриманих при проектуванні програм. Результатом етапу є підготовка до експлуатації БД.

На етапі реалізації БД ставиться завдання розробки програм доступу до БД.

Етап аналізу функціонування й підтримки забезпечує статистичну обробку даних про функціонування системи. Відновлення БД і її цілісності після збоїв забезпечує підтримка БД.

Етап модернізації й адаптації дозволяє провадити зміни, оптимізацію функціонування, модифікацію програм.

Мови, що використовуються в БД, ділять на мови опису даних (МОД) і мови маніпулювання даними (ММД).

У загальному випадку МОД описує різні типи записів, їх імена й формати, а також служить для визначення:

- типів елементів даних, які потрібні в якості ключів;
- відношень між записами або їх частинами й іменування цих відношень;
- типу даних, які використовуються в записах;
- діапазону їх значень;

- числа елементів, їх порядку й т.ін.;
- таємності частин даних і режимів доступу до них.

Розрізняють три рівні абстракції для опису даних:

- концептуальний (з позиції адміністратора);
- реалізації (з позиції прикладного програміста й користувача);
- фізичний (з позиції системного програміста).

На концептуальному рівні описують об'єкти, атрибути й значення даних. На рівні реалізації мають справу із записами, елементами даних і зв'язками між записами. На фізичному рівні оперують блоками, покажчиками, даними переповнення, угруповання даних.

Звичайно ММД дають можливість маніпулювання даними без знання несуттєвих для програміста подробиць. Вони можуть реалізуватися як розширення мов програмування загального призначення шляхом уведення в них спеціальних операторів або шляхом реалізації спеціальної мови.

При роботі із БД використовуються кілька типів мов:

- маніпулювання даними;
- програмування;
- опису фізичної організації даних.

Мови програмування, що застосовуються в БД, являють собою розповсюджені мови.

Мови опису логічних схем користувача реалізуються засобами опису даних мови прикладного програмування, засобами СУБД, спеціальною мовою.

Найбільше широко розповсюджений перший спосіб опису. Він має в основі оператори оголошення (наприклад, DECLARE у мові PL/I, STRUCT у Си, type в ADA).

Мови опису схем БД призначені для адміністратора БД. З їхньою допомогою визначають глобальні описи даних.

Мови опису фізичної організації даних описують фізичну структуру розміщення схеми на машинних носіях. З їхньою допомогою визначають методи доступу, що забезпечують розміщення даних на тих або інших носіях, і т.ін.

Найбільші переваги мають спеціальні мови, тому що вони не залежать від використовуваних мов програмування або технічних засобів. Отже, при перенесенні БД на інший технічний засіб або зміні мови програмування більшість описів БД залишиться без зміни.

Процес проектування БД починають із побудови концептуальної моделі (КМ). Концептуальна модель складається з опису об'єктів і їх взаємозв'язків без зазначення способів фізичного зберігання. Побудова КМ починається з аналізу даних про об'єкти й зв'язках між ними, збору інформації про дані в існуючих і можливих прикладних програмах. Інакше кажучи, КМ — це модель предметної області. Версія КМ, що забезпечується СУБД, називається логічною моделлю (ЛМ). Підмножини ЛМ, які виділяються для користувачів, називаються зовнішніми моделями (підсхемами). Логічна модель відображається у фізичну, яка відображає розміщення даних і методи доступу. Фізичну модель називають ще внутрішньою.

Зовнішні моделі не пов'язані з використовуваними технічних засобів і методами доступу до БД. Вони визначають перший рівень незалежності даних. Другий рівень незалежності даних пов'язаний з відсутністю змін зовнішніх моделей при зміні КМ.

Важливим інструментом при розробці й проектуванні БД є словник даних (СД), призначений для зберігання відомостей про об'єкти, атрибути, значення даних, взаємозв'язках між ними, їх джерелах, значеннях, форматах представлення. Словник даних дозволяє одержати одноманітну й формалізовану інформацію про всі ресурси даних.

Головне призначення СД полягає в документуванні даних. Він повинен забезпечувати централізоване введення й керування даними, взаємодію між розроблювачами будь-якого проекту, наприклад САПР. Існують інтегровані й незалежні СД. У першому випадку СД — це частина пакета програм СУБД, а в другому — окремий пакет програм у вигляді доповнення до СУБД.

У наш час СД розглядають як сполучну ланку в системі ПО обробки даних, що включає в себе процесор, СУБД, мови запитів, монітор телеобробки.

У повному обсязі СД зобов'язаний:

- підтримувати КМ, логічну, внутрішню й зовнішню моделі;
- бути інтегрованим із СУБД, підтримувати тестові й робочі версії збережених описів;
- забезпечувати ефективний обмін інформацією із СУБД і процес зміни робочої версії при зміні БД.

Словник даних повинен мати свою БД. Основні складові БД словника даних:

- атрибут;
- об'єкт;
- груповий елемент даних;
- виведений об'єкт даних;
- синоніми, тобто атрибути, що мають однакове призначення, але різні ідентифікатори;
- омоніми, тобто атрибути з різним призначенням, але з однаковими ідентифікаторами;
- опис КМ, ЛМ, зовнішніх і внутрішніх моделей;
- опис, що дозволяє користувачам формально й однозначно вибрати атрибути для вирішення задач.

Резюме

Основне призначення інформаційного забезпечення САПР — зменшення обсягів інформації, необхідної в процесі проектування від розроблювача, і виключення дублювання даних у прикладному, програмному і технічному забезпеченні САПР.

ІЗ САПР складається з опису стандартних проектних процедур, типових проектних рішень, типових елементів, з яких комплектують вироби і їх моделі, матеріалів, числових значень параметрів і інших даних. Крім того, в ІЗ САПР входять правила й норми проектування, що містяться у відповідній нормативно-технічній документації, а також інформація про правила документування результатів проектування.

Дані ІЗ звичайно групуються в окремі масиви, кожний з яких відноситься до певного об'єкта опису. Такі масиви називаються файлами. Уся сукупність файлів утворює базу даних, яку можна багаторазово використовувати при проектуванні різних систем для різних етапів і рівнів.

Сукупність програм, що обслуговують БД, називається системою управління базою даних. БД і СУБД разом утворюють БАНК ДАНИХ.

БД, для логічного представлення яких використовуються графи, називають мережними.

Поряд з мережним підходом до представлення БД існує інший підхід, заснований на операції нормалізації структури. Цей підхід приводить до логічного представлення БД у вигляді сукупності таблиць. Такі бази даних називають реляційними БД. Реляційна БД являє собою сукупність таблиць за умови, що відомості про зв'язки між таблицями вдається включити в самі ці таблиці.

Мови, що використовуються в БД, ділять на мови опису даних і мови маніпулювання даними.

Процес розробки структури БД на підставі вимог користувача називають проектуванням БД.

Процес проектування БД починають із побудови концептуальної моделі. Концептуальна модель складається з опису об'єктів і їх взаємозв'язків без зазначення способів фізичного зберігання. Побудова КМ починається з аналізу даних про об'єкти й зв'язки між ними, збору інформації про дані в існуючих і можливих прикладних програмах.

Версія КМ, що забезпечується СУБД, називається логічною моделлю. Підмножини ЛМ, які виділяються для користувачів, називаються зовнішніми моделями (підсхемами). Логічна модель відображається у фізичну, яка відображає розміщення даних і методи доступу. Фізичну модель називають ще внутрішньою.

Питання для самоконтролю

1. Що таке система даних?
2. Що таке ідентифікатори об'єкта й ключові атрибути?
3. Що таке запис даних? Наведіть приклади.
4. Що таке файл даних (набір даних)?

5. Наведіть відомі визначення бази даних (БД).
6. У чому подібність і відмінність між БД і файлом?
7. Наведіть основні визначення системи управління базами даних (СУБД).
8. Опишіть основні функції СУБД і вимоги до них.
9. Які мови використовуються в БД?
10. Що таке концептуальна модель (КМ)?
11. Наведіть визначення логічної, зовнішньої, внутрішньої (фізичної) моделей.

1. САПР інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів SolidWorks

SolidWorks – система автоматизованого проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів будь-якої складності та призначення. SolidWorks є ядром інтегрованого комплексу автоматизації підприємства, за допомогою якого здійснюється підтримка життєвого циклу виробу відповідно до концепції CALS-технологій, включаючи двонаправлений обмін даними з іншими Windows-додатками і створення інтерактивної документації [3].

З самого початку роботи корпорація SolidWorks ставила перед собою завдання створити конструкторську систему «середнього» рівня. Слід зауважити, що ця задача була успішно вирішена. Більш того, за визнанням багатьох провідних фахівців у цій області, вже версія SolidWorks 2004 значно перевершувала «середній» рівень, хоча вона, як і всі попередні версії, базується на тому ж геометричному ядрі Parasolid, на якому базується така «важка» конструкторська система, як Unigraphics (розглядається далі). А можливості версії SolidWorks 2009, природно, ще ширше [2]. Створення деталі в системі SolidWorks зображено на рис. 1.1.

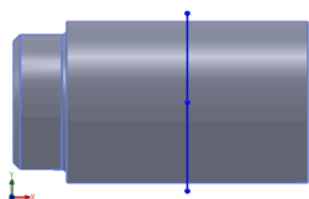


Рис. 1.1. Створення деталі в системі SolidWorks

2. САПР Unigraphics

Пакет Unigraphics являє собою універсальну середу автоматизованого проектування та виробництва для промислових підприємств різних галузей економіки. Підхід до розробки виробу в системі Unigraphics відображає ітераційний процес, що дозволяє конструювати та аналізувати повністю електронну модель до тих пір, поки вона не буде відповідати необхідним технічним вимогам. Цьому сприяє потужне ядро гібридного моделювання, завдяки чому конструктор має вибір між технологіями параметричного моделювання з використанням твердих тіл, параметризованих типових елементів, поверхонь і дротяної геометрії. Можна поєднувати параметричні або варіаційні моделі з не параметризованими даними при будь-якому поданні виробу.

Пакет Unigraphics займає ринок CAD / CAM / CAE систем. Він дозволяє проводити:

- автоматизоване проектування (CAD);
- механообробка (CAM);
- інженерний аналіз (CAE);
- конструювання і обробка виробів з листового металу (Sheet Metal).

3. САПР AutoCAD

AutoCAD – це і 2х-3х-мірна система автоматизованого проектування і креслення компанії Autodesk. Сімейство продуктів AutoCAD є одним з найбільш поширених САПР в світі.

Компанія Autodesk займається розробкою системи автоматизованого проектування AutoCAD с 1982 року, тобто більше 26 років.

AutoCAD надає всі необхідні кошти для оформлення креслень: широкий набір графічних примітивів, засоби для автоматичного нанесення розмірів, штрихування, заливки, інструменти для копіювання, повороту, масштабування об'єктів, що

створюються, функції для перегляду креслень і подальшого їх виведення на друк, можливість створення власних бібліотек креслень і часто вживаних елементів.

AutoCad використовує ядро Acis – об'єктно-орієнтований пакет геометричного моделювання, розроблений фірмою Spatial Technology для використання в якості геометричної основи в додатках для тривимірного моделювання. Acis надає засіб з відкритою архітектурою для каркасного, поверхневого і твердотілого моделювання з загальної, уніфікованої структурою даних. [5]

4. Методи інтеграції САПР типу CAD

Основу сучасних CAD систем становлять спеціалізовані ядра геометричного моделювання. Ядро – це набір математичних функцій, що призначений для точного математичного подання тривимірної форми виробу і управління цією моделлю. Отримані з його допомогою геометричні дані використовуються системами автоматизованого проектування (CAD), технологічної підготовки виробництва (CAM) та інженерного аналізу (CAE) для розробки конструктивних елементів, зборок і виробів. Проектувальник отримує доступ до функцій ядра з відповідної САПР через графічний користувальницький інтерфейс. Таким чином, ядро має дуже велике значення. Тому його іноді називають «двигуном» системи проектування. Саме воно визначає її функціональні можливості і продуктивність.

Взаємодія ядра системи проектування і інтегрувальне програми відбувається за допомогою спеціального API. Як правило, API надає всі необхідні інструменти для отримання поточних даних з CAD системи, а також для їх зміни.

Можливі дві варіанти передачі управління від CAD системи до інтегрованим додатком:

- прямий виклик функції програми за допомогою графічного інтерфейсу системи;
- автоматичний виклик функції додатка при настанні певної події.

Інтеграція в SolidWorks

Наприклад, якщо реалізувати передачу моделі, створеної в системі SolidWorks, в САЕ-систему MDesign 11.0 (модуль SHAFT).

Модуль SHAFT призначений для розрахунку характеристик валу, що задається набором порожніх або суцільних ступенів різної форми. Модуль SHAFT показаний на рисунку 4.1.

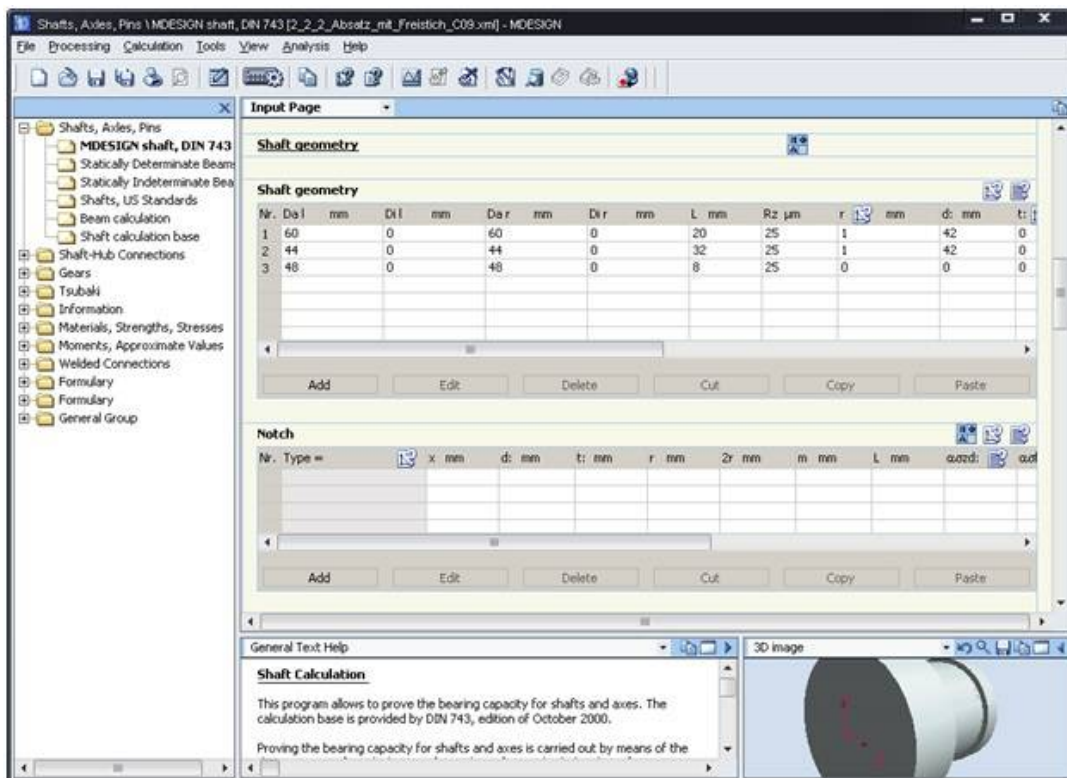


Рис. 4.1. Головна форма модуля MDesign SHAFT

Процес створення моделі вала показано на малюнку 4.2.

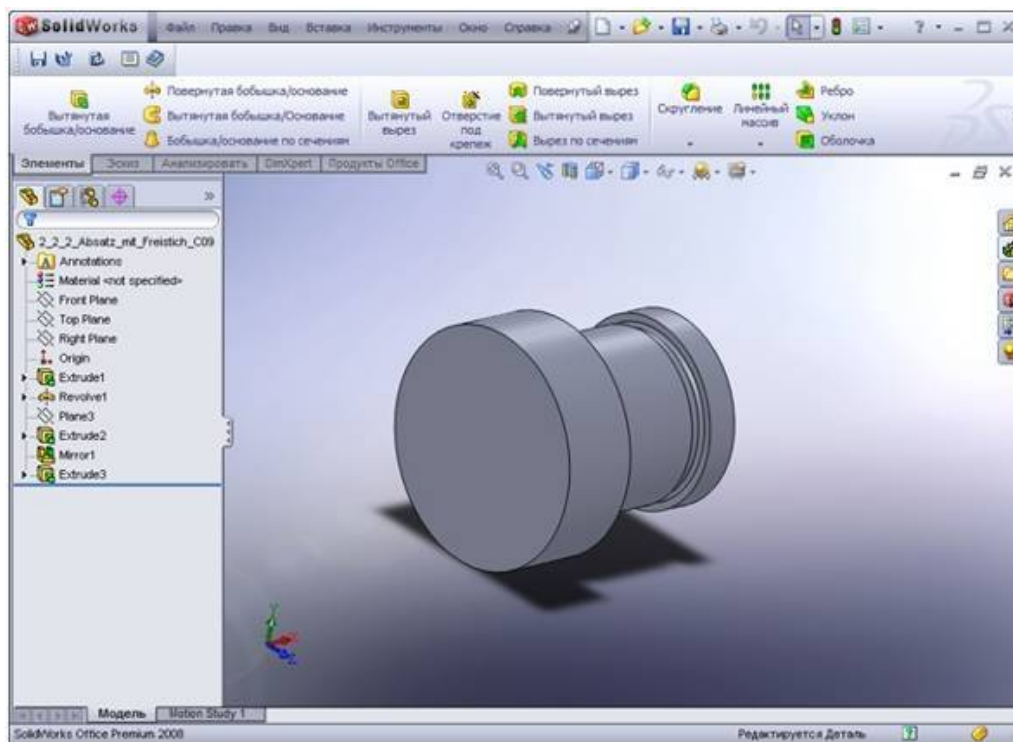


Рис. 4.2 Розробка моделі валу в SolidWorks

Використання функціоналу SolidWorks для проектування моделі з подальшою передачею її в систему MDesign для виконання розрахунків підвищує продуктивність роботи, а також розширює можливості модуля SHAFT по створенню моделі та розрахунку її характеристик.

Алгоритм аналізу моделі.

Для організації передачі моделі з системи SolidWorks в систему MDesign, здійснюють попередній аналіз моделі. Такими завданнями аналізу є:

- Перевірка помилок в моделі (тобто, наприклад, вал має таку форму, яку не можна поставити в модулі MDesign SHAFT);
- За наявності помилок – повідомлення із зазначенням положення некоректної ділянки цього валу;
- Збереження моделі, наприклад, валу у форматі, який може бути завантажений модулем MDesign SHAFT.

Результатом роботи аналізатора є модель такого валу, яка повинна точно збігатися з моделлю, яка відображається в SolidWorks.

Інтерфейс програми

Керування програмою відбувається за допомогою панелі інструментів (рис. 3), на якій є такі кнопки:

1. Аналіз і Збереження поточної моделі;
2. Аналіз поточної моделі;
3. Запуск САЕ-системи MDESIGN Shaft;
4. Діалог опцій (рис. 4.3);
5. Допомога.



Рис. 3 Панель інструментів

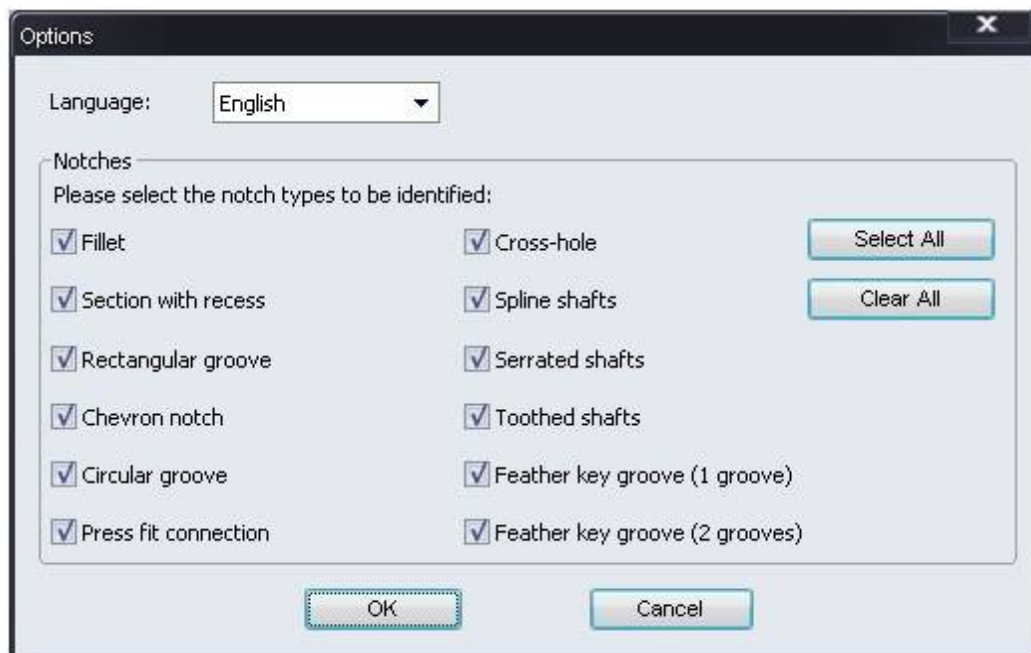


Рис. 4.3. Діалог опцій

5. Універсальна система CADAD (США)

Ця система включає елементи штучного інтелекту типу CAD/CAM (CAD – Computer Aided Design, CAM – Computer Aided Management), вона дозволяє

здійснювати конструкторські та проектувальні роботи, а також аналіз та управління проектами.

Цю систему умовно можна поділити на дві частини. Перша призначена для проектування, вона складається з наступних підсистем:

- підсистеми проектування, які містять двох та трьохмірні графіки;
 - підсистеми проектування та аналізу будівельної та технологічної частини об'єкту з підготовкою креслень;
 - підсистеми розрахунку та оцінки потреби в матеріальних та трудових ресурсах.
- Друга частина забезпечує управління проектною діяльністю і містить:
- систему управління (планування);
 - систему оцінки та контролю якості;
 - систему документообігу по проекту та базу даних, яка необхідна для підготовки інформації для керівництва та менеджерів проекту.

Інтерфейсом CADAD пов'язана з системою ARTEMIS, яка використовується для календарного планування. Система забезпечує швидку відповідь на запит, а також ефективні методи захисту від несанкціонованого доступу.

6. САПР типу КОМПАС (Росія)

Система КОМПАС-ГРАФІК 5.X

Система КОМПАС-ГРАФІК від компанії «Аскон» призначена для автоматизації проектноконструкторських робіт в різних галузях діяльності. Вона може успішно використовуватися в машинобудуванні і приладобудуванні, архітектурі і будівництві, тобто скрізь, де необхідно розробляти і випускати креслярську документацію.

КОМПАС-ГРАФІК 5.X розроблений спеціально для операційного середовища Windows.

Порядок виконання графічних робіт побудований на основі послідовності створення креслення і розглядається на конкретних прикладах, що повинне сприяти швидкому вивченню системи КОМПАС-ГРАФІК 5.X.

Система КОМПАС-ГРАФІК 5.X дозволяє розробляти шість видів документів:

ЗБІРКА це електронний документ, що дозволяє виконувати в аксонометрії складальні одиниці з твердотільних деталей. Файл документа **Збірка** має розширення *.a3d.

ДЕТАЛЬ це електронний документ, що дозволяє виконувати в аксонометрії твердотільні деталі

Файл документа **Деталь** має розширення *.m3d

ЛИСТ це електронний лист креслення, оформлений відповідно до ГОСТ 2.10468 (рамки формату і поля креслення, основний напис і додаткові рамки).

Файл документа **Лист** має розширення *.cdw.

ФРАГМЕНТ це електронний чистий лист без рамок, на якому виконуються графічні роботи.

Файл документа **Фрагмент** має розширення *.frw.

Система КОМПАС-3D

Основне завдання, що вирішується системою **КОМПАС-3D** від компанії «Аскон» – моделювання виробів з метою скорочення термінів проектування і швидкого запуску у виробництво. Це можливо за рахунок:

- швидкого отримання конструкторської і технологічної документації, необхідної для випуску виробів (складальних креслень, специфікацій, деталювань і т.д.);
- передачі геометрії виробів в розрахункові пакети;
- передачі геометрії виробів в пакети, що управляють устаткуванням з ЧПУ;
- створення додаткових зображень виробів (наприклад, для складання каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації і т.д.).

Основні компоненти КОМПАС-3D – власне система тривимірного твердотілого моделювання, креслярсько-графічний редактор і модуль проектування специфікацій.

Креслярсько-графічний редактор (**КОМПАС-ГРАФІК**) призначений для автоматизації проектно-конструкторських робіт в різних галузях промисловості: у машинобудуванні, архітектурі, будівництві, складанні планів і схем, тобто скрізь, де необхідно розробляти і випускати креслярську і текстову документацію.

Система тривимірного твердотілого моделювання призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи. Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі вже спроектованого прототипу.

В 2008 році компанією Аскон було представлено версію **КОМПАС-3D V10**

Лінія програмних продуктів:

- Система управління інженерними даними й життєвим циклом виробу
ЛОЦМАН:PLM
- Система тривимірного моделювання КОМПАС-3D
- Графічний редактор для креслення КОМПАС-График
- Система автоматизації технологічної підготовки виробництва
КОМПАС-Автопроект
- Прикладні бібліотеки, спеціалізовані системи проектування, електронні довідники.

Тип документа, що створюється в системі КОМПАС-3D, залежить від роду інформації, що зберігається в цьому документі. Кожному типу документа відповідає розширення імені файлу і власна піктограма.

Деталь – модель виробу, що виготовляється з однорідного матеріалу, без застосування складальних операцій. Файл деталі має розширення **m3d**.

Зборка – модель виробу, що складається з декількох деталей із заданим взаємним положенням. До складу зборки можуть також входити інші складки (підзборки) і стандартні вироби. Файл зборки має розширення **a3d**.

Креслення – основний тип графічного документа в КОМПАС-3D. Креслення містить графічне зображення виробу, основний напис, рамку, іноді – додаткові об'єкти оформлення (знак невказаної шорсткості, технічні вимоги і т.д.). Креслення КОМПАС-3D завжди містить один аркуш заданого користувачем формату. У файлі креслення можуть міститися різні графічні документи. Файл креслення має розширення **cdw**.

Фрагмент – допоміжний тип графічного документа в КОМПАС-3D. Фрагмент відрізняється від креслення відсутністю рамки, основного напису й інших об'єктів оформлення. Використовується для зберігання зображень, які не потрібно оформляти як окремий аркуш (ескізні промальовування, розробки і т.д.). Крім того, у фрагментах також зберігаються створені типові рішення для подальшого використання в інших документах. Файл фрагмента має розширення **frw**.

Специфікація – документ, що містить інформацію про склад зборки, представлена у вигляді таблиці. Специфікація оформляється рамкою і основним написом. Документ часто буває багатосторінковим. Файл специфікації має розширення **spw**.

Текстовий документ – документ, що містить текстову інформацію, оформляється рамкою і основним написом. Документ часто буває багатосторінковим. У текстовому документі можуть бути створені записки, пояснення, сповіщення, технічні умови і т. п. Файл текстового документа має розширення **kdw**.

При роботі в КОМПАС-3D використовуються декартові праві системи координат. У кожному файлі моделі (зокрема в новому, тільки що створеному) існує система координат і визначувані нею проекційні площини. Зображення системи координат з'являється посередині вікна моделі. Початок абсолютної системи координат креслення завжди знаходиться в лівій нижній точці габаритної рамки формату. Початок системи координат фрагмента не має чіткої прив'язки, як у креслення. Тому, коли відкривається новий фрагмент, точка початку його системи координат автоматично відображається в центрі вікна. Для зручності роботи

користувач може створювати в графічних документах довільну кількість локальних систем координат (ЛСК) й оперативно переключатися між ними.

КОМПАС-3D – багатовіконна і багатодокументна система. У ній можуть бути одночасно відкриті вікна всіх типів документів КОМПАС – моделей, креслень, фрагментів, текстово-графічних документів і специфікацій. Кожен документ може відображатися в декількох вікнах. Команди викликаються із сторінок *Главного меню*, контекстного меню або за допомогою кнопок на *Инструментальной панели*.

Складові частини вікна КОМПАС-3D наведено на рис. 6.1.

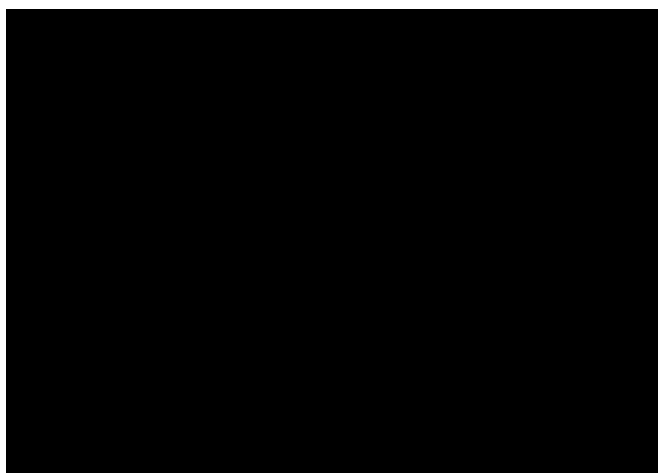


Рис. 6.1. Складові частини вікна КОМПАС-3D

При роботі з документом будь-якого типу на екрані відображаються *Главное меню* і декілька панелей інструментів:

Стандартная, Вид, Текущее состояние, Компактная

Головне меню служить для виклику команд. За умовчанням *Главное меню* розташовується у верхній частині вікна. При виборі пункту меню розкривається перелік команд цього пункту. Деякі з команд мають власні підменю (команда помічена в кінці чорною стрілкою) або діалогові вікна (команда помічена багатокрапкою).

Стандартная – панель, на якій розташовані кнопки виклику команд стандартних операцій з файлами і об'єктами.

Вид – панель, на якій розташовані кнопки виклику команд настройки відображення активного документа.

Панель **Текущее состояние** – на ній відображаються параметри поточного стану активного документа.

Компактная инструментальная панель – на ній розташовані кнопки перемикання між інструментальними панелями і кнопки самих інструментальних панелей.

Активізація інструментальних панелей проводиться за допомогою кнопок перемикання, але неможлива за допомогою меню. Склад меню і панелей залежить від типу активного документа.

Команди, що управляють відображенням інструментальних панелей, знаходяться в меню *Вид\Панели инструментов*.

Для введення параметрів і завдання властивостей об'єктів при їх створенні і редагуванні служить *Панель свойств*.

Робота із змінними і рівняннями ведеться за допомогою вікна *Переменные*.

Для управління бібліотеками і їх використанням призначений *Менеджер библиотек*

У рядку повідомлень *Строка сообщений* (якщо її показ не відключений при настройці системи) відображаються підказки для поточної дії або опис вибраної команди.

Інструментальні панелі – для включення відображення на екрані служить команда *Вид\ Панели инструментов*, для активізації панелі вибирається відповідна кнопка на Компактній інструментальній панелі.

Для створення об'ємних елементів використовується переміщення плоских фігур в просторі. В процесі переміщення ці фігури обмежують частину простору, яка і визначає форму елемента.

Наприклад:

Переміщення прямокутника в напрямі, перпендикулярному його площині, приведе до формування призми, яку можна розглядати як прямокутну пластину певної товщини.

В результаті повороту ламаної лінії на 360° навколо осі, лежачої в площині ламаної, буде сформований об'ємний елемент. Цей елемент буде валом, що складається з циліндричних і конічних ділянок. Якщо коло перемістити уздовж кривої, напрямної, то буде одержаний об'ємний елемент, що є круглим стрижнем певного діаметру і форми.

Ескізи і операції

Плоска фігура, в результаті переміщення якої утворюється об'ємне тіло, називається ескізом, а саме переміщення – операцією.

Ескізи

Ескіз може розташовуватися в одній із стандартних площин проекцій, на плоскій грані існуючого тіла або на допоміжній площині, положення якої визначене користувачем. Ескізи зображаються засобами модуля плоского креслення і складаються з окремих графічних примітивів: відрізків, дуг, кіл, ламаних ліній і т.д. При цьому доступні всі команди побудови і редагування зображення.

У ескіз можна скопіювати зображення із створеного раніше креслення або фрагмента. Це дозволяє при створенні тривимірної моделі використовувати існуючі плоскі креслення.

КОМПАС-3D має в своєму розпорядженні різноманітні засоби для побудови об'ємних елементів. Проте деякі типи операцій є базовими. До цих основних операцій можна віднести наступні:

– **операція витискування** – витискування ескіза в напрямі, перпендикулярному площині ескіза;

– **операція обертання** – обертання ескіза навколо осі, що лежить в площині ескіза;

– **кінематична операція** – переміщення ескіза вздовж напрямної;

– **операція по перетинах** – побудова об'ємного елемента по декількох ескізах, які розглядається як перетин елемента в декількох площинах.

Операція може мати додаткові можливості (опції), які дозволяють змінювати або уточнювати правила побудови об'ємного елемента.

Як малюнки (растрові зображення), так і креслення (векторні зображення) мають свої переваги і недоліки.

Перевага растрових програм – у природному способі створення зображень.

Недолік – в обмеженій щільності пікселів (російською – «разрешение», англійською – «resolution», адекватного українського терміну не існує, дослівний переклад: аналіз, розподіл на складові частини).

Оскільки бітова карта складається з фіксованого числа пікселів, дозвіл зображення (число пікселів на дюйм – dpi) залежить від розміру, в якому зображення роздруковується. У роздруківці невеликого розміру пікселі маленькі і дозвіл високий; роздруківка великого розміру збільшує пікселі й знижує дозвіл. Зображення на повний екран 800x600 пікселів дає безупинну зміну кольору лише в роздруківці розміром близько 2x1,5 см. При збільшенні чітко проявляються окремі пікселі, що утворюють зазублини на місці гладких ліній. Поліпшити ситуацію можна, збільшивши число пікселів у зображенні, але це різко збільшить об'єм файла. Наприклад: цифрове фото 1200x800 у tiff-форматі займає близько 3 МБ на диску.

Технология комплексного автоматизированного проектирования инженерных сетей с помощью технологической линии GEO+CAD

При проектировании объектов необходимо решать задачи инженерных изысканий, вертикальной планировки и проектирования инженерных сетей. Проектирование этих разделов осуществляется большим числом специалистов, работающих в различных подразделениях или в разных организациях, и требует больших затрат по организации проектных работ.

В настоящей статье мы расскажем читателям о комплексной технологии сетевого автоматизированного проектирования инженерных сетей, включающей ряд организационных мероприятий, техническое и программное обеспечение (рис. 1).

Технология сетевого автоматизированного проектирования

Основным условием внедрения комплексной технологии проектирования является организационное обеспечение. Его создание осуществляется руководством проектной организации и включает обучение персонала, разработку жестких графиков выполнения проектируемого объекта, создание авторского коллектива, проведение комплекса системных работ. Увеличение производительности труда в 3-4 раза вызывает у производственного персонала большую психологическую инерцию, страх перед внедряемой технологией и саботаж. Основной задачей руководства является создание условий по преодолению этих негативных психологических факторов.

В технологии предусматривается возможность поэтапного введения в промышленную эксплуатацию отдельных компонентов системы по мере освоения членами коллектива навыков работы с программным обеспечением.

Когда в организации появляются три-четыре сотрудника разных специальностей, владеющих навыками проектирования инженерных сетей, администрация может приступить к организации авторского коллектива для выполнения задачи комплексного проектирования объекта.

Для выполнения работ по проектированию объекта с использованием сетевых технологий в организации выделяется компьютер, выполняющий функции сервера. Создается папка общего доступа, координаты которой сообщаются всем разработчикам проекта. Все работы по проекту ведутся только в этой папке, которая подлежит ежедневному копированию для создания резервных копий.

Каждый участник проекта работает со своим паролем и может модифицировать только созданные им документы.

Рабочие места исполнителей проекта комплектуются компьютерами, удовлетворяющими техническим требованиям AutoCAD 2004/2005/2006, и

объединяются в локальную сеть. Применяемые программные продукты не налагают ограничений на быстродействие сети. Защита от несанкционированного использования программного обеспечения осуществляется с помощью сетевых USB-ключей.

Для того чтобы создать в организации единую технологическую цепочку, необходимы базовые программы для построения трехмерных моделей рельефа CADRELIEF («ПЛАНИКАД»), входящие в комплекс GEO+CAD или в Autodesk Land Desktop.

CAD RELIEF

Программа позволяет выполнять построение трехмерных моделей рельефа поверхности в виде трехмерных граней и карт в изолиниях, решает задачи над моделями рельефа и задачи вертикальной планировки.

Основные функции программы

Главное — это построение максимально достоверной для данной входной информации трехмерной поверхности. Программа обеспечивает высокое качество, отсутствие ограничений на объем (количество точек), быстродействие расчета триангуляции, построения горизонталей и решения инженерных задач. Исходные данные для построения трехмерной триангуляции можно получить из различных источников (текстовые файлы, чертежи, горизонталы) и применять их непосредственно либо создать на их основе базы геоточек. Кроме того, программа обладает возможностью получения пикетов по чертежам топоосновы из продукта «ТОПОКАД», что позволяет использовать эти чертежи для построения моделей рельефа.

Программа CAD RELIEF позволяет:

- определить отметку Z в любой точке в пределах модели рельефа;
- производить расстановку пикетов в узлах заданной регулярной сетки. При этом у пикетов автоматически интерполируются и проставляются их «черные», «рабочие» и «красные» отметки, если они расставляются в пределах моделей рельефа;
- осуществлять «натягивание» плоских 2D-линий на трехмерную модель рельефа с целью получения их реальных 3D-аналогов, например для получения трехмерной границы участка или трехмерных границ грунтовой дороги;
- выполнять построение трехмерной модели существующей застройки;
- производить расчет реальных, а не проектных площадей откосов;

- осуществлять расчет цветных картограмм. Интенсивность цвета и густота штриховки зависят от величины средней «рабочей» отметки квадрата (контура). Все параметры раскраски настраиваются пользователем;
- выполнять построение чертежей «черного» профиля по заданной ломаной оси трассы.

Программа предоставляет возможности не только для выполнения чертежей, но и для их оформления.

В целом программа позволяет дополнить цифровые модели местности (ЦММ) моделями рельефа (ЦМР), использовать эти модели для архитектурного моделирования и решать на них задачи САПР вертикальной планировки, построения профилей и картограмм.

Входные данные: точки, границы, структурные линии.

Выходные данные: трехмерные модели рельефа и карты в изолиниях в среде AutoCAD, результаты решения инженерных задач над рельефом.

ПЛАНИКАД

Программа «ПЛАНИКАД» предназначена для проектирования генеральных планов и вертикальной планировки объектов промышленного назначения, городской застройки и специальных объектов в среде AutoCAD (Autodesk Map, Autodesk Land Desktop) 2000i/2002/2004/2005/2006. Получаемые с ее помощью чертежи полностью соответствуют требованиям ГОСТ 21.508-93 «Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов».

Основные функции «ПЛАНИКАД»:

- выполнение горизонтальной планировки;
- организация рельефа (вертикальная планировка и построение картограммы земляных работ);
- выполнение сводного плана инженерных сетей;
- выполнение проекта благоустройства и озеленения.

Что касается горизонтальной планировки, то «ПЛАНИКАД» позволяет быстро разбить улично-дорожную сеть, нанести на генплан здания и сооружения, лестницы,

площадки и пешеходные дорожки, разбить строительную геодезическую сетку, проставить все необходимые координаты и размеры.

Организация рельефа включает все функции программы CAD RELIEF и, кроме того, возможности вертикальной планировки. При выполнении вертикальной планировки программа способна расставлять опорные точки планировки на осях проездов, внутри кварталов и в углах отмотки, а также в других характерных точках проектируемой площадки и связывать опорные точки стрелками уклоноуказателей. Программа легко и наглядно производит моделирование будущего «красного» (проектного) рельефа, редактируя получившуюся «опорную сеть», и при этом автоматически пересчитывает связанные с редактируемой точкой отметки и уклоноуказатели.

Входные данные: подоснова, «черный» рельеф.

Выходные данные: чертежи всех основных разделов генерального плана.

ИНЖКАД

С середины 80-х годов коллектив разработчиков института «Харьковпроект» занимается созданием программных комплексов проектирования инженерных сетей. Были разработаны программы под ЕС, СМ и ПЭВМ в системе MS-DOS. Поставка этих программ осуществлялась тогда под названием PROFi.

В настоящее время предлагается Windows-версия программы, функционирующая в среде AutoCAD, Autodesk Land Desktop, GEO+CAD и Microstation.

На многих предприятиях, занимающихся проектированием наружных инженерных сетей, все еще применяются традиционные технологии проектирования. При использовании только AutoCAD проектирование инженерных сетей лишь немногим отличается от традиционного способа — все элементы чертежей и выходная документация создаются вручную.

Проектирование объекта с помощью «ИНЖКАД» ведется на подоснове, представляющей собой геодезическую съемку с нанесенными на ней объектами.

«ИНЖКАД», используя все функции AutoCAD и возможности построения поверхностей средствами Autodesk Land Desktop или GEO+CAD (CAD RELIEF) и имея собственные нормативно-справочные базы, в значительной степени автоматизирует труд проектировщика, позволяет автоматически получать все виды необходимой документации (планы, профили, таблицы колодцев, спецификаций и объемы земляных работ).

В настоящее время поставляются три варианта программного комплекса «ИНЖКАД» для работы в среде:

- AutoCAD;
- Autodesk Land Desktop;
- программного комплекса AutoCAD/ GEO+CAD.

В первом случае, при работе в среде AutoCAD, технология проектирования инженерных сетей выглядит следующим образом:

- подготовительные операции (открытие папки объекта), сканирование, калибровка и склейка растровой подосновы, трассировка сети (на подоснове указываются все точки трассы, их отметки и характеристики, в том числе колодцы, камеры, углы поворота, точки подключения к существующим сетям);
- формирование исходных данных (программа автоматически осуществляет поиск координат и отметок точек взаимного пересечения сетей), проектирование продольных профилей, взаимная вертикальная увязка инженерных сетей, получение выходных документов.

При работе в среде Autodesk Land Desktop или AutoCAD/GEO+CAD (при условии наличия построенных в этих пакетах «черной» и «красной» поверхностей) программа считывает отметки с них. В среде GEO+CAD возможна предварительная подготовка растровой подосновы средствами CAD RTR (или RTR).

Подготовительные операции

1. Открывается папка объекта, в которую в ходе проектирования записываются данные и результаты расчета всех сетей объекта. В этой папке происходит отслеживание изменений по всем сетям, осуществляются поиск и передача информации по точкам взаимного пересечения сетей.
2. Растровая подоснова сканируется средствами «ИНЖКАД», калибруется и вставляется в чертеж. Для версии «ИНЖКАД», работающей в среде GEO+CAD, такую основу можно подготовить средствами CAD RTR. Для других версий основа создается с помощью заложенных в «ИНЖКАД» возможностей для работы с растровыми изображениями.
3. Векторная подоснова готовится в среде GEO+CAD («ТОПОКАД»), AutoCAD или Autodesk Land Desktop.

Поверхности, образованные «черными» (натурными) и «красными» (проектными) отметками, создаются средствами GEO+CAD или Autodesk Land Desktop. При

наличии поверхностей определение натуральных и проектных отметок земли выполняется автоматически.

В версии «ИНЖКАД», работающей в среде обычного AutoCAD, отметки земли и характеристики пересекаемых коммуникаций вводятся вручную.

Трассировка инженерных сетей

Трассировка инженерных сетей предусматривает:

1. Определить запретные зоны прохождения сетей. Программа показывает запретные зоны для прохождения проектируемой сети в соответствии со СНиП (рис. 2).
2. Выполнить предварительную разметку трассы в одну линию. После нанесения запретных зон рекомендуется провести трассировку проектируемой сети в одну линию (отметить координаты колодцев, углов поворота, входы в здания, места подключения к существующим сетям).
3. Задать точки входа, колодцев, углов поворота, камер, существующих пересекаемых коммуникаций на плане. В форме задаются реквизиты точек проектируемой сети.

На подоснове задаются координаты колодцев, углов поворота, входы в здания, места подключения к существующим сетям (информация о точках пересечения с другими сетями автоматически передается в исходные данные по смежным сетям). При наличии построенных в GEO+CAD или в Autodesk Land Desktop поверхностей натурные и проектные отметки земли берутся с них автоматически (рис. 3). А из «ПЛАНИКАДа» (GEO+CAD) дополнительно берутся коды, отметки и диаметры пересекаемых коммуникаций.

Технология проектирования профилей

1. Задать общие данные для проектирования профилей (минимальная величина заглубления по трассе и в колодце и масштаб вычерчивания профиля по горизонтали).
2. Задать сечения сетей водоснабжения, газоснабжения и канализации (материал трубы или футляра, диаметр и толщина стенки) и теплотрасс.
3. Задать и скорректировать характеристики точек сети (изменение существующих точек и добавление новых).
4. Вычислить отметки трассы. Отметки трассы определяются исходя из критерия минимума земляных работ при условии выполнения ограничений по величинам и направлениям уклонов, минимальной глубины заложения, соблюдения

минимальных расстояний по вертикали между пересекаемыми коммуникациями и выполнения подключений на заданных отметках. Поиск оптимального решения осуществляется методом динамического программирования, представляющим собой многошаговый оптимизационный процесс (рис. 4).

5. Просмотреть и скорректировать результаты проектирования профиля (корректировка линии и корректировка уклонов) (рис. 5).

При нарушении охранных зон коммуникаций и минимального заглубления трассы в нижнем окне программы появляется диагностическая информация о нарушении.

Текстовое оформление чертежа профиля

В программе можно внести текстовые надписи оформления чертежа. «ИНЖКАД» содержит базу текстовых заготовок для оформления чертежей профилей. Есть возможность до начала работы откорректировать базу текстовых надписей в соответствии с требованиями организации пользователя.

Необходимо нанести геологические скважины — указываются точки расположения скважины и отметки уровня грунтовых вод, вводятся отметки и наименования инженерно-геологических слоев.

Получение выходных документов

Для проверки результатов проектирования предусмотрен режим визуализации трехмерной модели раскладки инженерных сетей (рис. 6).

В автоматическом режиме происходит вычерчивание продольных профилей (водопровод и канализация, сети теплоснабжения, сети газоснабжения), оформление плана инженерных сетей, формирование текстовых документов (спецификации оборудования, таблицы колодцев, упоров, объемов земляных работ, лист общих данных) (рис. 7).

По нашему мнению, для нормального функционирования САПР проектной организации необходима установка приложений на 35-40 компьютерах и возможность одновременной работы не менее чем на 6-8 рабочих местах.

Численность персонала и потребность в программных средствах по подразделениям для средней проектной организации гражданского профиля приведена в таблице.

Технологическая линия GEO+CAD, включающая программные продукты «ИНЖКАД», «Инвент-Град», «ТОПОКАД», CAD RELIEF, «ПЛАНКАД», CAD RTR, «ЗЕМКАД», предоставляет прекрасные возможности для проектирования

наружных инженерных сетей. При разработке очередной версии учитываются пожелания и замечания пользователей, сохраняется дружелюбный интерфейс.

Тенденції ринку САПР: чому програми стають складніше і як цим скористатися

Сучасне проектування. Мобільні технології та хмари в САПР.

Розвиток систем автоматизованого проектування дуже тісно пов'язане з розвитком тих завдань, які вони покликані вирішувати. Залежність пряма – чому складніше стають завдання, тим більше комплексними стають рішення. Можна сказати, ці процеси жорстко взаємозалежні. Вплив систем проектування на галузь у цілому можна охарактеризувати як значне й позитивне, оскільки в остаточному підсумку саме завдяки новим можливостям САПР вдається налагодити більш ефективне й рентабельне виробництво.

Ще 15-20 років тому основною метою створення ПО для проектувальників було налагодити автоматизований випуск креслень, щоб позбавити фахівців від рутинної роботи, зв'язаної зі стандартизацією й оформленням. Через якийсь час з'явилися нові технології – тривимірні. Вони вже були орієнтовані на полегшення безпосередньо самого процесу проектування: розглядаючи 3D модель, куди простіше оцінювати зовнішній вигляд виробу, шукати колізії й формувати складні поверхні, чому на окремих кресленнях у різних розрізах і проекціях.

Після початку поширення 3D з'явилася можливість проведення кінцево-елементного аналізу моделей, а також створення керуючих програм для верстатів зі ЧПУ для обробки складних 3D моделей. Замовники стали накопичувати масиви даних в електронному виді, які можна обробляти й аналізувати, використовувати повторно. Так стали з'являтися перші «важкі» САПР. Спочатку вони були не пристосовані для настільних комп'ютерів і працювали винятково на спеціалізованих ЕОМ, але поступово всі стали підтримувати роботу із ПК. До цього ж періоду ставиться поява програм для керування проектами, які сьогодні відомі як PDM. Їхніми основними споживачами були підприємства зі складним виробничим циклом, що переважно ставляться до оборонної й авіаційної промисловості.

Такий розвиток привів на сьогоднішній день до того, що те системи автоматизоване проектування, яке колись створювалося як «важке», переважно стало низчим продуктом й використовується для рішення вузькоспеціальних і комплексних завдань. А ті САПР, які споконвічно застосовувалися для підготовки креслень (як, наприклад, Autocad), нагромадили додаткову функціональність і дозволяють вирішувати досить широкий спектр завдань, які коштують перед підприємством.

Сьогодні однією з основних тенденцій розвитку систем автоматизованого проектування є застосування технології цифрових прототипів. Її використання

дозволяє створювати й аналізувати віртуальний об'єкт, який аж до дріб'язків відтворює майбутній фізичний аналог. Цифровий прототип надає проектувальникові значний обсяг додаткової інформації, крім візуальної. Це дані про матеріали, результати випробувань і особливостях функціонування виробу в певних умовах, а також багато чого іншого. До програм, що використовують цю технологію (наприклад, Autodesk Inventor) уже не цілком коректно застосовувати термін «3D Проектування». Іноді говорять навіть про «4D Проектування».

Подальший розвиток САПР сьогодні пов'язане з новими технологічними можливостями. Яскравим прикладом можуть служити «хмарні» обчислення, використання яких стало можливим завдяки значному росту комп'ютерних потужностей і пропускної здатності інтернетканалів. Якщо раніше креслення було й основним документом і носієм інформації для цеху й виробництва, те сьогодні всі дані про проект розміщуються й обробляються в загальному сховищі на сервері, доступ до якого може здійснюватися не тільки із ПК, але й з мобільних пристроїв – комунікаторів або планшетів.

В останніх в області САПР досить райдужне майбутнє. Мобільні пристрої в перспективі можуть стати гарною заміною паперу, особливо якщо взяти до уваги, що сам характер проектних даних теж перетерпів зміни – це аж ніяк не тільки креслення. Сюди включаються й 3D Моделі: вони більш наочні, інформативні і їх легше читати.

Однак розвиток «хмарних» технологій вимагає створення на підприємстві відповідної інфраструктури. Можливо, тому в Україні, на відміну від Заходу, де «хмари» – актуальна тенденція, – вони поки не одержали потрібного розвитку. Серед інших причин можна також назвати недостатній розвиток ІТ-Інфраструктури в регіонах і побоювання за безпеку даних і комерційної таємниці.

Проте, українські підприємства формують інформаційні бази проектних рішень. Сучасні САПР і PDM Системи дозволяють обробляти накопичений масив даних, щоб підвищити відсоток взаємозамінних деталей або навіть використовувати елементи вже спроектованих конструкцій, вузлів і механізмів у нових виробках. Це стало можливим завдяки тому, що ті дані, які раніше розраховувалися, фактично, на папері й калькуляторі, сьогодні формуються програмою автоматично в цифровому виді. Усі ці залежності можна описати й застосувати до нових проектів, 3D Моделям, цифровим прототипам, складанням, для того щоб вони були більш інформативними й актуальними. З однієї сторони це підвищує якість проектування виробу, що позначається на ціні всього проекту і його собівартості. А з іншого сторони це дозволяє на початкових стадіях проектування перебрати більше варіантів і можливостей для пошуку оптимального рішення.

Це означає, що на початку проектування ми можемо, по-перше, знайти більш ощадливий варіант, а по-друге, уникнути маси помилок. Існує цілий клас систем, які дозволяють перевіряти роботу конструкторів і технологів – так звані «чекери». Вони

дозволяють настроїти правила й умови, на відповідність яким буде проаналізована модель. Це може бути перевірка з технологічної точки зору: чи відповідає радіус скруглення деталі стандарту, прийнятому на підприємстві, або чи сумісна вона сама із уже існуючим устаткуванням. Можна виконати й перевірку якості самої тривимірної геометрії: немає чи в моделі розривів, які перешкоджають її обробці в інших аналітичних програмах. Багато компаній, що займаються впровадженням, навіть створюють спеціальні бібліотеки подібних правил.

Однак підприємства, як правило, воліють використовувати обмежений набір варіантів створення геометрії – для того, щоб можна було надалі легко їх міняти, редагувати, і вносити зміни. Сьогодні це одне із ключових вимог до проектування, тому що при існуючій процедурі всі дані спочатку повинні формувати 3D Модель, і тільки потім попадати на креслення. Це дозволяє зберігати дані в актуальному стані й бачити проект у тому стані, у якому він перебуває на виробництві, а також мати перед собою актуальну документацію. Наявність якісної документації й 3D Моделі вже стало вимогою, що часто зустрічається, замовників, які здобувають складні технічні вироби.

Це принципово важливо тому, що багато підприємств працюють зі своїми закордонними партнерами, які вимагають надання не тільки креслень, специфікацій і описів, але й тривимірної моделі. Багато виробів вимагають досить складного обслуговування, а без повноцінної інформативної тривимірної моделі воно сильно утруднене – з її допомогою можна створити інструкції, альбоми, які дозволяють описати всі вузли виробу й операції обслуговування.

Технології проектування розвиваються згідно зростаючим можливостям техніки й завданням, які покликано вирішувати САПР. При цьому чому складніше стають програми, тем складніше стають нові завдання, для рішення яких, у свою чергу, потрібні ще більш складні продукти. Підприємства, які перебувають на вістрі цього прогресу, сьогодні є лідерами галузі, але для цього їм доводиться створювати нову інфраструктуру й заново формувати робочі процеси. Але навіть ті, хто не готовий до настільки глобальних змін, але дотримуються обраного темпу розвитку, одержують значні конкурентні переваги у вигляді скорочення строків і вартості проекту й збільшення його якості й ефективності робіт.

Як приклад прагну привести телекомунікаційну й банківську галузі. У цих галузях ITR-Технології, програмне забезпечення є ключовим джерелом одержання прибутку. Саме сучасні технології дозволяють розвиватися цим секторам. Упевнений, що промисловий сектор може не менш ефективно мати прибуток від використання сучасних технологій проектування. Мабуть, головною перешкодою зараз є час, який необхідно на усвідомлення того, де і як можна покористуватися з використання сучасних технологій САПР. Над багатьма ще літає стереотип «автоматизованої підготовки креслень». Але ж це завдання вже давно не є основним для систем проектування.

ВИСНОВКИ

Потреби сучасного виробництва диктують необхідність глобального використання інформаційних комп'ютерних технологій на всіх етапах життєвого циклу виробу: від предпроектних досліджень до утилізації виробу. Основу інформаційних технологій у проектуванні й виробництві складних об'єктів і виробів становлять сьогодні повномасштабні повнофункціональні промислові САПР (CAD/CAM/CAE - системи). Активне використання в усьому світі “легенів” і “середніх” САПР на персональних комп'ютерах для підготовки креслярської документації й керуючих програм для верстатів зі ЧПУ й зближення можливостей персональних комп'ютерів і “робочих станцій” в автоматизації проектування підготувало дві тенденції в розробці й використанні САПР, які спостерігаються останнім часом:

- застосування повномасштабних САПР у різних галузях промисловості для проектування й виробництва виробів різної складності;
- інтеграція САПР із іншими інформаційними технологіями.

Ці тенденції дозволяють говорити, що вже в самому найближчому майбутньому ефективність виробництва буде багато в чому визначатися ефективністю використання на підприємствах промислових САПР.

Література

Базова

1. Норенков И.П. Автоматизированное проектирование. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 188с.
2. Спартак М., Паппас Ф. и др. Компьютерные сети и сетевые технологии. –К.: ТИД «ДС», 2002.–363с.
3. Кадыров Э.Д., Симаков А.С., Фирсов А.Ю. Сетевые_интерфейсы микропроцессорных систем. Учебное пособие/ Санкт-Петербург, изд. СПбГИ (ТУ)., 2011г., - 117с.
4. А. Г. Схиртладзе, Т. Я. Лазарева, Ю. Ф. Мартемьянов. Интегрированные системы проектирования и управления. Издательство: Академия, 2010 г., - 352 стр.
5. Джон Парк, Стив Маккей, Эдвин Райт. Передача данных в системах контроля и управления. Издательство: Группа ИДТ, 2007 г.,-472с.
6. А. Е. Сабунин. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств.Издательство: Солон-Пресс. 432 стр.
7. Компас-3D V8: Наиболее полное руководство.-М.: ДМК Пресс, 2006. - 928 с. .- (Проектирование).-Предметный указ.: с. 921-927
8. Сопровождение сервера. Ресурсы Microsoft Windows 2000 Server/Пер. с англ. Microsoft. Русская редакция, Логрус .РУ / М, 2001, - 640 с.

Допоміжна

9. Каталог САПР. Программы и производители: П. Н. Латышев — Москва, Солон-Пресс, 2006 г.- 608 с.
10. Анашкин А. С, Кадыров Э. Д., Харазов В. Г. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления. — С. Петербург: «П-2», 2004. — 368 с.
11. Карберри П.Р. Персональные компьютеры в автоматизированном проектировании / пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1989. - 144 с., ил.
12. Прохоров А.Ф. Конструктор и ЭВМ. - М.: Машиностроение, 1987.